



LSPA

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
CIÊNCIAS PSICOLÓGICAS, SOCIAIS E DA VIDA

ESTUDO EXPLORATÓRIO

**SOBRE A UTILIZAÇÃO DO AMBIENTE VIRTUAL, NA
AVALIAÇÃO DE FUNÇÕES COGNITIVAS /EXECUTIVAS, EM
CRIANÇAS COM E SEM PERTURBAÇÃO NEUROMOTORA
LIGEIRA**

**CATARINA DE SOUSA LIMA DE FARIA E MAYA
Nº13880**

Orientadora de Dissertação

PROF. DOUTORA JÚLIA SERPA PIMENTEL

Coordenadora do Seminário de Dissertação

PROF. DOUTORA MARGARIDA ALVES MARTINS

Co-orientadora de Dissertação

MESTRE IOLANDA CAMPOS GIL

Tese submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de:

MESTRE EM PSICOLOGIA

Especialidade em Psicologia Educacional

2012

Dissertação de Mestrado realizada sob a orientação da Prof. Doutora Júlia Serpa Pimentel, apresentada no ISPA – Instituto Universitário para obtenção de grau de Mestre na especialidade de Psicologia Educacional, conforme o despacho da DGES nº 19637/2006 publicado em Diário da República, 2ª Série de 26 de Setembro de 2006.

Agradecimentos

Por marcarem o trajecto de realização desta tese e, muito mais, gostaria de agradecer:

À Professora Júlia Serpa Pimentel, não só pela orientação desta tese, como também pelos seus ensinamentos teóricos e práticos e pelo modelo de Psicóloga Educacional que tem representado ao longo de todo este percurso.

À Dra. Iolanda Gil, pela orientação e oportunidade de aprender consigo, por me contagiar com o seu entusiasmo por esta área, e pela partilha dos seus preciosos conhecimentos na área da neuropsicologia e desenvolvimento infantil.

À Professora Margarida Alves Martins, pela organização de seminários tão interessantes e pelos momentos de luz que, tantas vezes, me proporcionou.

Ao Prof. Doutor Pedro Encarnação e a toda a equipa do Projecto COMPSAR, pela partilha do desafio.

Ao Centro de Reabilitação de Paralisia Cerebral Calouste Gulbenkian, à Fundação Liga, e ao Jardim de Infância Nossa Senhora do Rosário de Fátima, Jardim de Infância de Alcabideche, Jardim de Infância da Damaia e Jardim de Infância do Centro Social Paroquial S. Vicente de Paulo, por possibilitarem a realização deste trabalho junto dos “seus” pequenotes.

Ao Alexandre, pelo carinho e a imagem de força.

À Mia, à Caro, à Joana, à Mafalda e à Inês, pela amizade e o apoio que, de longe ou de perto, me acompanhou sempre.

Ao meu Pai, pelo carinho, a paciência e o exemplo de perfeccionismo.

E claro, à minha Mãe, um obrigada, que nunca será suficiente, pelo exemplo de dedicação, rigor e entrega ao trabalho, pelo amor e pela paciência, e por incentivar e desfrutar comigo os meus projectos e as minhas alegrias.

Resumo

A utilização de robôs controlados por crianças com perturbações neuromotoras tem vindo a apresentar oportunidades para que estas crianças manipulem indirectamente objectos, promovendo-se assim, a sua participação em actividades que permitem demonstrar e desenvolver as suas competências cognitivas. Contudo, os custos, a manutenção e disponibilidade dos equipamentos têm limitado a utilização generalizada de robôs físicos como instrumentos de reabilitação e justificado o desenvolvimento de actividades equivalentes em ambiente virtual. No presente trabalho, enquadrado no Projecto de Investigação COMPSAR¹, 21 crianças de desenvolvimento típico e 13 crianças com deficiência neuromotora ligeira (de idade pré-escolar) foram observadas e avaliadas num conjunto de tarefas de resolução de problemas apresentadas em ambiente físico e numa simulação em computador. Foram identificadas as principais funções cognitivas e executivas subjacentes à realização das tarefas propostas, sendo estas funções descritas e comparadas em ambientes físico e virtual. Os resultados obtidos revelaram que, para ambos os grupos, o desempenho nos constructos analisados é semelhante em ambos os ambientes. No entanto, ambos os grupos apresentam resultados significativamente melhores na percepção visuo-espacial no ambiente virtual do que no físico, e ainda, o grupo tipicamente desenvolvido revela níveis significativamente mais elevados de atenção mantida e controlo inibitório no ambiente virtual. São, então, apresentados os potenciais benefícios da realização de actividades em ambiente virtual no contexto da reabilitação de crianças com deficiência neuromotora ligeira em idade pré-escolar.

Palavras-Chave: Funções Cognitivas e Executivas, Ambiente Virtual, Perturbação Neuromotora Ligeira

¹Projecto COMPSAR (COMparison of Physical and Simulated Assistive Robots) - Projecto com a referência RIPD/ADA/109538/2009 financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (www.compsar.anditec.pt).

Abstract

The use of controlled robots by children with neuromotor disorders presents an opportunity for these children to indirectly manipulate objects, thus promoting their participation in activities that both allow for both the demonstration and development of their cognitive skills. However, issues pertaining to costs, maintenance and equipment availability have limited the widespread use of physical robots as tools for rehabilitation and justified the development of equivalent activities in a virtual environment. In this paper, integrated in the COMPSAR² Research Project, 21 typically developing children and 13 children with minor neuromotor disabilities (at preschool ages) were observed and assessed on a number of problem-solving tasks, presented both in a physical environment and a computerized simulation. The main cognitive and executive functions underlying all tasks were identified, as well as described and compared in the physical and virtual environments. Results revealed that, for both groups, performance was similar in the virtual and physical environments. However, both groups demonstrated significantly better visual-spatial perception in the virtual environment compared with the physical environment, and the typically developing group also revealed significantly higher levels of attention and inhibitory control in the virtual environment. The potential benefits of performing activities in virtual environments, in the rehabilitation of preschool children with minor neuromotor disabilities are also discussed.

Key-words: Cognitive and Executive Functions; Virtual Environment, Minor Neuromotor Disability

²Project COMPSAR (COMparison of Physical and Simulated Assistive Robots) – Project with thereference RIPD/ADA/109538/2009 financed by the *Fundação para a Ciência e a Tecnologia* (www.compsar.anditec.pt).

Índice

| | |
|--|----|
| Introdução | 1 |
| 1 Revisão da Literatura | 3 |
| 1.1 As Tecnologias de Apoio e os Ambientes Virtuais no Brincar | 3 |
| 1.1.1 Estudo dos Ambientes Virtuais no Desenvolvimento Motor da Criança com Perturbação Neuromotora | 4 |
| 1.2 A Perturbação Neuromotora | 4 |
| 1.3 A Utilização de Ferramentas: Associação de Ideias e Relações de Causa- Efeito | 6 |
| 1.4 Competências Víscuo-Motoras..... | 8 |
| 1.5 Lateralidade..... | 12 |
| 1.6 Competências Víscuo-Espaciais..... | 13 |
| 1.7 Funções Executivas..... | 19 |
| 1.7.1 Atenção..... | 20 |
| 1.7.2 Controlo Inibitório..... | 26 |
| 1.7.3 Planeamento e Sequenciação na Resolução de Problemas | 29 |
| 2 Âmbito do Estudo e Objectivos de Investigação | 33 |
| 2.1 Âmbito do Estudo | 33 |
| 2.2 Objectivos de Investigação | 33 |
| 3 Método | 37 |
| 3.1 <i>Design</i> do Estudo | 37 |
| 3.2 Participantes..... | 37 |
| 3.3 Instrumentos..... | 41 |
| 3.4 Procedimentos de Recolha de Dados..... | 44 |
| 3.5 Procedimentos de Análise de Dados..... | 45 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4 | Apresentação e Análise de Dados | 50 |
| 4.1 | Estudo da Equivalência entre a Versão Virtual e Versão Física da Actividade Lúdica Estruturada..... | 50 |
| 4.2 | Crianças com Perturbação Neuromotora Ligeira – A Comparação entre Ambientes Virtual e Físico Relativamente às Funções Cognitivas/Executivas, aos Indicadores de Interacção/Comunicação e aos Indicadores de Comportamento | 52 |
| 4.2.1 | Comparação das Funções Cognitivas e Executivas em Ambiente Virtual e Ambiente Físico | 52 |
| 4.2.2 | Comparação dos Indicadores de Interacção Social/Comunicação em Ambiente Virtual e Ambiente Físico | 53 |
| 4.2.3 | Comparação dos Indicadores de Comportamento em Ambiente Virtual e Ambiente Físico | 55 |
| 4.3 | Crianças de Desenvolvimento Típico – Comparação das Funções Cognitivas e Executivas em Ambiente Virtual e Ambiente Físico..... | 57 |
| 4.4 | Comparação entre Grupo de Desenvolvimento Típico e Grupo com Perturbação Neuromotora Ligeira Relativamente a Algumas das Funções Cognitivas e Executivas(em Ambiente Físico e Virtual)..... | 59 |
| 5 | Discussão dos Dados..... | 62 |
| 6 | Considerações Finais..... | 65 |
| | Referências Bibliográficas | 68 |

Lista de Tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Caracterização do Grupo de Crianças com Perturbação Neuromotora Ligeira..... | 39 |
| Tabela 2. Caracterização do Grupo de Crianças de Desenvolvimento Típico..... | 40 |
| Tabela 3. Tarefa 1 – Funções Cognitivas/Executivas Subjacentes e sua Operacionalização | 48 |
| Tabela 4. Tarefa 2 – Funções Cognitivas/Executivas Subjacentes e sua Operacionalização | 48 |
| Tabela 5. Tarefas 3A & 3B – Funções Cognitivas/Executivas Subjacentes e sua Operacionalização | 49 |
| Tabela 6. Médias, Desvios-Padrão e Correlações (Spearman) das Funções Cognitivas/Executivas no Robô Físico e no Robô Virtual (Crianças com Perturbação Neuromotora Ligeira)..... | 50 |
| Tabela 7. Médias, Desvios-Padrão e Correlações (Spearman) das Funções Cognitivas/Executivas no Robô Físico e no Robô Virtual (Crianças de Desenvolvimento Típico) | 51 |
| Tabela 8. Indicadores de Interação/Comunicação e Exemplos..... | 54 |
| Tabela 9. Indicadores de Comportamento e Exemplos..... | 56 |

Lista de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Crianças com Perturbação Neuromotora Ligeira – Distribuição Média das Funções Cognitivas/Executivas pelos Ambientes | 53 |
| Figura 2. Crianças com Perturbação Neuromotora Ligeira – Distribuição Média dos Indicadores de Comunicação/Interação pelos Ambientes | 55 |
| Figura 3. Crianças com Perturbação Neuromotora Ligeira – Distribuição Média dos Indicadores Comportamentais pelos Ambientes | 57 |
| Figura 4. Crianças de Desenvolvimento Típico – Funções Cognitivas/Executivas pelos Ambientes | 58 |
| Figura 5. Distribuição Média das Funções Cognitivas/Executivas pelos Grupos (Ambiente Físico) | 59 |
| Figura 6. Distribuição Média das Funções Cognitivas/Executivas pelos Grupos (Ambiente Virtual) | 60 |

Introdução

As actividades lúdicas constituem-se como oportunidades para as crianças manipularem objectos, e assim, desenvolverem competências cognitivas, sociais, motoras, e linguísticas (Cook, Howery, Gu & Meng, 2000).

Contudo, crianças com perturbações motoras têm, frequentemente, dificuldade em manipular os objectos que as rodeiam, comprometendo-se assim, a qualidade das actividades lúdicas e, conseqüentemente, o desenvolvimento cognitivo, social, motor, e linguístico destas crianças (Cook, Adams, Volden, Habottle & Harbottle, 2010).

Por outro lado, enquanto na criança tipicamente desenvolvida, poderão ser utilizadas escalas de avaliação do desenvolvimento que apelem à manipulação de objectos, nas crianças com deficiência motora, as suas competências cognitivas, dificilmente poderão ser evidenciadas por meio da manipulação de objectos, uma vez que esta se encontra restringida. Daqui resulta, em muitos casos, uma subestimação das competências destas crianças que, em alguns casos poderão ter um funcionamento cognitivo superior àquele que permite ser expresso ao nível do seu funcionamento motor.

A utilização de robôs controlados pelas crianças tem vindo, cada vez mais, a apresentar oportunidades para estas crianças manipularem indirectamente objectos tridimensionais. Nestes cenários, a criança com deficiência neuromotora, passa a encontrar oportunidades para participar em actividades lúdicas que permitam desenvolver as suas capacidades e para demonstrar as suas competências cognitivas reais. Além disso, como Papert (1980 in Cook, Encarnação, & Adams, 2010) realça, ao criarem oportunidades para “aprender fazendo”, os robôs aumentam a motivação das crianças para a aprendizagem.

A utilização de actividades mediadas por robôs tem sido explorada e desenvolvida por Cook *et al.* (2010) como ferramenta de manipulação aumentativa em actividades lúdicas com vista à avaliação e treino de competências cognitivas. Neste cenário, a criança com dificuldades motoras pode controlar um robô, através de uma variedade de

modos de acesso (manípulos, *joystick*, etc.), passando a poder aceder a uma variedade de actividades lúdico-pedagógicas.

No entanto, estes robôs apresentam um conjunto de barreiras que têm limitado a utilização generalizada de robôs físicos como instrumentos de reabilitação. Os robôs são demasiado dispendiosos em alguns países mais desfavorecidos, não são muito fiáveis (podendo nem sempre mover-se segundo a sua programação) e requerem algum nível de competência técnica para montar e arranjar. Como alternativa ao robô físico, e com o intuito de superar estas limitações pode, então, ser concebido um *software* no qual diferentes actividades são realizadas no computador. Estes *softwares* apresentam os benefícios de se poder ir registando os progressos e dificuldades da criança nas tarefas, de ir adaptando as actividades em conformidade com o nível de conhecimento/competência que a criança vai apresentando, e de difundir estas actividades adaptadas por diferentes contextos de uma forma mais simples e económica.

No entanto, antes de estes benefícios poderem ser usufruídos, há que determinar se o ambiente virtual é equivalente ao físico, assegurando que o modo de administração computadorizado não altera os constructos para cuja avaliação a actividade foi concebida.

Foi neste contexto que se desenvolveu o Projecto COMPSAR, no qual este estudo se integra, e o qual teve como principal objectivo a exploração da equivalência entre o ambiente físico (robô lego tangível) e o virtual (robô simulado no ecrã de um computador), quando utilizados numa actividade lúdica estruturada com vista à avaliação de um conjunto de funções cognitivas.

O presente estudo aprofunda esta análise exploratória, focando: a identificação e descrição de um conjunto de constructos cognitivos e executivos envolvidos na actividade lúdica estruturada que é proposta às crianças; a exploração da equivalência e dos benefícios dos ambientes, no que respeita à avaliação dos constructos cognitivos/executivos envolvidos, quer em crianças de desenvolvimento típico, quer em crianças com perturbação neuromotora ligeira e, por último; a comparação destes processos cognitivos/executivos, entre crianças com perturbação neuromotora ligeira e os seus pares tipicamente desenvolvidos.

1 Revisão da Literatura

1.1 As Tecnologias de Apoio e os Ambientes Virtuais no Brincar

Quando se fala da incorporação da actividade lúdica na realidade virtual, fala-se de “jogos de computador interactivos” (*interactive computer play*), qualquer que seja a forma através da qual a criança interage com a tecnologia de realidade virtual. Segundo Sandlund, McDonough, e Hager-Ross (2009, p.173), os jogos de computador interactivos consistem em “qualquer tipo de jogo de computador ou técnica de realidade virtual que permite que a criança interaja e brinque com objectos virtuais num ambiente gerado por computador”.

No campo da deficiência, o desenvolvimento de “jogos de computador interactivos” pretende oferecer, a crianças com deficiência, oportunidades para participar em actividades lúdicas que, de outra forma, lhes são inacessíveis. Neste sentido, têm sido diversos os sistemas de realidade virtual desenvolvidos especificamente para utilização na reabilitação a fim de treinar e desenvolver competências motoras e cognitivas.

Os sistemas de realidade virtual poderão ser classificados/distinguidos segundo a forma como o utilizador interage com o ambiente virtual e a forma como é representado nele (Levac & Missiuna, 2009). Neste contexto, a realidade virtual pode ser categorizada em dois tipos: Realidade virtual imersiva e realidade virtual não-imersiva. Na realidade virtual imersiva, é criada uma situação que tem como objectivo proporcionar uma sensação significativa de presença no ambiente virtual. Para produzir essa sensação no utilizador, os seus sentidos (visão, audição e tacto) são bloqueados do mundo real e experimentados, através de um capacete de visualização, auscultadores e luvas de dados, no mundo virtual (Ramaprabha & Sathik, 2012). Desse modo, o utilizador experimenta o mundo virtual como se estivesse dentro do mesmo, visualizando-o à sua volta e interagindo apenas com os estímulos gerados pelo sistema de realidade virtual. Pelo contrário, na realidade virtual não imersiva, o utilizador tem acesso ao ambiente virtual através da visualização de imagens a 2 ou 3 dimensões geradas no monitor de um

computador. Nesta situação o utilizador continua a ter acesso aos estímulos do mundo real, experimentando portanto, um menor grau de presença no ambiente virtual.

1.1.1 Estudo dos Ambientes Virtuais no Desenvolvimento Motor da Criança com Perturbação Neuromotora

São diversas as formas de avaliação e intervenção que, hoje em dia, recorrem às novas tecnologias para avaliar e trabalhar uma variedade de áreas que poderão encontrar-se comprometidas na criança com deficiência neuromotora, nomeadamente:

- (1) reabilitação motora (Holden, 2005);
- (2) controlo e/ou a coordenação visuo-motor (Li, Atkins, & Stanton, 2006);
- (3) Avaliação/treino da função motora dos membros superiores (Reid, 2002);
- (4) desenvolvimento da mobilidade e tomada de decisão na navegação autónoma em cadeira de rodas (Hasdai, Jessel, & Weiss, 1998);
- (5) avaliação e treino na Perturbação de Défice de Atenção e Hiperactividade (Shaffer *et al.*, 2001; Parsons, Bowerly, Buckwalter & Rizzo, 2007);
- (6) raciocínio visuo-espacial (Akhutina, *et al.*, 2003; Foreman, Stanton, Wilson, & Duffy, 2003; Verhaegh, Resing, Jacobs & Fontijn, 2009);
- (7) planeamento/sequenciação perceptivo e motor (Kozak, Hancock, Arthur & Chrysler, 1993; Feldstein, Keller, Portman, Durham, Klebe, & Davis, 1999; Mataix-Cols & Bartrés-Faz, 2002)

Dadas as dificuldades de crianças com perturbação neuromotora no que respeita ao controlo voluntário e coordenação da actividade motora, também as áreas da fisioterapia e terapia ocupacional têm vindo a reconhecer e a socorrer-se da realidade virtual enquanto ferramenta complementar na reabilitação (motora).

1.2 A Perturbação Neuromotora

A deficiência neuromotora envolve o comprometimento do controlo motor e/ou da coordenação motora por consequência de lesão no sistema nervoso central (cérebro e medula espinhal) que enerva os músculos do corpo (Weiss, 2009). Neste contexto, encontram-se uma variedade de condições clínicas que poderão estar associadas a lesões

ocorridas nos períodos pré, peri ou pós-natal, ou ainda, a traumatismos crânio-encefálicos ocorridos em qualquer fase do desenvolvimento ou vida adulta. As condições clínicas mais comuns que resultam nestas alterações neuromotoras são: a Paralisia Cerebral, Espinha Bífida, Esclerose Múltipla, Lesões Verto Medulares, Traumatismos Cranianos, Sequelas de AVC (Acidente Vascular Cerebral) e Epilepsia.

Embora alguns participantes não tenham confirmação de lesão cerebral (por não ter ainda sido efectuado exame neurológico), em virtude da sua prematuridade e baixo peso à nascença, todos apresentam um risco biológico que, a par da sintomatologia presente, é compatível com um diagnóstico de Paralisia Cerebral, pelo que nos parece justificar-se algum desenvolvimento teórico sobre esta problemática.

O termo paralisia cerebral (PC) engloba um espectro amplo de perturbações não-progressivas que envolvem a alteração ou diminuição do controlo motor decorrente de uma lesão encefálica ocorrida durante a gestação, o parto ou a primeira infância (Blondis, 2004; Basil, 2004). A PC é considerada não-progressiva, uma vez que a lesão primária geralmente permanece estática ao longo da vida, sendo que no entanto, a sua aparência clínica e sintomatologia pode mudar devido ao desenvolvimento do sistema nervoso central (Sankar e Mundkur 2005 in Straub & Obrzut, 2009).

As suas manifestações clínicas incluem: reflexos primitivos persistentes, o aumento ou a diminuição do tónus de determinados grupos musculares, alterações ao nível de postura ou do equilíbrio e, da coordenação e precisão dos movimentos (Blondis, 2004; Basil, 2004).

Contudo, embora a deficiência motora seja a mais evidente, frequentemente coexistem défices perceptivos³, perturbações sensoriais⁴, défice de linguagem e fala⁵, dificuldades nos processos cognitivos⁶, epilepsia⁷, e alterações do comportamento⁸.

³ Dificuldades em integrar e/ou interpretar a informação sensorial.

⁴ Incluindo a visão, audição, etc.

⁵ Dificuldades na expressão oral durante o processo comunicativo

⁶ Atenção, memória, etc.

⁷ Alteração da actividade eléctrica do cérebro que pode desencadear crises.

⁸ Alterações do humor e/ou ansiedade, défice de atenção e hiperactividade e, ainda, sintomatologia compatível com aquela presente nas perturbações do espectro do autismo.

Neste contexto, as crianças com PC poderão ter uma disfunção integrativa sensorial como resultado de uma alteração neurológica no tronco cerebral ou, ainda, como resultado de uma experiência sensorial reduzida devido às dificuldades de controlo motor que estas crianças tendem a apresentar. Segundo Bumin e Kayihan (2001), crianças com PC poderão, então, apresentar perturbações sensório-perceptivas, tais como, uma fraca imagem corporal, dificuldades na discriminação direita-esquerda, na consciência do corpo no espaço, na percepção visual, agnosia dos dedos, astereognosia e apraxias.

Além disso, crianças com PC também são cinco vezes mais propensas a apresentar alterações do comportamento (Odding et al. 2006 in Straub & Obrzut, 2009). Neste contexto, segundo McMillan, Feigin, DeAngelis, e Jones (2006), poderão verificar-se perturbações neurocomportamentais, tais como, tempos reduzido de atenção, a impulsividade, a distractibilidade, a perseveração e a auto-estimulação. Estas são questões que importará aprofundar e analisar ao longo do presente estudo.

Embora não possa ser curada, uma vez que a lesão é irreversível, uma reabilitação física e educação estimulantes e adequadas poderão conduzir a progressos significativos que aproximem o funcionamento e qualidade de vida da criança do normativo (Basil, 2004).

1.3 A Utilização de Ferramentas: Associação de Ideias e Relações de Causa-Efeito

Vê-se imergir, desde muito cedo na infância, uma sensibilidade para as relações de causalidade física. O conhecimento que os bebés têm das relações de causalidade física, tem sido analisado sob o ponto de vista da resolução de problemas ou da utilização de ferramentas por parte do bebé (Sommerville, 2007). Piaget (1953) sugere que a compreensão da causalidade emerge no final do primeiro ano de vida, conclusão essa a que chegou ao observar que os seus próprios filhos tinham desenvolvido, por esta idade, a capacidade de usar um objecto intermediário para alcançar um objecto alvo (por exemplo, puxando um suporte para obter um brinquedo que se encontrava fora de alcance, ou puxando o fio pelo qual um brinquedo estava preso, para alcançar o brinquedo). Actualmente, vários trabalhos empíricos nesta área continuam a confirmar e

a desenvolver as observações de Piaget. Vários estudos demonstram que, até ao final do primeiro ano de vida, as crianças podem resolver uma variedade de tarefas simples baseadas no uso de ferramentas (Bates, Carlson-Luden & Bretherton, 1980 in Sommerville, 2007; Uzgiris & Hunt, 1975 in Sommerville, 2007; Willatts, 1984, 1999 in Sommerville, 2007). Pouco tempo depois, as crianças passam a generalizar soluções baseadas na utilização de ferramentas a mais problemas, tendo com base a sua estrutura causal, ao invés de recorrerem estritamente às propriedades perceptivas partilhadas (Chen, Sanchez, & Campbell, 1997 in Sommerville, 2007).

A utilização de interruptores/manípulos/botões ligados a estímulos de resposta (visuais, auditivos, moção, etc), consiste numa ferramenta que promove o reconhecimento das contingências entre uma acção e um resultado, permitindo com isso, que as crianças aprendam que é possível gerar respostas no ambiente e exercer algum controlo sobre o mesmo. No contexto, da deficiência neuromotora, Cook e Hussey (2002), demonstram ainda, que a utilização de interruptores fornece um meio alternativo para crianças com deficiência neuromotora poderem aceder ao seu ambiente, exercerem controlo sobre o mesmo, e expressarem-se. Tudo isto desenvolve, consequentemente, o conhecimento de relações de causa e efeito, ao mesmo tempo que promove o aparecimento de efeitos positivos ao nível emocional, motivacional e da atenção logo nos primeiros anos de vida (Sullivan & Lewis, 2000). Pode então sugerir-se que a utilização de interruptores facilita a descoberta de contingências, por parte da criança (Daniels, Sparling, Reilly, & Humphry, 1995; Sullivan & Lewis, 2000). Para além disso, segundo Sullivan e Lewis (2000), a utilização de interruptores pode marcar a diferença entre o tão desejado aprender a aprender e o aprender a ser impotente, e pode ainda, promover a aprendizagem de que se pode agir sobre o ambiente e a aprendizagem de que se pode gerir a frustração.

Num estudo comparando os efeitos de três tipos de estímulos de reforço (brinquedos e dispositivos adaptados, *software* comercial de causa-efeito e programas de *vídeo* desenvolvidos pelo instrutor) no ensino de relações causa-efeito em crianças com perturbações intelectuais profundas, Mechling (2006) verificou que os alunos apresentavam durações mais prolongadas de atenção e uma frequência mais elevada de

activação do manípulo quando lhes era proposta uma actividade de computador individual baseada no acesso por um manípulo.

1.4 Competências Víscuo-Motoras

O campo das competências víscuo-motoras inclui um leque vasto de funções que envolvem a coordenação entre a recepção e processamento de informação visual e a actividade motora.

Aqui poderão encontrar-se conceitos como integração víscuo-motora, coordenação víscuo-motora, associação víscuo-motora e controlo víscuo-motor que, muitas, vezes são utilizados quase indiscriminadamente (Grönqvist, 2010; Bhat & Sanes, 2008). Capon (1994), por exemplo, refere-se à associação víscuo-motora definindo-a como a capacidade de integrar respostas visuais e motoras numa acção física. Já Tomchek e Smeck (2006) utilizam o termo controlo víscuo-motor para se referirem à capacidade de coordenar a informação visual com uma resposta motora no decurso da realização de movimentos orientados pela visão. Blythe (2012) e Kurtz (2006) utilizam, ainda, o termo integração víscuo-motora para fazer referência ao processo semelhante de coordenação ou integração da informação/estímulo visual com o movimento.

Segundo Anthony (2000) as competências víscuo-motoras abrangem, ainda, duas áreas: as competências víscuo-motoras finas que implicam a coordenação das mãos com os olhos e a coordenação bilateral motora (e.g.: alcançar um objecto localizado no campo de visão, a apreensão e utilização de objectos e ferramentas) e, as competências víscuo-motoras globais que se referem à coordenação do movimento do corpo em relação a um objecto visualizado (como será necessário na deslocação dentro de um percurso, no chutar de uma bola, etc).

No contexto da infância, Kurtz (2006) refere a importância da competência víscuo-motora nas aprendizagens pré-escolares, que tendem a envolver actividades com bastante manipulação manual: a apreensão do lápis e sua utilização na escrita, a manipulação da tesoura para cortar uma folha, a utilização da coordenação bilateral motora na realização de actividades da vida diária (e.g.: abotoar uma camisa, atar os

sapatos, comer com talheres, etc), e a capacidade de brincar com e manipular uma variedade de brinquedos e ferramentas (Kurtz, 2006; Kranowitz, 2005).

Neste sentido, o período pré-escolar e as experiências educativas e recreativas apresentadas às crianças nesta etapa deverão proporcionar oportunidades para a estimulação e o treino de tais competências visuo-motoras, que se têm revelado essenciais na prontidão escolar enquanto precursoras de funções essenciais nas aprendizagens de teor mais académico características do período escolar. A este respeito, por exemplo, num estudo analisando a correlação entre competências motoras na idade pré-escolar com o desempenho académico durante os primeiros anos de escolaridade, Son e Meisels (2006) verificaram que as competências visuo-motoras na entrada para o jardim-de-infância consistiram num preditor significativo do desempenho na leitura e escrita no primeiro ano de escolaridade.

Habitualmente, as actividades destinadas à avaliação do funcionamento visuo-motor, envolvem tarefas que apelam ao movimento no espaço ou ao movimento dirigido a um objecto alvo, actividades que implicam a construção com objectos e o apontar para, alcançar e agarrar objectos (e.g.: o Sub-Teste *Visual-Motor Integration* do *Peabody Developmental Motor Scales – 2ª Ed* (Folio & Fewell, 1983, 2000 in Aylward, 2011) que avalia crianças desde o seu nascimento aos 6 anos de idade), e a cópia de figuras que requerem que a criança processe a informação visual do modelo e a recrie através de uma resposta grafo-motora (e.g.: *Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration– 5ª Ed.* (Beery, Buktenica, & Beery, 2004 in Vig & Sanders, 2007) para crianças e jovens dos 2 aos 18 anos de idade e o *Bender Gestalt Visual-Motor Test – 2ª Ed.* (Brannigan & Decker, 2003 in Salvia, Ysseldyke, & Bolt, 2007) dos 4 aos 85 anos de idade).

A criança de desenvolvimento típico utiliza informação visual para guiar o seu movimento intencional e planeado. É através da sincronização das suas competências visuo-motoras que a criança poder movimentar o seu corpo de forma eficiente, mover-se de um local a outro, ver e copiar uma simples imagem ou estrutura de blocos, bem como, ver, alcançar a agarrar um objecto (Kranowitz, 2005). Por outro lado, a criança com fracas competências visuo-motoras tem dificuldades em utilizar a informação

daquilo que vê para guiar os seus movimentos e realizar uma resposta motora adequada (Blythe, 2012). Nestes casos, estas dificuldades poderão manifestar-se em diversas actividades envolvendo a manipulação de brinquedos e materiais recreativos e escolares essenciais ao seu desenvolvimento.

A Investigação Comparando o Controlo Víscuo-Motor em Crianças de Desenvolvimento Típico e Crianças com Perturbação Neuromotora Ligeira

As competências de integração víscuo-motora poderão encontrar-se comprometidas por défices a qualquer um dos níveis do sistema víscuo-motor: discriminação visual, interpretação visual, motricidade fina, integração de processos motores e visuais (Culbertson, 2003).

Em muitas crianças nascidas pré-termo, a eventual leucomalácia periventricular pode provocar lesões nas vias visuais adjacentes (Jacobson, Ek, Fernell, Flodmark & Broberger, 1996 in Böhm, Lundequist & Smedler, 2010). Outras lesões perinatais poderão comprometer o normal funcionamento das vias visuais e do córtex visual, levando a défices graves na visão e percepção (Larsson, Rydberg & Holmström, 2005 in Böhm, Lundequist & Smedler, 2010). Existe, ainda, o risco de que as fibras motoras sejam também atingidas, causando aquilo que se chama paralisia cerebral espástica, e conduzindo tanto a uma disfunção primária motora como a uma coordenação víscuo-motora deficiente (Böhm, Lundequist & Smedler, 2010). Neste contexto, dos défices visuo-motores por leucomalácia periventricular, têm sido documentadas dificuldades ao nível da coordenação e integração víscuo-motora correlacionadas com a redução substância branca periventricular (Koeda & Takeshita, 1992 in Fazzi, 2010), com a dilatação lateral ventricular e com o envolvimento da radiação óptica ou espessura do corpo caloso (Fedrizzi *et al.*, 1996 in Fazzi, 2010).

Num projecto longitudinal realizado em Estocolmo, as funções executivas e o desenvolvimento víscuo-motor foram analisados, com o Teste Gestáltico Víscuo-Motor de Bender, a WPPSI-R e a Bateria Neuropsicológica NEPSY, aos 5 anos e meio em 175 crianças nascidas pré-termo e 125 nascidas a termo (Böhm, Lundequist & Smedler, 2010). Os resultados obtidos no do Teste de Bender encontraram-se fortemente

relacionados com o nível cognitivo geral (Q.I.) em ambos os grupos. Comparando o funcionamento visuo-motor de crianças nascidas pré-termo com as crianças nascidas a termo, o grupo pré-termo revelou um nível de funcionamento visuo-motor inferior em comparação com o grupo de crianças nascidas a termo, mesmo quando controlado o Q.I. O comportamento hiperactivo e a desatenção aumentou ainda o risco no que respeita a défices visuo-motores em crianças nascidas pré-termo, enquanto nenhum risco adicional foi verificado em crianças hiperactivas nascidas a termo. Tais resultados sugerem que crianças nascidas pré-termo desenvolvem uma organização neuro-comportamental diferente da de crianças nascidas a termo e, ainda, indicam que o Teste de Bender, juntamente com a avaliação neuropsicológica, poderá constituir uma ferramenta útil na avaliação e despiste de perturbações do desenvolvimento na entrada para a escolaridade.

Também Grönqvist (2010) apresenta uma tese onde, através de vários estudos, explora o desenvolvimento visuo-motor precoce em crianças nascidas pré-termo e a termo. Neste conjunto de estudos, os estudos II-IV compararam o desenvolvimento da capacidade de seguir visualmente e alcançar objectos em movimento, em bebés muito prematuros (nascidos <32 semanas de gestação) e bebés saudáveis nascidos a termo. O desenvolvimento do seguimento visual num plano horizontal aos 2 e 4 meses de idade deu-se mais tarde no grupo de bebés prematuros (Estudo II), colocando-se a questão de este atraso ser causado por lesões específicas resultantes da prematuridade. No entanto, os atrasos persistiram, mesmo quando excluídas as crianças que sofreram complicações neonatais e as crianças que nasceram mais pequenas do que seria esperado para a sua idade gestacional (Estudo III), indicando que os atrasos terão sido causados pela prematuridade. Aos 8 meses de idade, tanto crianças prematuras como crianças nascidas a termo, foram igualmente bem-sucedidas na realização de gestos de alcançar e no agarrar objectos em movimento. No entanto, o grupo pré-termo fez uso de uma estratégia bimanual mais frequentemente e, ainda, realizou um percurso mais irregular e espasmódico do que o grupo de bebés nascidos a termo (Estudo IV). Em resumo, os bebés prematuros apresentaram um atraso no desenvolvimento visuo-motor em comparação com bebés nascidos a termo. Os resultados destes estudos sugerem que

existem lesões difusas adicionais, no sistema visuo-motor, que não se encontram relacionadas com complicações neonatais tais como são diagnosticadas actualmente.

A Investigação Comparando a Avaliação/Treino do Controlo Visuo-Motor em Ambiente Físico e Virtual

Li, Atkins, e Stanton (2006) estudaram o impacto da utilização do computador na prontidão escolar e nas competências psicomotoras em 122 crianças. As crianças do grupo experimental trabalharam num computador durante 15-20 minutos por dia com um *software* educacional, enquanto o grupo controle participou no currículo tradicional. Quatro testes padronizados foram administrados no início, e 6 meses mais tarde, para avaliar a prontidão escolar, as competências visuo-motoras (com o Teste Visuo-Motor de *Bender*), as competências motoras e o desenvolvimento cognitivo. Em comparação com crianças que não usufruíram do acesso frequente a um computador, as crianças que tiveram acesso semanal e/ou diário, apresentaram desempenhos significativamente melhores no Teste Visuo-Motor de *Bender*.

1.5 Lateralidade

Fonseca (cit. in 2004, p.172) define a lateralidade como “*a capacidade de integração sensorio-motora dos dois lados do corpo, transformando-se numa espécie de radar endopsíquico de relação e de orientação com e no mundo exterior*”. A lateralidade representa, portanto, a consciencialização de que o corpo tem dois lados – o esquerdo e o direito –, o que pressupõe que a criança tenha adquirida a noção da linha média. É partir desse conhecimento que a criança pode então começar a estabelecer as relações de orientação face aos objectos, às imagens e aos símbolos, o que, segundo (Rocha, 2008) explica por que razão a lateralidade tem um impacto tão decisivo nas aprendizagens escolares da criança. Uma vez estabelecida e consolidada a noção de lateralidade e a consciência corporal, a criança começa a construir aquilo a que se chama direccionalidade. É durante esta fase que a criança transfere para o espaço exterior o conhecimento que tem dos lados esquerdo e direito do corpo. A direccionalidade abrange três referências espaciais: esquerda e direita, em cima e em baixo, à frente de/para a frente e atrás de/para trás (Frost, Wortham & Reifel, 2001). Segundo os

autores, inicialmente, a criança apreende estas três referências direccionais em relação ao seu próprio corpo (*localização egocêntrica*) e, só posteriormente desenvolve a capacidade de transpor este conhecimento para o espaço e para outros objectos ou pessoas (*localização objectiva*). Assim, numa primeira fase, que decorre entre os 6 e os 8 anos, a criança começa por referir-se às pessoas e aos objectos do seu meio na relação espacial que estas têm consigo própria (e.g.: “a torre de cubos está à minha direita”, “o candeeiro está em cima” e “o carrinho está à minha frente”). Já numa segunda fase, entre os 8 e os 11 anos, a criança começa a poder fazer observações que envolvem a relação espacial de objectos e pessoas, em relação uns com os outros (e.g.: “a torre de cubos está à esquerda da menina”, “o carrinho está em cima da mesa” e “o carrinho está atrás do menino”).

A Investigação Comparando a Percepção Víscuo-Espacial em Crianças de Desenvolvimento Típico e Crianças com Perturbação Neuromotora Ligeira

Barca, Pezzulo e Castelli (2010) realizaram um estudo, onde compararam um grupo de 7 crianças com paralisia cerebral com um grupo de 5 crianças de desenvolvimento típico numa tarefa que requeria a apreciação de localizações, quer egocêntricas, quer objectivas. No que respeita à localização objectiva, não foram encontradas diferenças entre as crianças com paralisia cerebral e o grupo de controlo. No entanto, no que concerne à localização egocêntrica, o desempenho das crianças com paralisia cerebral foi mais fraco do que o das crianças tipicamente desenvolvidas no que concerne à localização egocêntrica, sugerindo a existência de uma utilização ineficaz de representações centradas no próprio corpo no caso das crianças com paralisia cerebral.

1.6 Competências Víscuo-Espaciais

É no decurso da fase pré-escolar que, segundo Frost, Wortham e Reifel (2001), as competências motoras adquiridas no período anterior, são integradas com competências perceptivas e sensoriais, nomeadamente, visuais, auditivas e tácteis, dando-se assim, o desenvolvimento de comportamentos e competências perceptivo-motoras cada vez mais complexos. Segundo os autores, estas competências perceptivo-motoras incluem a

consciência corporal, a percepção espacial, a percepção da direccionalidade, e a percepção temporal.

A percepção visuo-espacial poderá ser descrita como a capacidade para perceber a colocação, a localização e o movimento relativos de estímulos visuais (Shaw, 2009). Segundo o autor, pessoas com dificuldades na orientação espacial poderão ser capazes de perceberem correctamente os componentes individuais de estímulos visuais, mas ser incapazes de integrá-los correctamente. Neste contexto, problemas associados poderão incluir dificuldades em imaginar como estímulos visuais se apresentariam ou se encaixariam se fossem rodados.

No que à construção do espaço diz respeito, Piaget e Inhelder (1981) elaboraram um extenso trabalho no qual avançaram com uma teoria acerca do desenvolvimento da representação do espaço na criança. Segundo os autores, o conhecimento acerca do espaço evolui segundo a organização das estruturas presentes em determinado período ou nível de desenvolvimento (Davis & Hyun, 2005). Os autores defendem que o primeiro a constituir-se é o espaço topológico, que domina o período *pré-operatório* (dos 2 aos 7 anos de idade). Neste período e com o advento da capacidade de representar, as relações anteriormente estabelecidas sobre a forma de acções práticas características do período sensório-motor, são interiorizadas e contempladas sob o plano da representação (Zaia, 2008). Nesta reconstrução do espaço, do prático para a representação, a passagem das relações espaciais para o plano da representação no período pré-operatório segue a mesma sequência que o estabelecimento dessas mesmas relações no período *sensório-motor* (até aos 2 anos). O espaço topológico é então caracterizado pelo estabelecimento de relações entre objectos de proximidade, separação, ordem (*sucessão espacial*), envolvimento (e.g.: “dentro de”) e continuidade construídas no período sensório-motor e interiorizadas e representadas ao longo do período pré-operatório (Piaget e Inhelder, 1981). Assim, as noções de “perto” ou “longe”, “separado” ou “unido”, “antes” ou “depois”, “fora” ou “dentro”, “aberto” ou “fechado”, “contínuo” ou “descontínuo” poderão ser encontradas durante este período.

As relações topológicas, estabelecidas durante o período pré-operatório, servem então de ponto de partida para a construção do espaço projectivo e, paralelamente, do espaço euclidiano, ambos os quais evoluem durante o período das *operações concretas*.

O espaço topológico transforma-se em projectivo quando os objectos representados passam a poder coordenar-se entre si (Zaia, 2008). Tal deve-se à descentração que ocorre na criança durante este período, a qual lhe permite a coordenação de outros pontos de vista espacialmente diferentes do seu. Assim, por exemplo, a criança passa a poder reconhecer que algo que está à sua esquerda está à direita de uma pessoa que se encontra virada para si. Paralelamente vão-se desenvolvendo as relações euclidianas que se caracterizam pela construção de coordenadas e de noções métricas incluindo ângulos, curvas, distância e tamanho relativos, os quais implicam as capacidades de comparação e seriação que só por esta altura se começam também a desenvolver.

A Investigação Comparando a Percepção Víscuo-Espacial em Crianças de Desenvolvimento Típico e Crianças com Perturbação Neuromotora Ligeira

Crianças com deficiência e atrasos do desenvolvimento frequentemente apresentam dificuldades no que respeita a conceitos espaciais e à aprendizagem espacial, o que tem um impacto considerável tanto nas competências da vida diária como no desempenho académico, influenciando a aprendizagem da leitura, da escrita e da matemática. Atrasos no desenvolvimento espacial podem resultar de perturbações directas ao nível das estruturas neuronais respeitantes ao processamento de informação espacial, mas em outros casos, tais atrasos poderão ser uma consequência secundária de uma deficiência (Akhutina, Foreman, Krichevets, Matikka, Narhi, Pylaeva & Vahakuopus, 2003), onde, por exemplo, a restrição da exploração espacial autónoma (e.g.: nas deficiências motora e visual) dificulta a elaboração de competências espaciais.

Diversos estudos têm revelado que crianças com PC também demonstram défices no que respeita às competências relacionadas com a percepção visual e às competências víscuo-espaciais (Olsén *et al.*, 1998; Pirila *et al.*, 2004; Sabbadini, Bonanni, Carlesimo & Caltagirone, 2007).

Olsén *et al.* (1998), utilizando a NEPSY (*NEPSY: A Developmental Neuropsychological Assessment*), avaliaram as funções neuropsicológicas de 41 crianças nascidas pré-termo e com peso à nascença <1750g (n = 13 com LPV) aproximadamente aos 8 anos de idade, verificando que estas crianças obtiveram resultados mais baixos (particularmente nas tarefas visuo-perceptivas e espaciais), do que o grupo de crianças nascidas a termo com peso gestacional normal, mas ainda dentro do normal esperado para a idade.

Num estudo de Pirila *et al.* (2004), foi estudada a relação entre os resultados nos ultra-sons neonatais do crânio e nas posteriores avaliações neuropsicológicas (NEPSY) e da inteligência (*Wechsler Intelligence Scale – 3ª Edição* e a *Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence – Revista*) de 15 crianças com diplegia espástica entre os 5 e os 12 anos de idade. Embora não tenham sido encontradas associações entre os resultados nos ultra-sons e na NEPSY, as crianças apresentaram claros défices nas funções sensório-motoras (precisão visuo-motora) e do processamento visuo-espacial (cópia de figuras, setas, construção com blocos).

Consistente com estes resultados, mas utilizando ferramentas distintas para avaliação das funções visuo-perceptivas (*visual-perception test*) e espaciais (*spatial localization test*), Sabbadini, Bonanni, Carlesimo e Caltagirone (2007) compararam um grupo de 8 crianças e jovens com paralisia cerebral e um grupo de 19 crianças tipicamente desenvolvidas, verificando que as crianças com paralisia cerebral apresentavam desempenhos significativamente mais fracos, do que o grupo de controlo, nos testes que exigiam o processamento de estímulos visuo-perceptivos e espaciais.

A Investigação Comparando a Avaliação/Treino da Percepção Visuo-Espacial em Ambiente Físico e Virtual

No campo da cognição espacial vários estudos têm vindo a demonstrar a importância da exploração autónoma e da acção auto-iniciada no espaço para o desenvolvimento de representações espaciais internas eficazes.

Neste contexto, a utilização de simulações computadorizadas a três dimensões que podem ser exploradas em tempo real (ambientes virtuais) tem-se verificado como um

meio eficaz no treino espacial. No que respeita às crianças, os ambientes virtuais consistem num meio que proporciona às crianças experiências repetidas de exploração autónoma que podem ser controladas por dispositivos de *input* que poupam as crianças da necessidade de socorrer-se de movimentos motores globais para realizar deslocações espaciais eficazes (Wilson, Foreman & Stanton, 1997 *in* Foreman, Stanton, Wilson & Duffy, 2003).

A utilização de jogos de computador para desenvolver competências de orientação espacial tem, por isso, sido estudada em crianças com paralisia cerebral.

Nomeadamente, num estudo de Akhutina *et al.* (2003) foi estudada a eficácia da combinação de treino espacial em ambiente virtual com tarefas adicionais apresentadas num monitor de computador em crianças com perturbações motoras complexas com restrição do movimento. Numa primeira experiência, foram estudadas 21 crianças com paralisia cerebral, entre os 7 e os 14 anos de idade, que se encontravam a usufruir de reabilitação não-específica, sendo que o subgrupo experimental recebeu treino espacial adicional em ambiente virtual (labirintos) e com modelos equivalentes num monitor de computador. O treino com o computador foi feito num computador tradicional e os movimentos no espaço virtual controlados utilizando o rato. Todas as crianças foram avaliadas antes e depois do treino em quatro testes espaciais. Numa segunda experiência, 45 crianças com paralisia cerebral receberam o mesmo treino que na primeira experiência, sendo que o grupo experimental recebeu treino complementar concebido para desenvolver funções executivas e a utilização de terminologia e conceitos espaciais. Além disso, a avaliação da eficácia dos tratamentos focou um leque maior de testes do que na primeira experiência ao incluir medidas adicionais de competências cognitivas e visuo-espaciais. Como resultados na primeira experiência, enquanto ambos grupos demonstraram melhorias no pós-teste, o grupo experimental apresentou melhorias mais significativas, indicando que a introdução de treino em ambiente virtual no programa de reabilitação resulta no desenvolvimento de competência visuo-espaciais. Crianças que iniciaram o treino com menor nível de desempenho não beneficiaram do treino adicional. Na segunda experiência, ambos grupos demonstraram melhorias, sendo que o grupo experimental demonstrou melhorias significativamente maiores do que o grupo de

controle, independentemente do nível inicial de desempenho. Estes resultados sugerem que o treino em ambiente virtual é eficaz em crianças com perturbações motoras complexas, especialmente quando complementado com treino dirigido à melhoria de limitações cognitivas.

Foreman, Stanton, Wilson e Duffy (2003) desenvolveram um estudo focando a transferência de conhecimento espacial desde a navegação em ambientes virtuais para ambientes reais em crianças com deficiência motora. Numa primeira experiência, 2 grupos de crianças tipicamente desenvolvidas foram expostos tanto a um ambiente virtual complexo como a um modelo físico de um ambiente diferente. Para um grupo, o modelo virtual simulava com precisão uma escola real, enquanto para o outro grupo, era o modelo físico que a representava. No teste de transferência, realizado na escola real, a precisão na orientação espacial foi maior no grupo exposto ao modelo virtual da escola. Numa segunda experiência, crianças com deficiência motora exploraram o modelo virtual da escola e foram avaliadas tal como na primeira experiência. Medidas relacionadas com a precisão na orientação espacial e com a colocação em mapas foram significativamente melhores neste grupo do que no grupo de controlo adulto sem qualquer exposição prévia a um modelo. Os resultados ilustram o potencial dos ambientes virtuais como ferramentas úteis no treino espacial.

Outros estudos, no entanto, têm demonstrado o benefício de objectos físicos pelo facto de oferecerem experiências tácteis às crianças.

Por exemplo, com o intuito de avaliar e comparar a influência que a forma física e virtual de uma tarefa tem no desempenho de crianças, Verhaegh, Resing, Jacobs e Fontijn (2009) apresentaram, a crianças entre os 5 e os 7 anos, um conjunto de tarefas de raciocínio visuo-espacial com *puzzles*, sob duas condições: tarefas com *puzzles* virtuais (apresentados num monitor de computador) e tarefas com *puzzles* físicos. A ordem pela qual se apresentaram as duas versões do puzzle foi contra-balanceada pelos participantes. Os resultados revelaram que as crianças precisaram de menos tempo e de menos orientações para ter sucesso na condição física do que na condição virtual. Além disso, verificou-se que as crianças apresentavam um comportamento de resolução do problema com mais “medição” e “encaixe” na versão física, o que poderá ter contribuído para ajudar as crianças

a encontrar a solução correcta mais rapidamente. No entanto, as crianças acharam a versão virtual mais apelativa.

1.7 Funções Executivas

Uma das áreas de grande interesse e investimento, na Neuropsicologia da actualidade, é a compreensão dos processos envolvidos no comportamento intencional e orientado a objectivos (*goal-directed behaviour*) que caracteriza a actividade humana.

Neste contexto, vem ganhando especial destaque o estudo das Funções Executivas. Cicerone et al., (2000, p. 1605) descrevem como um conjunto de

“(…) processos cognitivos integrados que determinam o comportamento intencional e dirigido a objectivos, sendo essenciais na execução ordenada das actividades de vida diária e, incluindo a capacidade para formular objectivos, iniciar o comportamento, antecipar as consequências das acções, planear e organizar o comportamento de acordo com sequências espaciais, temporais, tópicas ou lógicas, bem como, para monitorizar e adaptar o comportamento de forma a atender a uma determinada tarefa ou contexto”.

As funções executivas diferem de outras funções cognitivas. Segundo Lezak (1995 in Barkley 2012), enquanto questões relacionadas com funções cognitivas envolvem o saber *o que* se vai fazer e *quanto*, as questões relacionadas com funções executivas implicam o *decidir se* e o saber *como* uma actividade é levada a cabo.

Tendo como objectivo a realização de um comportamento intencional e planeado, são diversos os processos e as competências que diferentes autores englobam no leque de funções executivas.

Chan, Shum, Touloupoulou e Chen (2008) incluem no leque de funções executivas a resolução de problemas, o planeamento, a capacidade de organização em sequências (sequenciação), a atenção selectiva e mantida, o controlo inibitório (que envolve a resistência a distração), a utilização de *feedback*, a realização de tarefas múltiplas

(*multitasking*), a flexibilidade cognitiva e a capacidade de lidar com mudanças no ambiente.

Todos estes processos requerem uma coordenação eficaz e a integração de informação, através de uma variedade de redes neuronais e domínios cognitivos (e.g.: o linguístico, o visuo-perceptivo e o mnésico). Este tipo de integração cognitiva, que caracteriza o funcionamento executivo, encontra-se maioritariamente mediada pelo córtex pré-frontal (Stuss, Alexander & Benson, 1997). No entanto, é o sistema de interligações neuronais que o córtex pré-frontal apresenta com várias regiões do cérebro que possibilita uma eficaz integração e o processamento de informação de ordem superior envolvendo toda a gama de domínios cognitivos, sendo que, portanto, uma lesão em qualquer área deste sistema poderá resultar em défices ao nível das funções executivas.

As lesões da substância branca, frequentemente presentes no bebé prematuro (e em particular na criança com leucomalácia periventricular), incluem perturbações ao nível do sinal da substância branca, o aumento dos ventrículos laterais, a redução do volume da substância branca e o estreitamento do corpo caloso (Inder, Wells, Mogridge, Spencer & Volpe, 2003) que constitui a principal via de ligação entre os hemisférios esquerdo e direito do cérebro. De entre os diversos efeitos adversos que estas alterações da substância branca poderão ter, Luciana (2003) realça o seu impacto negativo no desenvolvimento de circuitos neuronais prefrontais intimamente relacionados com o funcionamento executivo.

Em seguida, são aprofundadas as funções executivas da atenção, do controlo inibitório, do planeamento e da sequenciação, que foram identificadas como estando subjacentes às tarefas apresentadas no presente estudo.

1.7.1 Atenção

A atenção refere-se a um processo neuropsicológico através do qual o sistema nervoso central actua sobre a informação proprioceptiva percebida como relevante (Ashton-Miller, Wojtys, Huston, & Fry-Welch, 2001), no contexto da actividade

orientada a objetivos. A atenção consiste num sistema multidimensional apoiada por diversas regiões cerebrais e circuitos neuronais (Reynolds & Bigler, 1997).

Segundo Weijer-Bergsma, Wijnroks e Jongmans (2008), a integridade dos processos atencionais é considerada essencial para o desenvolvimento cognitivo, sendo que estes processos influenciam o desempenho de outros processos básicos tais como a memória, o processamento linguístico, a leitura e a fluência e eficácia de outras funções executivas. É talvez por esta razão que as dificuldades na área da atenção se encontram, tão frequentemente, associadas a dificuldades de aprendizagem em várias áreas. A este respeito, alguns cálculos estimam que entre 8-39% das crianças com Perturbação de hiperactividade e défice de atenção (PHDA) apresentam dificuldades na leitura; 12-30% na matemática; 12 – 27% na ortografia e 60% ou mais na caligrafia (Barkley, 2006).

Vários modelos têm sido avançados numa tentativa de descrever os processos da atenção. Do ponto de vista neuropsicológico, os modelos propostos por Posner e Petersen (1990, cit. por Anderson *et al.*, 2011) e Mirksy e colegas (Mirsky, Anthony, Duncan, Ahearn, & Kellam, 1991, cit. por Anderson *et al.*, 2011) têm sido dos mais influentes.

O modelo da rede de atenção de Posner e Petersen (1990, cit. por Anderson *et al.*, 2011) é baseado em estudos clínicos, experimentais e de neuro-imagem, e descreve a existência três redes principais de atenção. Neste quadro, a rede de alerta/vigília possibilita a aquisição e manutenção do estado de alerta; a rede de orientação é responsável pela orientação ou o foco selectivo na direcção de estímulos relevantes, e finalmente; uma rede de controlo executivo que proporciona a regulação e resolução de conflitos entre expectativas, estímulos e repostas.

O modelo de Mirsky e colegas (Mirsky, Anthony, Duncan, Ahearn, & Kellam, 1991, cit. por Anderson *et al.*, 2011), baseado na análise dos componentes de resultados de testes neuropsicológicos, inclui quatro principais factores de atenção suportados por diferentes estruturas e redes neurais: foco, manutenção, alternância, e codificação. A capacidade para selectivamente focar estímulos específicos, enquanto se ignoram os irrelevantes é denominada de atenção focada, enquanto a capacidade de manter o foco e

atenção define a atenção mantida. A atenção de codificação relaciona-se com a capacidade de armazenar informações temporariamente, muitas vezes, durante a execução de outras actividades cognitivas. Finalmente, atenção alternada designa a capacidade de, selectivamente, transferir a atenção de uma actividade para outra.

A Investigação Comparando a Atenção em Crianças de Desenvolvimento Típico e Crianças com Perturbação Neuromotora Ligeira

A atenção é dos mecanismos que poderá esclarecer o risco acrescentado que as crianças prematuras apresentam no que respeita ao desenvolvimento de perturbações desenvolvimentais (van de Weijer-Bergsma, Wijnroks & Jongmans, 2008), incluindo perturbações cognitivas e comportamentais.

Mulder, Pitchford, Hagger e Marlow (2009) realizaram uma meta-análise de estudos nesta área, cujos resultados reforçam a ideia de que a atenção de crianças nascidas prematuramente se encontra comprometida numa variedade de dimensões, nomeadamente: a atenção selectiva (tamanho médio do efeito = 0.38), a atenção mantida (tamanho médio do efeito = 0.45), a inibição (tamanho médio do efeito = 0.25) e a atenção alternada (tamanho médio do efeito, utilizando o *Trail Making Test* = 0.50; tamanho médio do efeito utilizando testes de *Sorting* = 0.10).

Vários estudos, recorrendo a diferentes instrumentos de avaliação da atenção, têm vindo a corroborar a ideia de que, quando comparadas com os seus pares (nascidos a termo, com peso normal e sem indício de lesão neurológica), as crianças nascidas pré-termo, com baixo peso à nascença, e/ou apresentando lesões neurológicas (e.g.: LPV) apresentam maiores dificuldades nos seus processos atencionais.

Anderson *et al.* (2011) realizaram um estudo com o objectivo de analisar a atenção num grupo vasto, representativo e actual de crianças nascidas extremamente prematuras (EP) e/ou com extremo baixo peso (EBP). O estudo incluiu um grupo de 189 crianças que nasceram com extrema prematuridade (gestação <28 semanas) ou extremo baixo peso à nascença (<1000g) e um grupo de comparação de 173 crianças nascidas a termo e com peso normal. Os participantes foram avaliados aos 8 anos de idade, sendo administradas medidas de atenção selectiva, atenção mantida, atenção de codificação e

atenção executiva (inibição, atenção alternada e atenção dividida). Para avaliar elementos de desatenção, o cuidador principal preencheu o Inventário de Classificação Comportamental de Funções Executivas (em inglês BRIEF) e a Escala de *Conners* para avaliação da PHDA/DSM-IV (CADS-P). Comparativamente com o grupo de crianças nascidas a termo e com peso normal, o grupo EP/EBP apresentou taxas significativamente mais elevadas de comprometimento da atenção selectiva, mantida, alternada e dividida, assim como de sintomas de défice de atenção e hiperactividade. Em conclusão, este estudo fornece fortes evidências de que as crianças nascidas EP / EBP apresentam um risco aumentado para défices de atenção, e, como tal, esta população deve ser cuidadosamente monitorizada durante a primeira infância e início da escolaridade com foco no desenvolvimento e funcionamento da atenção.

Bayless e Stevenson avaliaram componentes das Funções Executivas (incluindo a inibição) e a atenção (mantida e selectiva) e compararam-nas num grupo de 40 crianças nascidas pré-termo (idade gestacional <32 semanas) e num grupo de 41 crianças nascidas a termo entre os 6 e os 12 anos. As análises indicaram que as crianças prematuras obtiveram resultados significativamente inferiores nas tarefas de avaliação da atenção e funções executivas, comparativamente com os seus pares nascidos a termo.

Numa amostra de crianças nascidas com extremo baixo peso na Finlândia, Korkman, *et al.* (2008) avaliaram os perfis de avaliações neuropsicológicas em quatro grupos, definidos de acordo com um exame de avaliação neuromotora aos 5 anos de idade: estado neuromotor normal (n = 56); problemas de coordenação motora (n = 32); múltiplos sinais subtis neuromotores, incluindo problemas de coordenação motora e reflexos desviantes (n = 20); e diplegia espástica (n = 12). A avaliação neuropsicológica (com a NEPSY) incluiu, entre outras áreas, a avaliação da atenção. As crianças com o estatuto neuromotor normal tiveram desempenhos dentro da média; as crianças com problemas de coordenação motora apresentaram um comprometimento generalizado, e quer crianças com diplegia espástica, quer crianças com múltiplos sinais neuromotores subtis, apresentaram resultados fracos no que toca à atenção. Em conclusão, as crianças muito prematuras com sinais neuromotores, incluindo problemas de coordenação motora, estão em risco de apresentar défices neurocognitivos, ainda que tendo uma

inteligência média. O seguimento e avaliação neuropsicológica de crianças muito prematuras com sinais neuromotores subtis é, portanto, recomendada.

Katz *et al.* (1996) analisaram os domínios de atenção e do controlo inibitório, medidos pelo *Continuous Performance Task* (CPT), num grupo de 64 crianças nascidas prematuramente e 40 crianças nascidas a termo, com idades entre os 6 e 8 anos. As crianças prematuras foram classificadas pela gravidade das suas lesões cerebrais neonatais em grupos de: nenhuma lesão, lesão leve (e.g.: Densidades Periventriculares, Ligeira Dilatação Ventricular sem Hemorragia), e lesões graves (e.g.: Hemorragia Intra-Ventricular, Leucomalácia Periventricular). As crianças com lesões graves cometeram significativamente mais erros por omissão (que ocorrem quando a criança não responde quando uma resposta é requerida, reflectindo distração ou desatenção) e erros por acção (que ocorrem quando criança age/dá a resposta, sem esta ser requerida, reflectindo impulsividade) do que o grupo de comparação nascido a termo. Crianças sem lesões também cometeram mais erros, quer por acção quer por omissão, do que as crianças nascidas a termo, sugerindo a existência de impulsividade e défices de atenção secundários à prematuridade, mesmo na ausência de lesão cerebral identificáveis. Os resultados sugerem que as crianças prematuras, com e sem lesões identificáveis, encontram-se em risco de ter défices de atenção e impulsividade.

Mais recentemente, Lemay, Lê e Lamarre (2012) realizaram um estudo em que avaliaram e compararam as funções da atenção mantida e do controlo inibitório em adolescentes com paralisia cerebral (n = 10) e sem paralisia cerebral (n = 10), utilizando uma versão manual e outra oculomotora do CPT. Na versão oculomotora do teste os adolescentes com PC apresentaram mais omissões e erros por acção do que os seus pares sem PC. Já na versão manual, apenas se verificaram mais omissões nos adolescentes com PC comparativamente com o grupo de controlo, possivelmente devido à presença de um défice da motricidade manual na Paralisia Cerebral. Estes resultados apontam para a existência de um compromisso das funções da atenção mantida e inibição na Paralisia Cerebral e sugerem, ainda, que os movimentos oculares poderão constituir uma fonte alternativa de informação na avaliação da atenção mantida quando o movimento manual se encontra comprometido.

Ben Amor, Chantal e Bairam (2012) realizaram um estudo no qual utilizaram o CPT para avaliar e comparar a atenção entre 20 crianças com PHDA nascidas prematuramente (34-36 semanas de gestação) e 66 crianças com PHDA nascidas a termo entre os 5 e os 13 anos de idade. As crianças com PHDA nascidas pré-termo apresentaram níveis significativamente mais elevados de omissões e erros por acção do que as crianças com PHDA nascidas a termo, sugerindo que entre crianças com PHDA, aquelas crianças nascidas pré-termo apresentam défices mais elevados da atenção e do controlo inibitório. Tais resultados sugerem que factores etiológicos poderão ter um impacto na expressão da PHDA, sendo que a prematuridade poderá exacerbar a manifestação sintomatológica (desatenção e comportamento impulsivo) desta perturbação.

Kolk e Talvik (2000), utilizando a bateria NEPSY, analisaram os perfis cognitivos de crianças com lesões cerebrais unilaterais congénitas, associadas com hemiparesia (PC). Os autores compararam os perfis neuropsicológicos de um grupo de 37 crianças com hemiparesia com um grupo com 13 crianças sem indícios de lesões cerebrais, entre os 4 e os 9 anos idade. De entre as áreas analisadas, reportamo-nos à análise e comparação da atenção e do controlo dos impulsos. Nos subtestes de atenção mantida, o grupo de crianças com hemiparesia apresentou desempenhos significativamente inferiores aos do grupo de controlo sem PC. No que respeita à inibição dos impulsos, as crianças com hemiparésia e, sobretudo, aquelas com lesões do hemisfério direito, apresentaram desempenhos significativamente mais baixos no controlo inibitório do que as crianças do grupo de controlo.

No entanto, nem todos os estudos relatam dificuldades significativas na atenção de crianças nascidas pré-termo e/ou com baixo peso.

Por exemplo, Begega, *et al.* (2007) compararam a atenção selectiva (utilizando o *d2 Selective Attention test*) entre um grupo de 63 crianças prematuras (IG = 37semanas) e um grupo de 78 crianças nascidas a termo, não tendo encontrado diferenças estatisticamente significativas entre os grupos [$F(10,262)= 0.345$, $p= .98$].

Também Grunau, Whitfield, e Fay (2004), não encontraram diferenças entre grupos quando, utilizando a CPT (*Continuous Performance Task* de *Conners*), avaliaram e compararam a atenção mantida de um grupo de 79 adolescentes (17 anos de idade) nascidos pré-termo (gestação ≤ 29 semanas) e com extremo baixo peso (≤ 800 g) com a de um grupo de 31 crianças nascidas a termo (gestação ≥ 39 semanas) e com peso normal (≥ 3068 g).

A Investigação Comparando a Avaliação/Treino da Atenção em Ambiente Físico e Virtual

Parsons, Bowerly, Buckwalter, e Rizzo (2007) realizaram uma comparação do desempenho da atenção, numa sala de aula virtual (imersiva), entre 10 rapazes com PHDA e 10 rapazes sem PHDA. Os rapazes com PHDA apresentaram mais erros por omissão, erros por acção e movimento corporal, comparativamente com os rapazes do grupo de controlo. Os rapazes com PHDA eram mais distraídos por elementos distractores na sala de aula virtual. Além disso, as medidas da sala de aula virtual correlacionaram-se com ferramentas tradicionais de avaliação da PHDA e com a CPT realizada no monitor de um computador.

1.7.2 Controlo Inibitório

A teoria e investigação em torno do controlo inibitório têm definido e estudado este constructo sob diferentes pontos de vista. Enquanto alguns autores focam o controlo inibitório ao nível da cessação ou do adiamento da actividade motora (*Stop Signal*, Tarefa de Desempenho Contínuo) em prol do investimento prévio dos recursos da atenção sobre a compreensão da tarefa (atenção às instruções, reflexão e tomada de decisão sobre a resposta a dar), outros autores desenvolvem os aspectos cognitivos do controlo inibitório, tal como é estudado na tarefa *Stroop*. Para os efeitos desta investigação, cuja resolução das tarefas se traduz numa determinada resposta motora, é necessário que a resposta, para que seja entendida como resposta ao problema e não como uma acção motora aleatória, seja dada em condições onde a criança detém a informação necessária sobre o problema e, de preferência, tenha reflectido sobre o mesmo e a sua resolução. Caso contrário, sempre que a acção motora/resposta seja dada

antes ou durante a instrução, não podendo nessas condições haver conhecimento ou reflexão sobre o problema e a sua resolução, a acção motora será interpretada como impulsiva e, portanto, carecendo de controlo inibitório. As tarefas deste estudo apelam, portanto, ao recurso de um controlo inibitório ao nível da actividade motora.

Barkley (1997) destaca a inibição como um processo central do funcionamento executivo, distinguindo ainda três processos interrelacionados na inibição: (i) a inibição de uma resposta que seria dominante face a um evento; (ii) a detenção de uma resposta que tem estado em curso, proporcionando assim, tempo para a reflexão e tomada de decisão no que respeita a uma resposta alternativa e; (iii) o controlo de interferências para evitar disrupções a este tempo de reflexão e à realização da nova resposta. São estas funções inibitórias que, de acordo com o autor, possibilitam o funcionamento eficaz de outras funções executivas. Pela mesma via, é então sugerido que, uma fraca capacidade de inibição poderá conduzir a défices secundários noutras funções executivas que dependem da inibição para a sua concretização eficaz.

A Investigação Comparando o Controlo Inibitório em Crianças de Desenvolvimento Típico e Crianças com Perturbação Neuromotora Ligeira

Crianças com Paralisia Cerebral espástica, especialmente as crianças com Paralisia Cerebral espástica devido a lesões do hemisfério direito ou lesões bilaterais, parecem ter dificuldades na inibição, comparativamente com crianças da mesma idade sem PC.

Nos estudos de Kolk e Talvik (2000) e de Lemay *et al.* (2012), anteriormente citados no contexto da avaliação da atenção, crianças e adolescentes com paralisia cerebral apresentaram resultados significativamente baixos, do que os grupos sem paralisia cerebral, em medidas do controlo inibitório.

No estudo de Kolk e Talvik (2000), os autores estudaram a inibição dos impulsos em crianças com hemiplegia espástica, descobrindo que todas as crianças, especialmente aquelas com lesões do hemisfério direito, tiveram desempenhos significativamente mais baixos no controlo inibitório, quando comparadas com um grupo de controlo da mesma idade sem Paralisia Cerebral.

Lemay *et al.* (2012) utilizando uma versão manual e outra oculomotora do CPT, e verificaram que, na versão oculomotora do teste os adolescentes com Paralisia Cerebral apresentaram mais erros por acção (indicando impulsividade) do que os seus pares sem Paralisia Cerebral. Já na versão manual, apenas se verificaram mais omissões nos adolescentes com Paralisia Cerebral comparativamente com o grupo de controlo, possivelmente devido à presença de um défice da motricidade manual na Paralisia Cerebral. Estes resultados apontam para a existência de um compromisso das funções da atenção mantida e inibição na Paralisia Cerebral.

Num estudo de Christ, White, Brunstrom, e Abrams (2003) os autores focaram o efeito que lesões precoces nas vias de substância branca, que ligam regiões cerebrais pré-frontais a outras regiões, têm sobre o controlo inibitório. Os autores estudaram 13 crianças com paralisia espástica bilateral cerebral e um grupo controlo de 20 crianças sem indício de comprometimento neurológico. Dados os défices motores associados à paralisia cerebral espástica, os autores avaliaram o controlo inibitório recorrendo a três tarefas (a tarefa *Stroop*, a tarefa de reversão estímulo-resposta, e uma tarefa antisacádica), cada uma das quais exige um tipo diferente de resposta motora (manual, oral e ocular, respectivamente). O desempenho nos três testes foi concordante ao sugerir a presença de défices no controlo inibitório de crianças com paralisia cerebral espástica.

Também a prematuridade tem vindo a ser associada com um fraco controlo inibitório, como já foi esclarecido pela revisão de estudos no capítulo da atenção.

No estudo de Katz *et al.* (1996), as crianças com lesões cerebrais neonatais graves cometeram significativamente mais erros por omissão (reflectindo desatenção) e erros por acção (reflectindo impulsividade) do que o grupo de comparação nascido a termo. Crianças com lesões leves apresentaram mais erros por acção do que os seus pares do grupo de controlo. Crianças sem lesões também cometeram mais erros, quer por acção quer por omissão, do que as crianças nascidas a termo, sugerindo a existência de impulsividade e défices de atenção secundários à prematuridade, mesmo na ausência de lesão cerebral identificáveis. Com a crescente gravidade da lesão, percentagens crescentes de cada grupo tiveram desempenhos mais de 2 desvios padrão abaixo da média no que respeita a erros por acção. Os resultados sugerem que as crianças

prematuros, com e sem lesões identificáveis, encontram-se em risco de ter défices de atenção e impulsividade.

Ben Amor *et al.* (2012) também avaliaram e compararam o controlo inibitório entre 20 crianças com PHDA nascidas prematuramente e 66 crianças com PHDA nascidas a termo. As crianças com PHDA nascidas pré-termo apresentaram níveis significativamente mais elevados de omissões e erros por acção do que as crianças com PHDA nascidas a termo, sugerindo que entre crianças com PHDA, aquelas crianças nascidas pré-termo apresentam défices mais elevados da atenção e do controlo inibitório. Tais resultados sugerem que factores etiológicos poderão ter um impacto na expressão da PHDA, sendo que a prematuridade poderá exacerbar a manifestação sintomatológica (desatenção e comportamento impulsivo) desta perturbação.

Investigação Comparando o Controlo Inibitório em Ambiente Físico e Virtual

No estudo de Parsons *et al.* (2007) as medidas de avaliação de sintomas de PHDA de uma sala de aula virtual (imersiva) correlacionaram-se com ferramentas tradicionais de avaliação da PHDA e com a CPT realizada no monitor de um computador.

Já num estudo de Penner *et al.* (2012), onde os autores compararam o desempenho de um grupo de adultos na tarefa *Stroop* original e em duas versões computadorizadas, os desempenhos, nas versões computadorizadas e na tarefa original não se correlacionaram.

1.7.3 Planeamento e Sequenciação na Resolução de Problemas

Nas actividades que realizamos, sejam estas da vida diária, académicas, profissionais ou, até mesmo, sociais, são poucas as tarefas que implicam a execução de apenas um passo, sendo que, na sua grande maioria, as actividades envolvem a execução de múltiplos passos. Um dos processos centrais na concretização de um objectivo consiste, portanto, na sequenciação, que se refere à determinação dos passos a realizar para alcançar o objectivo, bem como, ao estabelecimento da ordem ou sequência que os passos deverão tomar.

A investigação no âmbito das competências de planeamento tem recorrido à análise do desempenho em tarefas de resolução de problemas, sendo a Torre de Londres (Shallice, 1982 in Morris et al, 1988), a sua variante a “Torre de Hanói”, e o *Wisconsin Card Sorting Test*, das tarefas mais utilizadas na neuropsicologia clínica para avaliar o funcionamento executivo e, mais especificamente, para detectar défices ao nível do planeamento e sequenciação. A solução do problema da Torre de Londres, por exemplo, envolve uma série de processos cognitivos independentes, alguns dos quais de natureza espacial. O sujeito deverá, em primeiro lugar, gerar “sub-unidades” que, em conjunto, consistem no plano, que neste caso corresponde a deslocações espaciais individuais. Em segundo lugar, o sujeito deverá organizar estas sub-unidades numa sequência de deslocações que lhe permita chegar do padrão actual ao pretendido. Por último, deverá ser capaz de manter a sequência concebida na memória de trabalho enquanto a solução é executada/concretizada.

A Investigação Comparando o Planeamento e a Sequenciação em Crianças de Desenvolvimento Típico e Crianças com Perturbação Neuromotora Ligeira

Crianças com perturbações neuromotoras, normalmente apresentam dispraxia, perturbações no planeamento motor, um nível de organização pobre, dificuldades ao nível da mobilização de uma atenção selectiva, das competências motoras finas e das competências de manipulação. Podem, também, ter dificuldades associadas como equilíbrio, a sequenciação dos movimentos, a coordenação bilateral, e imitação de movimentos.

Numa investigação explorando a associação entre o funcionamento executivo e a baixo peso à nascença, Harvey, O’Callaghan e Mohay (1999) analisaram as funções de planeamento, inibição e sequenciação motora. Os investigadores avaliaram 30 crianças nascidas com extremo baixo peso e compararam-nas com 50 crianças nascidas a termo (ambos os grupos com uma média de idade de 5 anos) através de testes de avaliação das Funções Executivas, incluindo a Torre de Hanói, uma tarefa da sequenciação de toques com os dedos, e o teste de *Tapping*. As crianças com EBP apresentaram desempenhos significativamente inferiores aos dos seus pares em todas as tarefas de funcionamento executivo: planeamento, inibição e sequenciação motora. Os resultados sugerem que as

crianças com EBP encontram-se em risco para défices do funcionamento executivo, em áreas que incluem o planeamento, a sequenciação e a inibição, as quais poderão ter implicações na posterior aprendizagem.

Também Anderson e Doyle (2004) comparam o funcionamento executivo entre um grupo de crianças nascido pré-termo e/ou com EBP (n = 275, incluindo crianças com LPV, Hemorragia Intra-Ventricular, Paralisia Cerebral) e um grupo de crianças nascidas a termo e com peso à nascença dentro do esperado (n = 223), aos 8 anos de idade. O grupo de crianças nascido pré-termo e/ou com extremo baixo peso obteve resultados significativamente inferiores, aos das crianças do grupo de controlo, em todos os parâmetros do funcionamento executivo incluindo, entre outras áreas, a conceptualização espacial (*Block Design*), a organização espacial (Figura Complexa de Rey), e o planeamento avaliado através da tarefa “Torre de Londres”.

Os resultados destes estudos sugerem que crianças nascidas pré-termo e/ou com extremo baixo peso têm mais dificuldades, do que crianças tipicamente desenvolvidas, no planeamento de uma sequência de acções.

A Investigação Comparando a Avaliação/Treino do Planeamento e da Sequenciação em Ambiente Físico e Virtual

Mataix-Cols e Bartrés-Faz (2002) investigaram a equivalência entre a administração computadorizada da Torre de Hanói e a versão original desta tarefa com peças de madeira, em adultos jovens saudáveis (idade média = 22.5 anos). Os resultados não relevaram diferenças entre as duas versões da Torre de Hanói em qualquer uma das variáveis dependentes, sugerindo, portanto, que a sua utilização é equivalente.

Feldstein, Keller, Portman, Durham, Klebe, e Davis (1999) compararam as medidas de tendência central, variabilidade, e forma entre a versão manual e 4 versões computadorizadas do *Wisconsin Card Sorting Test* (WCST) em 88 alunos (n = 22 por condição). Tendo em conta todas as medidas de avaliação, nenhuma das versões computadorizadas revelou ser equivalente à versão manual. As diferenças entre as versões manual e computadorizadas, sugerem que as normas existentes para o método tradicional de apresentação manual da WCST não deverão ser utilizadas nas versões

computorizadas e que, a utilização das mesmas requer o estabelecimento de novas normas indicadas para as versões computorizadas.

Num estudo de Kozak, Hancock, Arthur e Chrysler (1993), envolvendo uma tarefa sequencial de “apanhar e colocar”, foram comparados os desempenhos de três grupos: um grupo treinado em ambiente real, outro em ambiente virtual (imersivo) e o grupo de controlo sem qualquer treino na tarefa. Não houve diferenças significativas entre o grupo de controlo e o grupo de treino em ambiente virtual. O grupo treinado em ambiente real demonstrou um desempenho significativamente melhor do que os dois outros grupos.

2 Âmbito do Estudo e Objectivos de Investigação

2.1 Âmbito do Estudo

A análise da actividade e comparações realizadas neste estudo enquadram-se, tal como já referimos, num projecto de investigação (Projecto COMPSAR - COMparison of Physical and Simulated Assistive Robots) em que se pretende comparar a utilização de robôs físicos/reais e virtuais em crianças com e sem perturbação neuromotora. No entanto, nesta fase inicial, em Portugal, os participantes incluídos no estudo foram crianças com ligeiras dificuldades neuromotoras (*Gross Motor I e II*), nomeadamente, com ligeiras dificuldades ao nível do controlo motor, da coordenação bilateral motora, práxicas (planeamento e organização motora), etc.

2.2 Objectivos de Investigação

O principal objectivo do presente estudo consiste em explorar o potencial de, num contexto mais abrangente de reabilitação, uma actividade lúdica estruturada simulada por computador ser utilizada em alternativa à mesma actividade com o robô físico. Para isso, é importante assegurar que, num e noutro ambiente, estão em jogo as mesmas áreas do funcionamento cognitivo/executivo que se pretendem avaliar ou treinar no contexto da intervenção reabilitativa. Nesse sentido, estabeleceram-se os seguintes objectivos:

Objectivo 1 - Identificar e operacionalizaras principais funções cognitivas e executivas subjacentes à realização das tarefas propostas.

Uma vez identificadas as principais funções cognitivas e executivas subjacentes à realização das tarefas propostas e operacionalizadas em comportamentos observáveis e quantificáveis torna-se então possível proceder a uma análise mais aprofundada destas funções nos ambientes virtual e físico e, ainda, nos dois grupos de crianças.

Segundo Korbin e Young (2003), apesar de existirem vários benefícios associados à administração de testes apresentados no computador, existe a possibilidade de que o modo de administração altere os constructos para cuja avaliação o teste foi concebido. Segundo os autores, os métodos utilizados para determinar a equivalência entre os diferentes modos de administração de teste, têm consistido, predominantemente, em estudos correlacionais e na comparação das médias das pontuações totais ou pontuações de itens individuais (ou ambos) obtidas pelos sujeitos em versões análogas do mesmo teste, computadorizadas e com papel e lápis. De acordo com Williams e McCord (2006), a análise de correlações permite determinar a fiabilidade e semelhança ao correlacionar as pontuações do grupo na versão computadorizada e na versão tradicional. No entanto, ainda que essencial, a verificação de que os sujeitos apresentam pontuações comparáveis nos testes computadorizados e nos testes com papel e lápis não é, por si só, suficiente para comprovar que as pontuações representam os mesmos constructos (Korbin & Young, 2003).

Neste contexto e, dada a importância de assegurar que, num e noutro ambiente, estão em jogo as mesmas áreas do funcionamento cognitivo/executivo que se pretendem avaliar e/ou treinar, estabeleceu-se o seguinte objectivo:

Objectivo 2 - Estudar a equivalência (através da análise correlacional) entre a versão virtual e a versão física da actividade lúdica estruturada apresentada, em termos dos constructos cognitivos/executivos que a actividade evoca.

Uma vez estabelecidas as correlações entre ambiente físico e virtual nos diferentes domínios do funcionamento cognitivo/executivo (apontando para uma associação entre os instrumentos físico e virtual, em termos das competências que evocam), pode então passar-se à comparação dos ambientes com o intuito de investigar os potenciais benefícios da utilização de um, ou outro, modo de apresentação de actividades lúdicas estruturadas na avaliação e/ou treino cognitivo de crianças.

Nesse sentido, estabeleceram-se como objectivos:

Objectivo 3a) - Em crianças com perturbação neuromotora ligeira, comparar o ambiente virtual e físico relativamente às funções cognitivas/executivas identificadas (*Atenção Mantida, Controlo Inibitório, Associação de Ideias / Reconhecimento do manípulo como objecto intermediário, Coordenação Olho-Mão, Controlo Visuo-Motor, Percepção Visuo-Espacial e Temporal, Lateralidade e Sequenciação*).

Além disso, dadas as evidências de que, crianças com deficiência apresentam, muitas vezes, dificuldades na interacção social e comunicação e, ainda, alterações de comportamento, será importante averiguar se estes aspectos se mantêm ou divergem nos dois ambientes. Na consideração da integração de um novo instrumento na avaliação e/ou treino destas crianças, é necessário assegurar que a sua utilização não exacerba as dificuldades que estas crianças já, à partida, poderão apresentar. A eventual verificação de diferenças entre ambientes, no que respeita à interacção/comunicação e comportamento, pode ser analisada sob, pelo menos duas perspectivas. No que respeita à interacção/comunicação, há, antes de mais, que determinar se, no contexto da avaliação ou treino, se pretende que factores de interacção/comunicação sejam simultaneamente explorados e desenvolvidos, ou não. Por exemplo, se aquilo que se objectiva é a integração de actividade lúdico-pedagógicas desta natureza no contexto de uma sala de aula inclusiva (em que se pretende promover o trabalho cooperativo e a interacção entre alunos com e sem deficiência ou NEE), um ambiente que facilita a interacção/comunicação será preferível, em detrimento de um ambiente que poderá perpetuar um isolamento social já tão reconhecido nesta população.

Neste sentido, além das funções cognitivas/executivas analisadas, pretendeu ainda analisar-se um conjunto de indicadores comportamentais e outro conjunto de indicadores relacionados com a comunicação e a interacção social.

Objectivo 3b) - Em crianças com Perturbação Neuromotora Ligeira, comparar o ambiente virtual e físico relativamente aos indicadores de Interacção/Comunicação;

Objectivo 3c) - Em crianças com Perturbação Neuromotora Ligeira, comparar o ambiente virtual e físico relativamente aos indicadores de Comportamento;

Objectivo 4 - Em crianças de Desenvolvimento Típico, comparar o ambiente virtual com o ambiente físico relativamente às funções cognitivas/executivas identificadas;

Objectivo 5 - Em ambiente físico e virtual, comparar crianças com Perturbação Neuromotora Ligeira e crianças de Desenvolvimento Típico no que respeita a algumas das funções cognitivas e executivas identificadas.

3 Método

3.1 *Design* do Estudo

Este estudo visa, por um lado, identificar e descrever as principais de áreas do funcionamento cognitivo/executivo envolvidas na realização de uma actividade lúdica estruturada (apresentada em ambiente físico e numa simulação apresentada no monitor de um computador) e, por outro lado, comparar a distribuição destas funções cognitivas/executivas, entre ambiente físico e virtual e, entre crianças de desenvolvimento típico e crianças com perturbação neuromotora ligeira.

Tendo isto em conta, e uma vez que se trata de um *set-up* experimental recente, sem possibilidade de fundamentação de hipóteses, o presente estudo constitui-se como um estudo exploratório conducente a uma análise descritiva e comparativa, que pretende responder aos objectivos de investigação anteriormente apresentados.

3.2 Participantes

Processo de Selecção dos Participantes

Para inclusão na fase de selecção dos participantes (que tem como base a avaliação com teste de inteligência geral) e, ainda, na eventual fase experimental, foi solicitada o consentimento informado dos pais crianças (Anexo A)

Os critérios de inclusão das crianças no estudo incluíram: frequência no pré-escolar e idade mental entre os 36 e os 60 meses, já que as tarefas propostas se adequam a esta faixa etária, sendo difíceis antes dos três anos e fáceis após os seis anos.

A idade mental foi avaliada com o Teste Pictórico de Inteligência-2⁹(French, 2001) um teste adaptado, desenvolvido com o intuito de avaliar a inteligência geral, quer

⁹Embora o PTI não se encontre ainda traduzido ou validado para a população portuguesa, foi escolhido por já ser o instrumento de selecção dos participantes no contexto internacional do Projecto COMPSAR. O teste foi, no entanto, traduzido para português e aplicado a um grupo piloto de três crianças, resultando em algumas alterações de carácter cultural.

em crianças tipicamente desenvolvidas, quer em crianças com perturbações motoras e/ou orais, dos 3 aos 8 anos de idade (Anexo A).

As crianças com perturbação neuromotora ligeira foram seleccionadas no contexto da consulta psicológica das crianças utentes do Centro de Reabilitação de Paralisia Cerebral Calouste Gulbenkian, bem como, na Fundação Liga. Para inclusão no grupo com perturbação neuromotora ligeira pretendeu seleccionar-se crianças que usufruíssem da capacidade de aceder aos três manípulos, com pelo menos um membro superior, para controlar as deslocações do robô. Para este efeito, seleccionaram-se, à partida, crianças entre o nível I e II na classificação da *Gross Motor Function Scale*, disponibilizada pelos técnicos que acompanham as crianças.

As crianças de desenvolvimento típico foram seleccionadas em quatro jardins-de-infância na zona metropolitana de Lisboa (Lisboa, Oeiras e Sintra). Para inclusão na fase de selecção do grupo de foi solicitado, junto dos jardins-de-infância, o encaminhamento apenas de crianças sem indício de nascimento prematuro, baixo peso à nascença ou lesões cerebrais.

Tratou-se, portanto, de uma selecção não aleatória e por conveniência.

No final foram seleccionadas, para participar no estudo, 13 crianças com perturbação neuromotora ligeira entre os 3 e os 6,5 anos (M=53,46 meses ; DP=10,572 meses) de idade cronológica com idade mentais entre os 3 e 5 anos (M=43,77 meses ; DP=8,268 meses) e 21 crianças de desenvolvimento típico entre os 3 e os 5 anos (M=49,90 meses ; DP=8,324 meses) de idade cronológica com idades mentais compreendidas entre os 3 e os 5 anos (M=49,14 meses ; DP=8,53 meses).

De entre as crianças com perturbações neuromotoras ligeiras, encontram-se crianças com diagnósticos de Atraso de Desenvolvimento Psicomotor (n = 7) e Paralisia Cerebral (n = 5). Estas crianças apresentam, ainda, uma série de problemáticas associadas, tais como, hidrocefalia, microcefalia, alterações da visão (estrabismo, nistagmo, estigmatismo) e/ou baixa acuidade visual, défice cognitivo e atraso da linguagem.

Tabela 1. Caracterização do Grupo de Crianças com Perturbação Neuromotora Ligeira

| <i>Diagnóstico</i> | <i>Nível Gross Motor</i> | <i>Sexo</i> | <i>Idade Cronológica (meses)</i> | <i>Q.I.</i> |
|--|--------------------------|-------------|----------------------------------|-------------|
| Hemiparesia Direita | II | M | 52 | 111 |
| Dispraxia e Atraso Grave de Linguagem | I | M | 60 | 87 |
| Atraso de Desenvolvimento Psicomotor (ADPM), Atraso do Desenvolvimento Estato-Ponderal (ADEP) e Hidrocefalia | I | M | 48 | 89 |
| Atraso de Desenvolvimento Psicomotor (ADPM) e Hidrocefalia. Apresenta ainda Défice Cognitivo | I | M | 53 | 83 |
| Atraso de Desenvolvimento Psicomotor (ADPM) | I | F | 45 | 89 |
| Atraso de Desenvolvimento Psicomotor (ADPM), Síndrome de DiGeorge. Apresenta ainda Défice Cognitivo e Estrabismo | I | M | 56 | 81 |
| Atraso de Desenvolvimento Psicomotor (ADPM), Microcefalia e Hidrocefalia. Apresenta ainda Défice Cognitivo e Baixa Acuidade Visual | II | F | 78 | 46 |
| Atraso de Desenvolvimento Psicomotor (ADPM) e Hidrocefalia. Apresenta ainda Défice Cognitivo | I | M | 53 | 85 |
| Hemiparesia Espástica (de predomínio esquerdo), Hidrocefalia. Ao nível da visão apresenta Nistagmo Vertical, Estrabismo e Estigmatismo | II | F | 60 | 79 |
| Paraparésia Espástica | I | M | 35 | 109 |
| Hemiparésia Espástica | II | F | 46 | 96 |
| Diplégia Espástica | I | M | 46 | 109 |
| Atraso de Desenvolvimento Psicomotor (ADPM) e Atraso do Desenvolvimento Estato-Ponderal (ADEP). Ao nível da visão apresenta Estrabismo | I | F | 63 | 102 |

Tabela 2. Caracterização do Grupo de Crianças de Desenvolvimento Típico

| <i>Nº Participante</i> | <i>Sexo</i> | <i>Idade Cronológica (meses)</i> | <i>Q.I.</i> |
|------------------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| 1 | M | 42 | 115 |
| 2 | F | 59 | 94 |
| 4 | F | 40 | 98 |
| 5 | F | 52 | 98 |
| 6 | M | 53 | 111 |
| 7 | F | 44 | 111 |
| 9 | F | 53 | 98 |
| 10 | F | 37 | 113 |
| 13 | M | 46 | 104 |
| 14 | F | 51 | 102 |
| 15 | F | 63 | 96 |
| 16 | M | 62 | 98 |
| 19 | M | 66 | 94 |
| 21 | M | 44 | 91 |
| 22 | M | 55 | 102 |
| 23 | M | 54 | 106 |
| 24 | M | 55 | 109 |
| 25 | M | 46 | 94 |
| 26 | M | 46 | 89 |
| 27 | F | 43 | 94 |
| 28 | F | 41 | 100 |

3.3 Instrumentos

Instrumentos Utilizados nas Actividades

Os instrumentos que compuseram a actividade em ambiente físico incluíram um carro de lego Lego® Mindstorms®, 8 cubos de madeira (para derrubar/construir as torres) e três manípulos *jelly-bean* ligados por *USB* a um computador que, quando accionados os manípulos, enviava, via *blue tooth*, o comando para o carro andar.

Os instrumentos utilizados na actividade em ambiente virtual foram um monitor de computador que apresentava a simulação computadorizada da actividade (esta simulação foi desenvolvida utilizando o Microsoft Robotics Developers Studio) e os três manípulos *jelly-bean*.

Tarefas

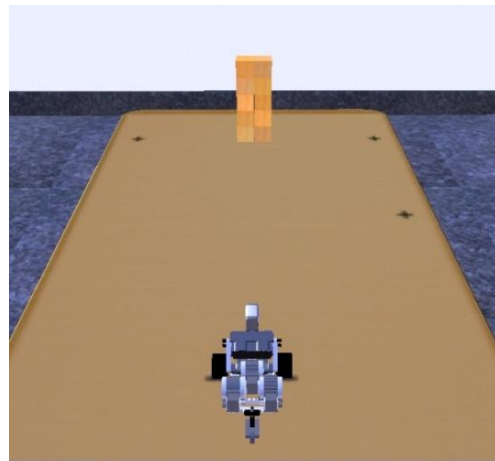
As tarefas do presente estudo foram concebidas por Poletz, Encarnação, Adams e Cook (2010), para realização com robôs físicos, baseando-se na conceptualização de Forman (1986) acerca das competências necessárias à utilização de robôs (o estabelecimento de relações de causa-efeito; a negação; a lógica binária, tida adiante como correspondendo ao conceito de lateralidade, e; a sequenciação). Neste estudo, as mesmas tarefas foram também desenhadas numa simulação computadorizada.

Tarefa 1

A primeira tarefa encontra-se já montada quando a criança entra na sala. Nesta tarefa, é colocada uma torre ao fundo da mesa e um manípulo entre a criança e o carro lego (no caso do ambiente virtual, entre a criança e o monitor). Nesta tarefa solicita-se então à criança que faça com que o carro ande e deite abaixo a torre de cubos ao fundo da mesa.



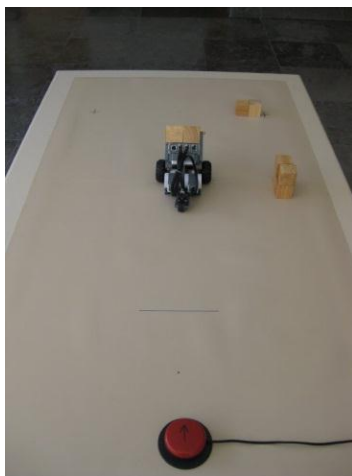
Tarefa 1 no Robô Físico



Tarefa 1 no Robô Virtual

Tarefa 2

Nesta segunda tarefa, colocam-se os cubos numa pilha a meio da mesa, onde o experimentador se encontra. Aqui solicita-se que a criança faça o carro andar e parar para buscar os cubos que se encontram a meio da mesa e que, em seguida, os leve até ao fundo da mesa para construir uma nova torre.



Tarefa 2 no Robô Físico



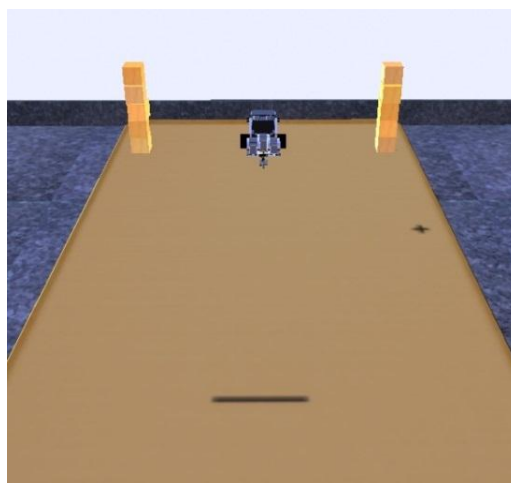
Tarefa 2 no Robô Virtual

Tarefas 3A & 3B

Na terceira tarefa são colocadas duas torres ao fundo da mesa, sendo o carro colocado entre as mesmas. São também colocados dois manípulos adicionais na mesa, um que permite virar o carro 90° para a esquerda, e outro que permite virar o carro 90° para a direita, colocados a esquerda e à direita, respectivamente, do manípulo inicial que permite que o carro ande para a frente em linha recta. É então pedido à criança que escolha uma das torres para deitar abaixo.



**Tarefas 3A & 3B
no Robô Físico**



**Tarefas 3A & 3B
no Robô Virtual**

As sessões foram gravadas em *vídeo* visando o posterior visionamento e a análise das tarefas para identificação das funções cognitivas/executivas associadas e sua cotação.

Pretende-se assim, que a descrição destes dados facilite uma análise de alguns dos processos cognitivos/executivos em jogo nestas tarefas, bem como a comparação destes processos nos diferentes ambientes (físico e virtual).

Instrumento de Visualização e Registo dos Comportamentos Observados – Morae Manager

Para observação das vídeo-gravações, bem como para o registo e contabilização dos comportamentos associados às funções cognitivas/executivas, aos indicadores de interação/comunicação e de comportamento, foi utilizado o *software Morae Manager*. Este *software* exibe os vídeo-gravações ao mesmo tempo que permite ao observador inserir, numa linha temporal, a ocorrência de diferentes marcadores (cognitivos/executivos, interação/comunicação, comportamento) que depois podem ser exportados para uma folha *excel*, para ser posteriormente trabalhados. Este instrumento é ainda útil na medida em que permite, ao observador, rever as ocorrências em que se deu determinado comportamento. No Anexo A, pode encontrar-se uma imagem ilustrativa da utilização do *software*.

3.4 Procedimentos de Recolha de Dados

Cada criança participou em duas sessões experimentais, espaçadas entre si por aproximadamente oito dias. Em cada sessão, a criança realizou as mesmas tarefas em ambiente físico e em ambiente virtual, havendo um intervalo de cerca de 15 minutos entre a participação em ambos os cenários.

De forma a controlar os eventuais efeitos que a utilização de um ambiente pudesse ter na utilização do ambiente seguinte, procedeu-se ao contra-balanceamento da ordem de utilização dos ambientes nas duas sessões. Assim, na segunda sessão alternou-se a ordem em que os ambientes foram utilizados na primeira sessão, ou seja, metade das crianças em cada grupo de “idade mental” iniciou a sua primeira sessão com o robô físico, enquanto a outra metade iniciou com o robô virtual.

Além disso, na segunda sessão, foi invertida a ordem pela qual os ambientes foram apresentados à criança na primeira sessão. Assim, se na primeira sessão a criança começou com o robô físico e concluiu com o robô virtual, na segunda sessão, a criança terá começado com o robô virtual e concluído a sessão com o robô físico. Assim sendo,

se em ambas sessões, a mesma criança apresentar uma taxa de sucesso mais elevada com o robô num dado ambiente, poderemos mais facilmente garantir que tal não se deveu a um efeito de aprendizagem resultante da experiência anterior com o robô noutra ambiente, porque o ambiente associado a um maior sucesso foi apresentado quer antes, quer depois do outro ambiente. Os efeitos que poderão resultar da aprendizagem são assim controlados. O contra-balanceamento da ordem pela qual os ambientes serão apresentados a cada criança tem, portanto, o objectivo de controlar os efeitos de aprendizagem que a participação da criança no primeiro ambiente poderá ter no seu desempenho no segundo ambiente.

Cada sessão experimental foi composta por quatro tarefas, sendo estas realizadas quer com o robô físico, quer com o robô virtual. Todas as tarefas têm subjacentes a si, a necessidade de se reconhecer a presença de uma relação específica de causa-efeito entre a acção da própria criança sobre um determinado manípulo e o seu efeito no carro (andar em frente, parar, virar para a esquerda, virar para a direita).

3.5 Procedimentos de Análise de Dados

De forma a proceder à análise dos dados houve que estabelecer, como primeiro objectivo, a identificação e operacionalização das funções cognitivas/executivas envolvidas nas tarefas propostas. Isto conduziu à elaboração de uma grelha de observação que auxiliou a recolha dos dados a analisar e comparar nos ambientes e nos grupos de crianças.

Assim sendo, as tarefas foram analisadas detalhadamente de forma a identificar os principais constructos cognitivos e executivos envolvidos em cada tarefa desta actividade lúdica. Posteriormente, estes constructos foram operacionalizados em comportamentos observáveis passíveis de contabilização.

Identificação das Funções Cognitivas/Executivas Subjacentes a cada Tarefa

Tarefa 1 – Associação de Ideias

Por um lado, esta tarefa exige que a criança reconheça o botão como o objecto intermediário entre si e o carro (*associação de ideias*), que irá mediar o efeito que a sua

acção de premir terá sobre o movimento do carro. Além disso, se a criança deixar que o carro siga pela mesa até deitar abaixo a torre de cubos, poderemos admitir que a criança antecipou o efeito de derrubar que o carro terá ao seguir pela mesa e encontrar-se com a torre de cubos, demonstrando assim, que tem presente a *noção de causa-efeito* fazendo uso de um objecto intermediário.

Tarefa 2 – Controlo Visuo-Motor.

Esta tarefa exige, por parte da criança, o reconhecimento de que o movimento oposto ao que exerceu anteriormente no manípulo (largar o manípulo ao invés de premi-lo), terá também o efeito oposto no movimento do carro (carro pára). Assim, o movimento de largar o manípulo para fazer o carro parar, goza igualmente da presença de uma noção de causa-efeito fazendo uso de um objecto intermediário. A capacidade de parar o carro a meio e ao fundo da mesa requer o **controlo visuo-motor** que, segundo Kurtz (2006) envolve um processo através do qual a criança deve, continuamente, ir ajustando o seu movimento baseando-se no *feedback* visual que ocorre no decurso do movimento. Por outro lado, também entre em jogo a *percepção visuo-espacial e temporal*, que permite que a criança perceba a localização e o movimento relativos de estímulos visuais (Shaw, 2009). Por último, esta tarefa requer, ainda, por parte da criança um determinado grau de **controlo inibitório**, enquanto espera que o experimentador coloque os cubos no carro, para então poder continuar a agir.

Tarefa 3A & 3B – Lateralidade e Sequenciação

As duas últimas tarefas reúnem competências de orientação espacial, ao nível da localização objectiva (Frost et al., 2001) uma vez que a criança deve utilizar um carro como referencial para as deslocações do manípulo (e.g.: o botão da esquerda faz o carro virar para o lado esquerdo do mesmo que, dependendo da posição do carro, nem sempre coincide com o lado esquerdo da criança).

A primeira parte da tarefa (3A) exige uma noção de **lateralidade**, uma vez que a criança deve associar a torre escolhida ao botão do lado correspondente.

Já a segunda parte da tarefa requer que a criança realize uma *sequenciação* de passos para então seguir em frente e derrubar a torre de cubos (planeamento e sequenciação espaciais). Esta tarefa de sequenciação destaca-se como uma tarefa de planeamento espacial, permitindo pôr em evidência o nível de planeamento e organização espacial em que a criança se envolve para derrubar uma torre posicionada de um dos lados do carro. Nesta tarefa, é necessário que as crianças elaborem trajectórias mentais eficazes de planos espaciais tridimensionais. Rogoff (1991) defende a utilização de tarefas de planeamento espacial na avaliação do planeamento mental, uma vez que os processos de planeamento se tornam mais visíveis nestas tarefas do que noutros tipos de tarefas de planeamento.

Medidas Transversais a Todas as Tarefas

Existem competências que são transversais a todas as tarefas.

Por um lado, um certo grau de *atenção mantida* e de *controlo inibitório* encontram-se subjacentes ao funcionamento eficaz em todas as tarefas, pois a criança deve estar atenta ao material e às instruções verbais acompanhadas de pistas visuais (atenção mantida), e ainda, ser capaz de resistir ao eventual ímpeto de agir antes do tempo (controlo inibitório).

Operacionalização das Funções Cognitivas/Executivas em Comportamentos Observáveis

Em seguida apresenta-se a operacionalização das funções cognitivas/executivas em comportamentos observáveis, passíveis de contabilização, de forma a facilitar a análise e comparação destes constructos entre os ambientes e entre grupos.

Tabela 3. Tarefa 1 – Funções Cognitivas/Executivas Subjacentes e sua Operacionalização

| Tarefa 1 Associação de Ideias/Reconhecimento do manípulo como objecto intermediário | Funções Cognitivas e Executivas Subjacentes | Operacionalização |
|--|--|--------------------------|
|  <p>Pressionar e manter pressionado um manípulo para derrubar a torre de blocos ao fundo da mesa</p> | Associação de Ideias | Olha e foca o manípulo |
| | Coordenação Olho-Mão | Pressiona o manípulo |

Tabela 4. Tarefa 2 – Funções Cognitivas/Executivas Subjacentes e sua Operacionalização


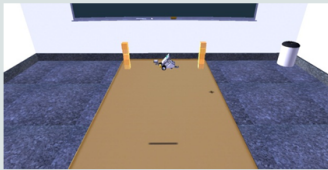
| Tarefa 2 Controlo Visuo-Motor | Funções Cognitivas e Executivas Subjacentes | Operacionalização |
|---|--|--|
|  <p>Parar o robô ao lado de uma pilha de blocos para carregar alguns blocos e parar no final da mesa para construir a torre de blocos</p> | Controlo Visuo-Motor | Deixa de carregar no botão aprox. no meio e ao fundo da mesa |
| | Percepção Visuo-Espacial e Temporal | Pára exactamente no local |
| | Controlo Inibitório | Espera enquanto experimentador coloca os cubos no carro, antes de pressionar o manípulo para continuar |

Tabela 5. Tarefas 3A & 3B – Funções Cognitivas/Executivas Subjacentes e sua Operacionalização

| Tarefa 3A - Lateralidade & Tarefa 3B - Sequenciação | Funções Cognitivas e Executivas Subjacentes | Operacionalização |
|---|---|--|
|  <p data-bbox="326 638 643 798">Virar o robô na direcção da torre escolhida e pressionar o manípulo que faz o robô mover-se em frente para derrubar a torre</p> | <p data-bbox="727 443 967 495">Lateralidade c/ Associação de Ideias</p> <p data-bbox="695 632 1000 737">Sequenciação (Planeamento, Coordenação e Execução de uma sequência de acções)</p> | <p data-bbox="1052 443 1360 495">Carrega no botão correcto para virar para a torre escolhida</p> <p data-bbox="1052 632 1360 737">Depois de virar o robô para a torre, a criança pressiona o manípulo do meio para seguir em frente e derrubar a torre</p> |

Com as funções cognitivas/executivas operacionalizadas em comportamentos observáveis e quantificáveis, torna-se assim possível, contabilizar a ocorrência destes comportamentos cada vez que a tarefa exige a mobilização da função correspondente.

Funções Transversais a Todas as Tarefas

A *Atenção/Desatenção*, será medida pelo número de vezes que a criança desvia o olhar para o “vazio” ou em direcção a outras pessoas ou objectos na sala, que não aqueles solicitados pelas tarefas, sendo que, quantas mais vezes a criança o fizer, menos atenta esta está à actividade proposta.

O *Controlo Inibitório* será, igualmente, operacionalizado pelo seu inverso, ou seja, pelo número de comportamentos impulsivos apresentados (pressionar no manípulo antes ou durante a instrução) ao longo da actividade.

4 Apresentação e Análise de Dados

4.1 Estudo da Equivalência entre a Versão Virtual e Versão Física da Actividade Lúdica Estruturada

Com o intuito de investigar a equivalência entre o robô virtual e o robô físico, no que respeita às diferentes áreas do funcionamento cognitivo/executivo envolvidas na actividade, foi realizada uma correlação de Spearman (Maroco, 2007), que permite determinar as correlações entre ambiente virtual e físico para cada função cognitiva/executiva.

As tabelas 6 e 7 apresentam as médias, os desvios-padrão e as correlações entre o robô virtual e físico, para cada domínio do funcionamento cognitivo/executivo avaliado, no grupo com perturbação neuromotora ligeira (Tabela 6) e no grupo de desenvolvimento típico (Tabela 7).

Tabela 6. Médias, Desvios-Padrão e Correlações (Spearman) das Funções Cognitivas/Executivas no Robô Físico e no Robô Virtual (Crianças com Perturbação Neuromotora Ligeira)

| Função Cognitiva/Executiva | N | Desempenho no RV | | Desempenho no RF | | Correlação (r_s) do RV e RF |
|-------------------------------|----|------------------|------|------------------|------|---------------------------------------|
| | | M | DP | M | DP | |
| Associação de Ideias | 13 | 4,00 | 0,00 | 3,69 | 0,63 | - |
| Causa-Efeito | 13 | 4,00 | 0,00 | 3,69 | 0,63 | - |
| Controlo Víscuo-Motor | 13 | 5,46 | 2,50 | 5,46 | 2,57 | 0.721** |
| Percepção Víscuo-Espacial | 13 | 3,92 | 2,60 | 2,00 | 1,78 | 0.874** |
| Lateralidade | 13 | 4,92 | 2,63 | 4,38 | 3,20 | 0.853** |
| Sequenciação | 13 | 2,23 | 2,68 | 1,92 | 2,53 | 0.926** |
| Atenção Mantida | 13 | -1,54 | 1,66 | -1,77 | 2,05 | 0.717** |
| Controlo Inibitório | 13 | -4,00 | 3,85 | -4,38 | 3,45 | 0.687** |

Nota: RV – Robô Virtual; RF – Robô Físico

** Correlação é significativa para $p=0,01$

Como é possível verificar, para o grupo de crianças com perturbação neuromotora ligeira, a correlação entre os constructos em ambiente virtual e físico variou entre $r_s=0,687$ e $r_s=0,926$ ($p=0,01$), sugerindo a existência de correlações positivas, moderadas a fortes, entre o ambiente virtual e físico.

No que respeita à avaliação dos constructos *Associação de Ideias* e *Causa-Efeito*, não foi possível calcular o coeficiente de correlação uma vez que, no ambiente virtual, o nível de desempenho nestes domínios não varia. Os resultados obtidos com os robôs virtual e físico apresentam, no entanto, correlações fortes no que respeita ao *Controlo Víscuo-Motor* ($r_s=0,721$; $p=0,005$), da *Percepção Víscuo-Espacial* ($r_s=0,874$; $p<0,001$), da *Lateralidade* ($r_s=0,853$; $p<0,001$), da *Sequenciação* ($r_s=0,926$; $p<0,001$) e da *Atenção Mantida* ($r_s=0,717$; $p=0,006$). Já no caso da avaliação do *Controlo Inibitório*, o robô virtual e físico apresentam correlações moderadas ($r_s= 0,687$; $p=0,009$)

Adiante, propõe-se a análise das correlações entre o robô físico e virtual, nas crianças de desenvolvimento típico.

Tabela 7. Médias, Desvios-Padrão e Correlações (Spearman) das Funções Cognitivas/Executivas no Robô Físico e no Robô Virtual (Crianças de Desenvolvimento Típico)

| Função Cognitiva/Executiva | N | Desempenho no RV | | Desempenho no RF | | Correlação (r_s) do RV e RF |
|-------------------------------|----|------------------|------|------------------|------|---------------------------------------|
| | | M | DP | M | DP | |
| Associação de Ideias | 21 | 4,00 | 0,00 | 3,95 | 0,22 | - |
| Causa-Efeito | 21 | 4,00 | 0,00 | 3,95 | 0,22 | - |
| Controlo Víscuo-Motor | 21 | 6,48 | 1,97 | 6,86 | 2,15 | 0.664** |
| Percepção Víscuo-Espacial | 21 | 3,48 | 1,72 | 2,62 | 1,99 | 0.462* |
| Lateralidade | 21 | 5,57 | 2,40 | 5,86 | 2,46 | 0.794** |
| Sequenciação | 21 | 3,38 | 3,01 | 3,29 | 3,18 | 0.833** |
| Atenção Mantida | 21 | -0,43 | 0,98 | -1,33 | 1,98 | 0.594** |
| Controlo Inibitório | 21 | -0,67 | 0,86 | -1,38 | 1,12 | 0.431 |

Nota: RV – Robô Virtual; RF – Robô Físico

* Correlação é significativa para $p=0,05$

** Correlação é significativa para $p=0,01$

A Tabela 7 revela que, para o grupo de crianças de desenvolvimento típico, a correlação entre os constructos em ambiente virtual e físico variou entre $r_s=0,431$ e $r_s=0,833$ ($p=0,01$), sugerindo também a existência de correlações positivas, moderadas a fortes, entre o ambiente virtual e físico.

No que respeita à avaliação dos constructos *Associação de Ideias* e *Causa-Efeito*, não foi possível calcular o coeficiente de correlação uma vez que, no ambiente virtual, o nível de desempenho nestes domínios não varia. Os resultados obtidos com os robôs virtual e físico apresentam correlações positivas fortes no que respeita à avaliação da *Sequenciação* ($r_s=0,833$; $p<0,001$) e da *Lateralidade* ($r_s=0,794$; $p<0,001$). Os dois robôs apresentam, ainda, correlações positivas moderadas no que toca aos domínios do *Controlo Visuo-Motor* ($r_s=0,664$; $p=0,001$), da *Atenção Mantida* ($r_s=0,595$; $p=0,01$) e da *Percepção Visuo-Espacial* ($r_s=0,462$; $p<0,035$). Já no caso da avaliação do *Controlo Inibitório*, os robôs virtual e físico apresentam correlações moderadas ($r_s= 0,431$; $p=0,051$) que, no entanto, não são estatisticamente significativas.

4.2 Crianças com Perturbação Neuromotora Ligeira – A Comparação entre Ambientes Virtual e Físico Relativamente às Funções Cognitivas/Executivas, aos Indicadores de Interação/Comunicação e aos Indicadores de Comportamento

4.2.1 Comparação das Funções Cognitivas e Executivas em Ambiente Virtual e Ambiente Físico

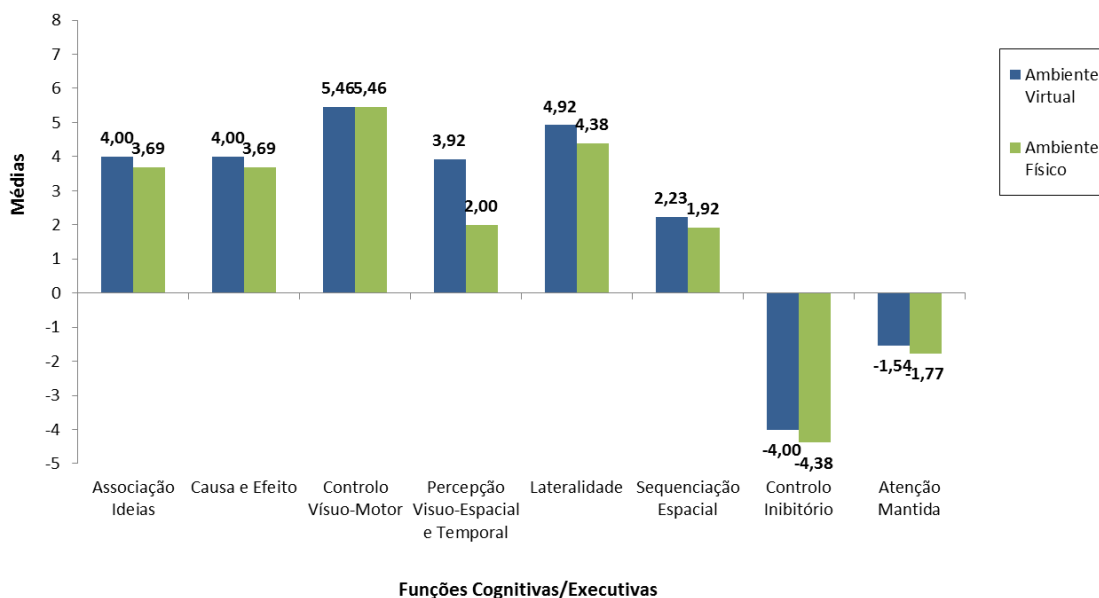
Se os ambientes forem equivalentes (virtual e físico), então o desempenho no conjunto de áreas cognitivas/executivas avaliadas apresentará distribuições médias equivalentes em ambos os ambientes. Como a escala de medida da variável dependente (função cognitiva/executiva) é quantitativa (avaliada pela frequência dos comportamentos observáveis associados) e os ambientes (virtual e físico) definem amostras emparelhadas, deve usar-se o teste de *Wilcoxon* (Maroco, 2007).

Na Figura 1 pode constatar-se uma tendência para melhores resultados no ambiente virtual, em toda a gama de funções cognitivas/executivas, exceptuando no

controlo visuo-motor que apresenta uma distribuição média idêntica em ambos os ambientes.

No entanto, utilizando o Teste de *Wilcoxon* ($p=0,05$), encontraram-se diferenças significativas, entre ambientes físico e virtual apenas para o constructo *percepção visuo-espacial e temporal*, havendo um maior número de ocorrências do mesmo no ambiente virtual ($\bar{\mu}=0$, $+\mu=6$, $z = -2.958$, $p(\text{unilateral}) < 0.000$, $n=13$).

Figura 1. Crianças com Perturbação Neuromotora Ligeira – Distribuição Média das Funções Cognitivas/Executivas pelos Ambientes



4.2.2 Comparação dos Indicadores de Interação Social/Comunicação em Ambiente Virtual e Ambiente Físico

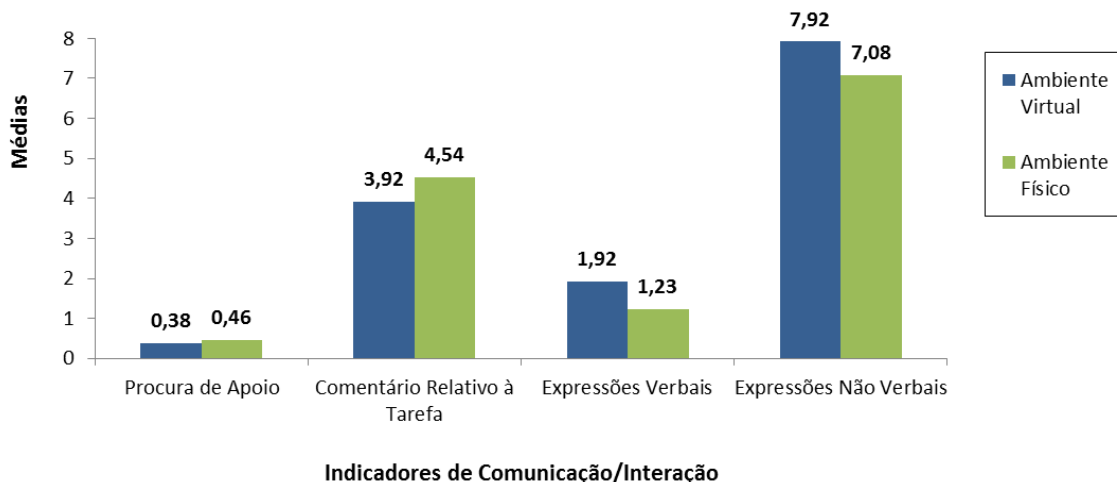
Os indicadores de interacção/comunicação foram contabilizados ao longo de toda a sessão/actividade. Estes indicadores, que incluem a procura de apoio, comentários relativos à tarefa, expressões verbais de agrado e desagrado, bem como expressões não-verbais de agrado ou desagrado, encontram-se exemplificados na Tabela 8.

Tabela 8. Indicadores de Interação/Comunicação e Exemplos

| Indicadores de Interação/Comunicação | Exemplos |
|--|--|
| Procura de Apoio | <i>Pedir ajuda verbalmente ou olhar pedindo confirmação</i> |
| Comentários Relativos à Tarefa | <i>“O carro virou” “Não funciona/dá” “Agora vou virar”</i> |
| Expressões Verbais de Agrado e Desagrado | <i>“Oh não” “Boa” “Fixe”</i> |
| Expressões Não-Verbais de Agrado ou Desagrado | <i>Sorriso ou Riso Bater palmas Levantar os braços em modo de celebração Franzir o sobrolho ou Tapar os olhos com as mãos após insucesso</i> |

Se os ambientes forem equivalentes (virtual e físico), então os indicadores de interação/comunicação apresentarão distribuições médias equivalentes em ambos os ambientes. Como a escala de medida da variável dependente (indicador de interação/comunicação) é quantitativa (avaliada pela frequência dos comportamentos observáveis associados) e os ambientes (virtual e físico) definem amostras emparelhadas, recorreu-se ao teste de *Wilcoxon* para a comparação entre os ambientes.

Figura 2. Crianças com Perturbação Neuromotora Ligeira – Distribuição Média dos Indicadores de Comunicação/Interação pelos Ambientes



Como é possível ver pela Figura 2, a distribuição dos indicadores pelos ambientes é bastante inconsistente, não revelando qualquer tendência. Por exemplo, no domínio da expressão verbal, que inclui “comentários relativos à tarefa” e “expressões verbais de agrado/desagrado”, o primeiro indicador encontra-se mais elevado no ambiente físico enquanto o segundo é mais elevado no ambiente virtual.

Esta análise foi corroborada pela análise estatística, onde, recorrendo ao teste de *Wilcoxon* ($p=0,05$) não foram encontradas quaisquer diferenças significativas entre os ambientes relativamente aos indicadores de interação/comunicação.

4.2.3 Comparação dos Indicadores de Comportamento em Ambiente Virtual e Ambiente Físico

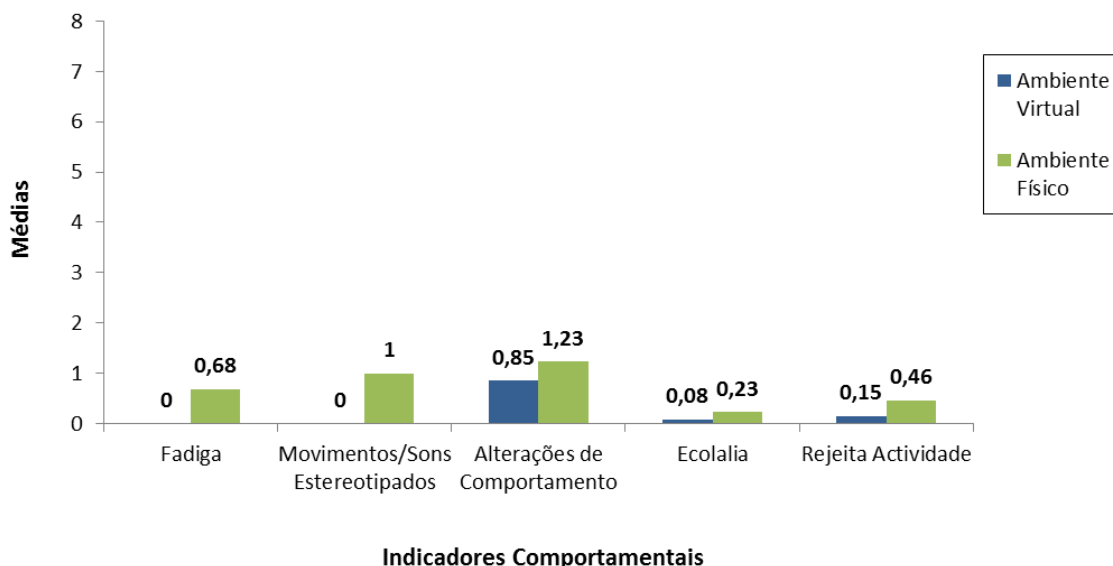
Foram ainda alvo de análise, ao longo de toda a actividade os indicadores de comportamento que se encontram exemplificados na Tabela 9.

Tabela 9. Indicadores de Comportamento e Exemplos

| Indicadores de Comportamento | Exemplos |
|--|--|
| Alterações de Comportamento | <i>Riso ou irritação descontextualizados</i> |
| Rejeitar a Actividade | <i>Dizer que não quer jogar mais e parar a actividade ou virar as costas</i> |
| Fadiga | <i>Bocejar Repousar a cabeça sobre os braços</i> |
| Movimentos e sons repetitivos / estereotípias | <i>Repetição contínua dos mesmos movimentos e/ou sons</i> |
| Ecolalia | <i>Repetição de sons ou palavras enunciadas pelo experimentador</i> |

Se os ambientes forem equivalentes (virtual e físico), então os indicadores comportamentais apresentarão distribuições médias equivalentes em ambos os ambientes. Como a escala de medida da variável dependente (indicador comportamental) é quantitativa (avaliada pela frequência dos comportamentos observáveis associados) e os ambientes (virtual e físico) definem amostras emparelhadas, utilizou-se ao teste de *Wilcoxon* para realizar a comparação entre os dois ambientes.

Figura 3. Crianças com Perturbação Neuromotora Ligeira – Distribuição Média dos Indicadores Comportamentais pelos Ambientes



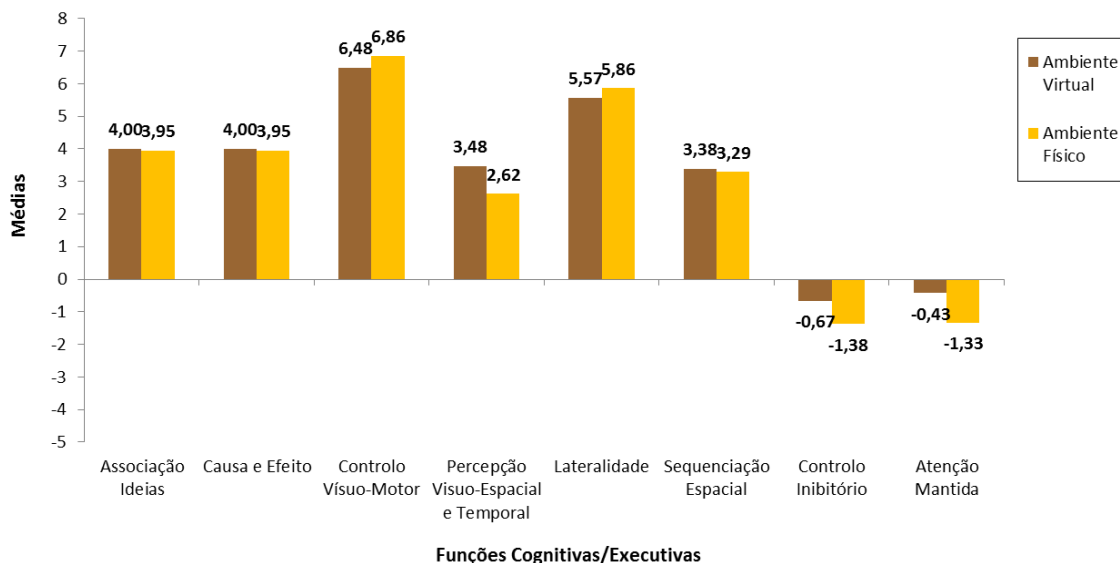
Como é possível ver pela Figura 3, existe uma tendência para a manifestação de comportamentos menos adequados no ambiente físico. No entanto, utilizando o teste de *Wilcoxon* ($p=0,05$) para investigar a significância destas diferenças, não foram encontradas quaisquer diferenças significativas entre os ambientes relativamente aos indicadores de comportamento.

4.3 Crianças de Desenvolvimento Típico – Comparação das Funções Cognitivas e Executivas em Ambiente Virtual e Ambiente Físico

Também nas crianças de desenvolvimento típico foram comparados os ambientes, virtual e físico, relativamente às funções cognitivas e executivas destas crianças.

Na figura 4, apresentam-se as médias destas funções num e noutro ambiente. Como é possível verificar, as crianças tipicamente desenvolvidas apresentam, em média, melhores resultados na maioria das funções cognitivas/executivas quando realizam as tarefas em ambiente virtual. No entanto, no que respeita ao controlo visuo-motor e à lateralidade, estas crianças apresentam, em média, melhores resultados no ambiente físico.

Figura 4. Crianças de Desenvolvimento Típico – Funções Cognitivas/Executivas pelos Ambientes



Utilizando o Teste de *Wilcoxon* ($p=0,05$), para comparar as funções cognitivas/executivas em ambiente físico e virtual nas crianças de Desenvolvimento Típico, encontraram-se diferenças significativas, entre ambientes físico e virtual (a favor do ambiente virtual), nas seguintes funções cognitivas:

Percepção visuo-espacial e temporal, sendo que o teste unilateral à direita revelou um maior número de ocorrências de *percepção visuo-espacial e temporal* no virtual do que no físico ($\bar{\mu}=6.63$, $+\mu=9.13$, $z = -2.167$, p (unilateral) <0.014 , $n=21$).

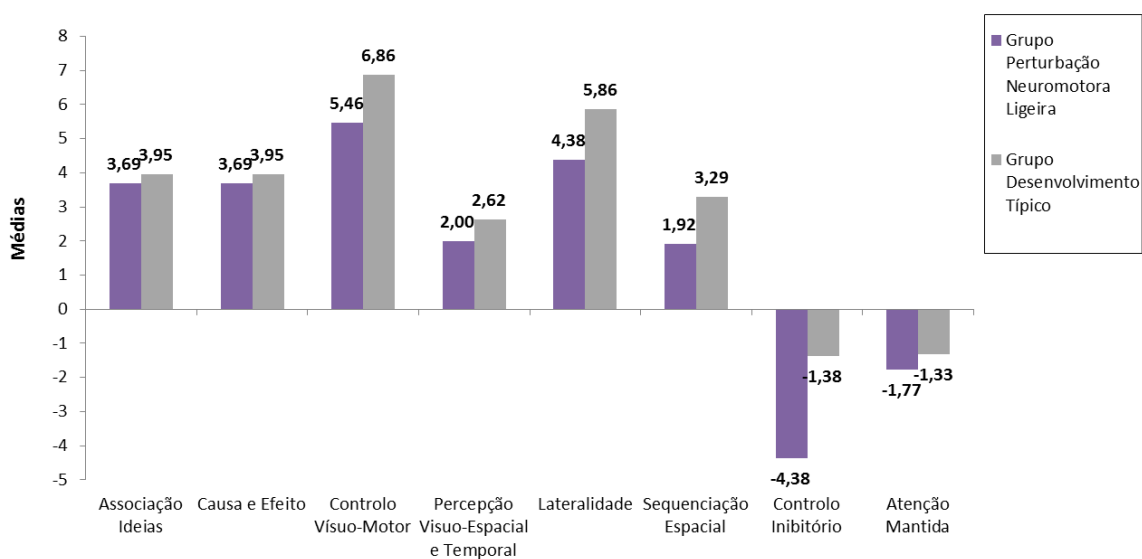
Atenção mantida ($p=0,002$), sendo que o teste unilateral à direita revelou um maior número de ocorrências de desatenção no ambiente físico e que, portanto, houve mais *atenção mantida* no ambiente virtual ($\bar{\mu}=4$, $+\mu=6.73$, $z = -2.812$, p (unilateral) <0.002 , $n=21$).

Controlo Inibitório, sendo que o teste unilateral à esquerda revelou um maior número de ocorrências de comportamento impulsivo no ambiente físico e que, portanto,

houve mais *controle inibitório* no ambiente virtual ($\mu=9$, $+\mu=7.85$, $z = -2.474$, p (unilateral) <0.007 , $n=21$).

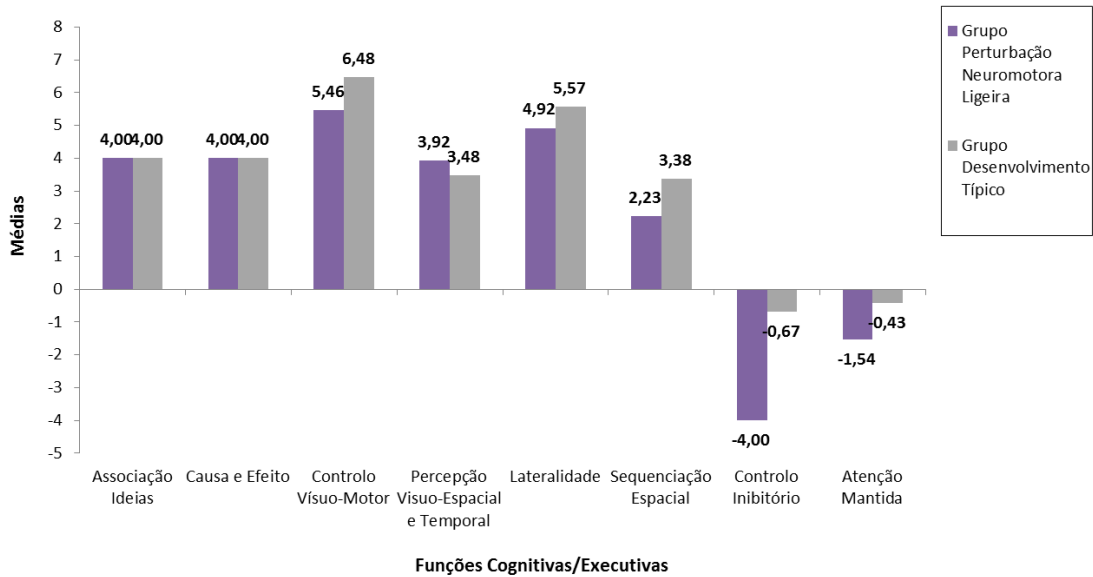
4.4 Comparação entre Grupo de Desenvolvimento Típico e Grupo com Perturbação Neuromotora Ligeira Relativamente a Algumas das Funções Cognitivas e Executivas(em Ambiente Físico e Virtual)

Figura 5. Distribuição Média das Funções Cognitivas/Executivas pelos Grupos (Ambiente Físico)



Na Figura 5 encontram-se as médias relativas às funções cognitivas/executivas dos grupos em ambiente físico, podendo verificar-se que, neste ambiente, existe uma clara tendência (representada através de todos os domínios) para as crianças de desenvolvimento típico apresentarem melhores resultados do que as crianças com perturbação neuromotora ligeira.

Figura6. Distribuição Média das Funções Cognitivas/Executivas pelos Grupos (Ambiente Virtual)



A Figura 6 apresenta as médias relativas às funções cognitivas/executivas dos grupos em ambiente físico. Neste ambiente, mais uma vez, existe a tendência para as crianças de desenvolvimento típico apresentarem melhores resultados do que as crianças com perturbação neuromotora ligeira, excepto na área da percepção víuo-espacial, onde as crianças com perturbação neuromotora ligeira apresentam resultados ligeiramente melhores.

Para comparar os grupos (*perturbação neuromotora ligeira vs. desenvolvimento típico*) relativamente ao seu desempenho nos diferentes domínios (*associação de ideias, causa e efeito, controlo víuo-motor, percepção víuo-espacial e temporal, lateralidade, sequenciação, atenção mantida e controlo inibitório*) foi utilizada a ANCOVA não paramétrica de *Quade* (Maroco, 2007). Esta metodologia foi seleccionada uma vez que o desempenho pode ser influenciado pelo nível intelectual dos participantes, e por essa razão, considerou-se necessário contabilizar o efeito do Q.I. (*Quociente de Inteligência*) sobre os diversos constructos.

Embora seja possível observar uma clara tendência para as crianças de desenvolvimento típico apresentarem melhores resultados, do que as crianças com perturbação neuromotora ligeira, em ambos os ambiente e na grande maioria do espectro

de domínios avaliados, estas diferenças apenas atingem um valor estatisticamente significativo no caso do controlo inibitório. No caso do controlo inibitório, as diferenças entre os grupos são estatisticamente significativas, quer no ambiente físico ($F_{\text{ANCOVA não paramétrica}}(1,32)=7,637; p=0,005$), quer no ambiente virtual ($F_{\text{ANCOVA não paramétrica}}(1,32)=6,847; p=0,014$). A ANCOVA não paramétrica de *Quade* é um teste bilateral que, portanto, não permite averiguar em que sentido ocorrem as diferenças encontradas. No entanto, as diferenças observadas na análise descritiva anterior (médias) permitem inferir que há um maior grau de controlo inibitório nas crianças de desenvolvimento típico.

5 Discussão dos Dados

Este estudo teve como principal objectivo explorar o potencial de, num contexto mais abrangente de reabilitação, uma actividade lúdica estruturada simulada por computador ser utilizada em alternativa à mesma actividade com o robô físico. Para isso, seria importante assegurar que, num e noutro ambiente, estão em jogo as mesmas áreas do funcionamento cognitivo/executivo que se pretendem avaliar ou treinar no contexto da intervenção reabilitativa.

Para este efeito, foi realizada uma correlação (*Spearman*), que revelou correlações positivas, moderadas a fortes, entre ambientes para todos os domínios cognitivos/executivos. A verificação destas correlações apresenta evidências, ainda que insuficientes, apontam para uma equivalência entre ambientes ao sugerir uma associação entre os processos cognitivos/executivos envolvidos em ambos os ambientes. No entanto, no grupo de desenvolvimento típico, e no que respeita à sua avaliação do *controlo inibitório*, a correlação positiva moderada entre ambiente virtual e físico não é estatisticamente significativa. Tal exige que, para o domínio do *controlo inibitório* em particular, comparações e interpretações subsequentes entre ambiente virtual e físico, sejam feitas com cautela. Esta equivalência entre versões tradicionais e versões computadorizadas de testes de avaliação cognitiva tem vindo a ser estudada e, em alguns casos, também estabelecida (Mataix-Cols & Bartrés-Faz, 2002).

Em seguida os ambientes foram comparados, com o intuito de investigar os potenciais benefícios que a utilização de um, ou outro, modo de apresentação de actividades lúdicas estruturadas, pode ter na avaliação e/ou treino cognitivo de crianças. Para este efeito, os ambientes virtual e físico foram comparados, quer em crianças com perturbação neurotória ligeira, quer em crianças de desenvolvimento típico, utilizando o teste de *Wilcoxon*.

Os resultados obtidos revelaram que, para ambos os grupos, o desempenho nos constructos analisados, é semelhante (salvo algumas excepções) quando as crianças realizam as mesmas tarefas em ambiente físico ou numa simulação num monitor de computador.

Para as crianças de desenvolvimento típico, no entanto, a comparação entre o ambiente físico e virtual revelou diferenças significativas em algumas áreas, nomeadamente, nas áreas da *percepção visuo-espacial e temporal*, da *atenção mantida* e do *controlo inibitório*, com melhores desempenhos no ambiente virtual.

Já no caso das crianças com perturbação neuromotora ligeira, onde, para além funções cognitivas/executivas, foram avaliados indicadores de comunicação/interacção e indicadores de comportamento, apenas se verificaram diferenças significativas entre ambientes no domínio da *percepção visuo-espacial e temporal*, mais uma vez, com níveis mais elevados no ambiente virtual.

Tais resultados são corroborados por estudos anteriores que apontam para vantagens na utilização do ambiente virtual no desenvolvimento de competências visuo-espaciais (Akhutina *et al.*, 2003)

No caso das crianças de desenvolvimento típico, a existência de níveis mais elevados de atenção mantida e de controlo inibitório no ambiente virtual, poderá dever-se ao facto da visualização da actividade no ambiente virtual se dar num campo visual mais restrito que obriga a que a criança, na sua participação, foque o olhar apenas sobre o monitor. O campo de visão mais alargado proporcionado pela actividade em ambiente real e, inclusive, a possibilidade de a criança se levantar para manipular o material, poderá contribuir para a dispersão e eventual detecção e foco em elementos distractores no ambiente. Coloca-se, portanto, a hipótese do ambiente virtual apresentar *médium* mais organizador da actividade e isento de distrações que poderá constituir uma mais-valia no treino de diferentes funções cognitivas/executivas, em crianças tipicamente desenvolvidas com dificuldades na manutenção da atenção e/ou com impulsividade. Por outro lado, no ambiente virtual, a alteração do material é rapidamente actualizada a partir do *software*, havendo tempos de espera mais curtos do que no ambiente físico, onde o experimentador deve montar o material das tarefas manualmente. O ambiente virtual poderá, então, representar um *médium* eficaz na avaliação ou no treino de outras competências, nas quais se pretenda evitar a interferência de eventuais dificuldades da atenção e/ou do controlo inibitório. No entanto, coloca-se a questão da adequação da utilização deste ambiente no treino da atenção mantida, uma competência a utilizar nas

vivências/aprendizagens do quotidiano, onde a criança deverá aprender a atender ao tempo natural de espera pela chegada de acontecimentos, pessoas, objectos, etc.

No que respeita à percepção visuo-espacial e temporal, este constructo revelou ser melhor em ambiente virtual, quer em crianças de desenvolvimento típico, quer em crianças com perturbação neuromotora ligeira. Uma revisão das características da simulação computadorizada da actividade, no entanto, revelou diferenças no ângulo de visão proporcionado pela versão virtual e a versão física, que poderão contribuir para as diferenças verificadas entre ambiente na percepção visuo-espacial. No ambiente virtual, a percepção visuo-espacial poderá encontrar-se auxiliada e, portanto, aumentada, devido à vista aérea da actividade que permite, mais facilmente, perceber a aproximação do carro aos cubos (a meio da mesa) e ao ponto-alvo marcado ao fundo da mesa.

Numa última parte do estudo, crianças tipicamente desenvolvidas e crianças com perturbações neuromotoras ligeiras foram comparadas quanto ao seu desempenho nas funções cognitivas/executivas, quer em ambiente virtual, quer em ambiente físico. Os resultados revelaram apenas diferenças significativas no controlo inibitório que, em ambos os ambientes, será mais elevado nas crianças tipicamente desenvolvidas. Este resultado corrobora as evidências, amplamente descritas na literatura, de uma maior incidência de dificuldades ao nível do controlo inibitório, em crianças prematuras e/ou com baixo peso à nascença (Katz *et al.*, 1996; Ben Amor *et al.*, 2012), e em crianças com lesões cerebrais congénitas (Kolk & Talvik, 2000; Christ *et al.*, 2003; Lemay *et al.*, 2012). No entanto, seriam ainda de esperar diferenças entre os grupos nos outros domínios, tais como o processamento visuo-espacial (Olsen *et al.*, 1998; Pirila, *et al.*, 2004) e a precisão visuo-motora (Pirila, *et al.*, 2004), diferenças essas que, neste estudo, aparecem tendencialmente mas sem atingir valores estatisticamente significativos.

6 Considerações Finais

Em termos de implicações práticas poderá, então, considerar-se o computador como semelhante, podendo, quando pretendido (pelas vantagens referidas na revisão da literatura – económico, fácil adaptação das actividades ao nível, conhecimentos e interesses da criança, fácil registo da actividade, etc), ser utilizado como complemento e, em alguns casos, como alternativa aos robôs físicos.

No caso de crianças com perturbação neuromotora ligeira, os resultados sugerem que, a realização de actividades apresentadas no monitor de um computador é semelhante à realização das mesmas em ambiente físico, sempre que o modo de acesso às actividades permaneça o mesmo. Nesse sentido, coloca-se a hipótese do ambiente virtual ser utilizado como instrumento complementar nas actividades lúdico-pedagógicas do período pré-escolar, podendo contribuir para a motivação das crianças como é referido na literatura.

Já no caso crianças de desenvolvimento típico, os resultados sugerem que, para a maioria dos constructos cognitivos/executivos, a realização de actividades apresentadas no monitor de um computador é semelhante à realização das mesmas em ambiente físico, e ainda, que o ambiente virtual parece acarretar benefícios acrescentados em algumas áreas do funcionamento executivo (atenção mantida e controlo inibitório). Assim sendo, em situações de avaliação ou treino de outras competências cognitivas, onde se requer que a criança de desenvolvimento típico esteja focada e atenta, a realização de actividades no monitor de um computador, poderá revelar-se particularmente útil.

No entanto, há que ter em conta um conjunto de limitações que este estudo apresenta, e acautelar quaisquer conclusões que delas possam derivar.

Por exemplo, a verificação de correlações apenas indica que, quando o desempenho (relativo a um constructo) num ambiente aumenta, ou seu “equivalente” no ambiente alternativo, também aumenta (não querendo isto dizer que se trata do mesmo constructo). Neste sentido, teria sido preferível, o estabelecimento de uma validade de

constructo e de critério, mas o reduzido número de “itens/amostras de avaliação” por domínio cognitivo/executivo, não o permitiu.

No que respeita à percepção visuo-espacial, verificou-se que esta poderá ter sido melhor, no ambiente virtual, devido à vista aérea proporcionada pelo *design* da simulação. Sendo assim, o diferente ângulo de visão que a actividade lúdica apresenta num e noutra ambiente, poderá estar a comportar-se como uma variável parasita, contribuindo para diferenças que, de outra forma, poderiam não ser verificadas.

Existirão outros constructos do funcionamento cognitivo e executivo, envolvidos na realização das tarefas, que no entanto, não terão sido aqui considerados. Subjacentes à mesma tarefa, ou até a um acto isolado, estão simultaneamente implicadas diferentes áreas e processos do funcionamento neuropsicológico. Será portanto, por vezes difícil, distinguir o impacto particular que cada um destes processos ou áreas está a ter no desempenho e, conseqüentemente, será igualmente difícil determinar se a eventual dificuldade do desempenho observado se deve a um compromisso numa ou noutra, ou em ambas as áreas. Além disso, nem todos os constructos neuropsicológicos são observáveis no tipo de comportamentos que estas tarefas permitem evidenciar. Um exemplo será o envolvimento da memória de trabalho que, transversalmente a todas as tarefas, requer que a criança retenha na memória a informação disponibilizada na instrução da tarefa, enquanto reflecte e trabalha sobre ela para gerar uma estratégia de resolução do problema e executar a resposta.

Dado o número reduzido de participantes em ambos os grupos, em especial no grupo com perturbação neuromotora ligeira, e ainda, a amostragem por conveniência, os resultados obtidos não permitem chegar a conclusões passivas de generalização às respectivas populações. Devido, também, à dimensão reduzida dos grupos, foi necessário recorrer à utilização de testes não paramétricos, diminuindo assim a potência dos testes de comparação efectuados.

Neste sentido, deverá aprofundar-se a investigação na área do desenvolvimento de ferramentas de avaliação e treino de competências com testes e actividades lúdico-pedagógicas em ambiente virtual, tomando, por exemplo, actividades físicas já

reconhecidas e padronizadas para testar e validar a sua equivalência para o ambiente virtual.

Esperamos, no entanto, que apesar das limitações referidas, o presente estudo, de natureza exploratória, possa contribuir para uma apreciação das condições em que a realização de actividades de avaliação/treino computadorizadas poderá ser útil.

Referências Bibliográficas

- Akhutina, T., Foreman, N., Krichevets, A., Matikka, L., Narhi, V., Pylaeva, N., & Vahakuopus, J. (2003). Improving spatial functioning in children with cerebral palsy using computerized and traditional game tasks. *Disability and Rehabilitation*, 25(24), 1361-1371.
- Anderson, P.J., De Luca, C.R., Hutchinson, E., Spencer-Smith, M.M., Roberts, G., & Doyle, L.W. (2011). Attention problems in a representative sample of extremely preterm/extremely low birth weight children. *Developmental Neuropsychology*, 36(1), 57-73.
- Anderson, P. J., & Doyle, L. W. (2004). Executive functioning in school-aged children who were born very premature or with extremely low birth weight in the 1990's. *Pediatrics*, 14, 50-57.
- Anthony, T.L. (2000). Low Vision Assessment. In F.M. D'Andrea & C. Farrenkopf (Eds.) *Looking to Learn: promoting literacy for students with low vision*. AFB Press, American Foundation for the Blind: New York, pp.32-83. Consultado através do endereço <http://books.google.com/>, a 15 de Outubro de 2012.
- Ashton-Miller, J.A., Wojtys, E.M., Huston, L.J., & Fry-Welch, D. (2001). Can proprioception really be improved by exercises? *European Journal of Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 9, 128-136
- Aylward, G.P. (2011). Neuropsychological Assessment of Newborns, Infants, and Toddlers. Em A. S. Davis. (Ed.) *Handbook of Pediatric Neuropsychology*. Cap.27, Springer Publishing Company: New York.
- Barkley, R.A. (2012). *Executive Functions: What They Are, How they Work, and Why They Evolved*. The Guilford Press: New York
- Basil, C. (2004) Os alunos com paralisia cerebral e outras alterações motoras. In César Coll, Álvaro Marchesi & Jesús Palacios Eds). *Desenvolvimento psicológico e*

educação: transtornos de desenvolvimento e necessidades educativas especiais. (pp. 215-233). Porto Alegre: Artmed.

Bayless, S., & Stevenson, J. (2007). Executive functions in school-age children born very prematurely. *Early Human Development*, 83(4), 247-254.

Begega, A., Méndez-López, M., de Iscar M.J., Cuesta-Izquierdo, M., Solís, G., Fernández-Colomer, B., Álvarez, L., Méndez, M., Arias, J.L. (2010). Assessment of the global intelligence and selective cognitive capacities in preterm 8-year-old children. *Psychothema*, 22(4), 648-653.

Ben Amor, L., Chantal, S., & Bairam, A. (2012). Relationship between late preterm birth and expression of attention-deficit hyperactivity disorder in school-aged children: clinical, neuropsychological, and neurobiochemical outcomes. *Research and Reports in Neonatology*, 2, 77-83

Bhat, R.B., & Sanes, J.N. (2008) Cognitive Channels Computing Action Distance and Direction. *Journal of Neuroscience*, 18(18),7566-80

Blondis, T.A. (2004). Neurodevelopmental Motor Disorders: Cerebral Palsy and Neuromuscular Diseases. In Deborah Dewey & David E. Tupper (Eds). *Developmental motor disorders: a neuropsychological perspective*. New York: The Guilford Press.

Blythe, S.G. (2012). Assessing Neuromotor Readiness for Learning: The INPP Developmental Screening Test and School Intervention Programme. Wiley-Blackwell. Consultado através do endereço <http://books.google.com/>, a 15 de Outubro de 2012

Böhm, B., Lundquist, A. & Smedler, A-C. (2010). Visual-motor and executive functions in children born preterm: The Bender Visual Motor Gestalt Test revisited. *Scandinavian Journal of Psychology*, 51, 376-384.

- Bumin, G. & Kayihan, H. (2001). Effectiveness of two different sensory-integration programmes for children with spastic diplegic cerebral palsy. *Disability and Rehabilitation*. Vol.23(9), pp.394-399.
- Capon, J. (1994). *Basic Movement Activities*. Front Row Experience: Bryon, California
- Chan, R.C.K., Shum, D., Toulopoulou, T., & Chen, E.Y.H. (2008). Assessment of executive functions: Review of instruments and identification of critical issues. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 23(2), 201-216
- Christ, S., White, D., Brunstrom, J., & Abrams, R. (2003). Inhibitory control following prenatal brain injury. *Neuropsychology*, 17, 171–178.
- Cicerone, K., Dahlberg, C, Kalmar, K., Langenbahn, D., Malec, J., Bergquist, T., et al. (2000). Evidence-based cognitive rehabilitation: Recommendations for clinical practice. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81, 1596–1615.
- Cook, A., Howery, K., Gu, J. & Meng, M. (2000). Robot enhanced interaction and learning for children with profound physical disabilities. *Technology and Disability*. Vol. 13, pp.1–8.
- Cook, A., Adams, K., Volden, J., Habottle, N. & Harbottle, C. (2010). Using Lego robots to estimate cognitive ability in children who have severe physical disabilities. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*. Early Online, 1–9
- Cook, A., Encarnação, P. & Adams, K. (2010). Robots: Assistive technologies for play, learning and cognitive development. *Technology and Disability*, 22, 127-145
- Culbertson, J.L. (2003). Visual-Motor Assessment. Em T.H. Ollendick & C.S. Schroeder (Eds.). *Encyclopedia of Clinical Child and Pediatric Psychology*. Consultado através do endereço <http://books.google.com/>, a 28 de Março de 2012
- Daniels, L. E., Sparling, J. W., Reilly, M., & Humphry, R. (1995). Use of assistive technology with young children with severe and profound disabilities. *Infant-toddler Intervention*, Vol.5(1), pp.91-112.

- Davis, G.A. & Hyun, E. (2005). A Study of Kindergarten Children's Spatial Representation in a Mapping Project. *Mathematics Education Research Journal*. Vol. 17(1), pp.73-100
- Fazzi, E. (2010). Overview of vision loss due brain damage, especially visual processing disorders. In *Abstracts 1st International Conference: Visual problems in children with brain damage. What is new?* 3-4. Conferência realizada na Universidade de Dortmund, Alemanha. Consultado através do endereço <http://www.search-document.com/pdf/1/7/elisa-fazzi.html>, a 2 de Outubro de 2011.
- Feldstein, S.N., Keller, F.R., Portman, R.E., Durham, R.L., Klebe, K.J., & Davis, H.P. (1999). A comparison of computerized and standard versions of the Wisconsin card sort test. *The Clinical Neuropsychologist*, 13, 303-313.
- Fonseca, V. (2004) *Psicomotricidade: Perspectivas multidisciplinares*. Porto Alegre: Artmed.
- Foreman, N., Stanton, D., Wilson, P., & Duffy, H. (2003). Spatial knowledge of a real school environment acquired from virtual or physical models by able-bodied children and Spatial knowledge of children with physical disabilities. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 9(2), 67-74.
- Forman, G. (1986). Observations of Young Children Solving Problems with Computers and Robots. *Journal of Research in Childhood Education*. Vol.1(2), pp.60-73.
- French, J.L. (2001). *Pictorial Test of Intelligence - Second Edition*. Austin, TX: Pro-Ed.
- Frost, J.L., Wortham, S. & Reifel, S. (2001). *Play and Child Development*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, Inc.
- Grönqvist, H. (2010). Visual motor development in full term and preterm infants. *Digital Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Social Sciences*, 62. Consultado através do endereço <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:uu:diva-130858>), a 10 de Maio de 2012

- Grunau, R.E., Whitfield, M.F., & Fay, T.B. (2004). Psychosocial and academic characteristics of extremely low birth weight (< or =800 g) adolescents who are free of major impairment compared with term-born control subjects. *Pediatrics*, 114(6), 725-32.
- Harvey, J.M., O'Callaghan, M.J., & Mohay, H. (1999). Executive function of children with extremely low birthweight: a case control study. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 41(5), 292-7.
- Hasdai, A., Jessel, A.S., & Weiss, P.I. (1998). Use of a computer simulator for training children with disabilities in the operation of a powered wheelchair. *American Journal of Occupational Therapy*, 52(3), 215-220.
- Holden, M. K. (2005). Virtual environments for motor rehabilitation: Review. *Cyberpsychology and Behavior*, 8(3), 187-211.
- Inder, T. E., Wells, S. J., Mogridge, N. B., Spencer, C., & Volpe, J. J. (2003). Defining the nature of the cerebral abnormalities in the premature infant: A qualitative magnetic resonance imaging study. *Journal of Pediatrics*, 143, 171–179.
- Katz, K.S., Dubowitz, L.M.S., Henderson, S., Jongmans, M., Kay, G.G., Nolte, C.A., & de Vries, L. (1996). Effect of Cerebral Lesions on Continuous Performance Test Responses of School Age Children Born Prematurely. *Journal of Pediatric Psychology*, 21(6), 841-855.
- Kolk, A., & Talvik, T. (2000). Cognitive outcome of children with early-onset hemiparesis. *Journal of Child Neurology*, 15(9), 581–587.
- Korbin, J., & Young, J. (2003). The cognitive equivalence of reading comprehension test items via computerized and pencil-and-paper administration. *Applied Measurement in Education*, 12, 11-14.
- Korkman M, Mikkola K, Ritari N, et al. (2008). Neurocognitive test profiles of extremely low birth weight five-year-old children differ according to neuromotor status. *Developmental Neuropsychology*, 33(5), 637-655.

- Kozak, J.J., Hancock, P.A., Arthur, E.J., & Chrysler, S.T. (1993). Transfer of training from virtual reality. *Ergonomics*, 36(7), 777-784
- Kranowitz, C.S. (2005). *The Out-of-Sync Child: Recognizing and Coping with Sensory Processing Disorder*. Penguin: New York.
- Kurtz, L.A. (2006). *Visual Perception Problems in Children with AD/HD, Autism, and Other Learning Disabilities: A Guide for Parents and Professionals*. Jessica Kingsley Publishers: London Essentials
- Lemay, M., Lê, T-T., & Lamarre, C. (2012). Deficits in two versions of a sustained attention test in adolescents with cerebral palsy. *Developmental Neurorehabilitation*, 15(4), 253-258.
- Levac, D. & Missiuna, C. (2009). *An Update on the Use of Virtual Reality Technology to Improve Movement in Children with Physical Impairments*. Consultado através do endereço <http://www.canchild.ca/en/canchildresources/VirtualRealityTechnology.asp>, a 5 de Fevereiro de 2011.
- Li, X., Atkins, M.S., & Stanton, B. (2006). Effects of Home and School Computer Use on School Readiness and Cognitive Development Among Head Start Children: A Randomized Controlled Pilot Trial. *Merril-Palmer Quarterly*, 52(2), 239-263
- Luciana, M. (2003) Cognitive development in children born preterm: implications for theories of brain plasticity following injury. *Developmental Psychopathology*, 15(4) 1017-47.
- Maroco, J. (2007). *Análise Estatística com utilização do SPSS (3ª Ed)*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Mataix-Cols, D., & Bartrés-Faz, D. (2002). Is the use of the wooden and computerized versions of the Tower of Hanoi Puzzle equivalent? *Applied Neuropsychology*, 9(2), 117-120.

- McMillan, J.A., Feigin, R.D., DeAngelis, C. & Jones, M.D. (2006). *Oski's pediatrics: principles & practice*. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia. 4th Ed.
- Mechling, L. C. (2006). Comparison of the effects of three approaches on the frequency of stimulus activations, via a single switch, by students with profound intellectual disabilities. *The Journal of Special Education*, 40(2), 94-102.
- Morris R.G., Downes, J.J., Sahakian, B.J., Evenden, J.L., Heald, A., & Robbins, T.W. Planning and spatial working memory in Parkinson's disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 51(6), 757-66
- Mulder, H., Pitchford, N. J., Hagger, M. S., & Marlow, N. (2009). Development of executive function and attention in preterm children: A systematic review. *Developmental Neuropsychology*, 34, 393–421.
- Olsen, P. Vainionpää. L., Pääkkö, E., Korkman, M., Pyhtinen, J., & Järvelin, M.R. (1998). Psychological findings in preterm children related to neurologic status and magnetic resonance imaging. *Pediatrics*, 102(2), 329-336
- Parsons, T.D., Bowerly, T., Buckwalter, J.G., & Rizzo, A.A. (2007). A controlled clinical comparison of attention performance in children with ADHD in a virtual reality classroom compared to standard neuropsychological methods. *Child Neuropsychology*, 13(4), 363-381.
- Penner, I.K., Kobel, M., Stöcklin, M., Weber, P., Opwis, K., & Calabrese, P. (2012). The stroop task: comparison between the original paradigm and computerized versions in children and adults. *Clinical Neuropsychology*, 26(7), 1142-1153
- Piaget, J. (1953). *The Origins of Intelligence in Children*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1981). *La representation de l'espace chez l'enfant* (4^a edição). Paris: Presses Universitaires de France.

- Pirila, S., van der Meere, J.J., Korhonen, P., Ruusu-Niemi, P., Kyntaja, M., Nieminen, P., & Korpela, R. (2004). A retrospective neurocognitive study in children with spastic diplegia. *Developmental Neuropsychology*, 26(3), 679-691.
- Poletz, L., Encarnação, P., Adams, K. & Cook, A. (2010). Robot skills and cognitive performance of preschool children. *Technology and Disability*, 22(3), 117-126.
- Ramaprabha, T. & Sathik, M.M. (2012). The Efficiency Enhancement in Non Immersive Virtual Reality System by Haptic Devices. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*. Consultado através do endereço http://www.ijarcsse.com/docs/papers/March2012/volume_2_Issue_3/V2I30082.pdf, a 28 de Junho de 2012.
- Reid, D. T. (2002). The use of virtual reality to improve upper extremity efficiency skills in children with cerebral palsy: A pilot study. *Technology and Disability*, 14(2), 53-61.
- Rocha, A. (2008). *A lateralidade em crianças dos três ao oito anos de idade*. Dissertação de Mestrado na área do Desenvolvimento Motor. Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.
- Rogoff, B. (1991) Social interaction as apprenticeship in thinking: guided participation in spatial planning. In L. Resnick, J. Levine & S. Teasley (Eds). *Perspectives on Socially Shared Cognition* (pp. 349-364). Hyattsville, MD: American Psychological Association.
- Sabbadini, M., Bonanni, R., Carlesimo, G.A., Caltagirone, C. (2007). Neuropsychological assessment of patients with severe neuromotor and verbal disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*, 45(2), 169-179
- Salvia, J., Ysseldyke, J & Bolt, S. (2007). *Assessment in Special and Inclusive Education* (11ª Ed). Wadsworth, Cengage Learning: Belmont

- Sandlund, M., McDonough, S., & Hager-Ross, C. (2009). Interactive computer play in rehabilitation of children with sensorimotor disorders: A systematic review. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 51(3), 173-179.
- Shaffer, R.J., Jackokes, L.E., Cassily, J.F., Greenspan, S.I., Tuchman, R.F., & Stemmer, P.J. (2001). Effect of interactive metronome training on children with ADHD. *American Journal of Occupational Therapy*, 55(2), 155-162.
- Shaw, J. (2009). The assessment and rehabilitation of visuo-spatial disorders. In B. Johnstone & H.H. Stonnington (Eds.) *Rehabilitation of neuropsychological disorders: a practical guide for rehabilitation professionals* (2^a Ed.) (pp. 107-136). Consultado através do endereço <http://books.google.com/>, a 2 de Outubro de 2011.
- Sommerville, J. A. (2007). Detecting causal structure: the role of interventions in infants' understanding of psychological and physical causal relations. In A. Gopnik & L. E. Schulz (Eds.), *Causal Learning: Psychology, Philosophy and Computation* (pp. 48-57). New York: Oxford University Press.
- Son, S-H. & Meisels, S.J. (2006). The relationship of young children's motor skills to later school achievement. *Merrill-Palmer Quarterly*, 52(4), 755-778
- Straub, K., Obrzut, J.E. (2009). Effects of Cerebral Palsy on Neuropsychological Function. *Journal of Developmental and Physical Disability*. Vol.21, pp.153-167.
- Stuss D.T., Alexander M.P. & Benson D.F. 1997. Frontal lobe functions. Em M.R. Trimble & J.L. Cummings (Eds.), *Contemporary Behavioral Neurology* (pp. 169-187). Boston: Butterworth-Heineman.
- Sullivan, M., Lewis, M. (2000). Assistive technology for the very young: Creating responsive environments. *Infants & Young Children*. Vol. 12(4), pp. 34-52.
- Tomchek, S.D., & Smeck, C.M. (2006) Evaluation of Hanwriting. In A.T. Henderson & C. Pehoski (Eds.). *Hand Function in the Child: Foundations for Remediation*. Mosby Elsevier: St. Louis, Missouri. pp. 293-320.

- Verhaegh, J., Resing, W. C. M., Jacobs, A. P. A., & Fontijn, W. F. J. (2009). Playing with blocks or with the computer? solving complex visual-spatial reasoning tasks: Comparing children's performance on tangible and virtual puzzles. *Educational & Child Psychology*, 26(3), 18-29.
- Vig, S. & Sanders, M. (2007). Cognitive Assessment. In M.R. Brassard & A.E. Boehm (Eds.). *Preschool Assessment: Principles and Practices* (pp.383-419). The Guilford Press: New York.
- Weijer-Bergsma, E. Van De, Wijnroks, L., & Jongmans M.J. (2008). Attention development in infants and preschool children born preterm: a review. *Infant Behavior and Development*, 31(3), 333-351.
- Weiss, T.C. (2009). *Children and Orthopedic Impairments*. Consultado através do endereço <http://www.disabled-world.com/disability/children/orthopedic-impairments.php>, a 7 Abril de 2012.
- Williams, J.E., & McCord, D.M. (2006). Equivalence of standard and computerized versions of the Raven Progressive Matrices test. *Computers in Human Behavior*, 22, 791-800
- Zaia, L.L. (2008). A construção do real na criança: a função dos jogos e das brincadeiras. *Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas*. Vol.1(1), pp.74-94.

ANEXOS

Anexo A

Consentimientos Informados

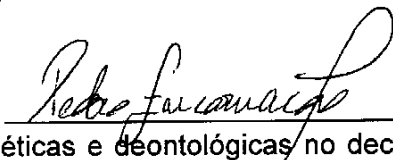


No âmbito de um estudo de investigação sobre a utilização de robôs e ambientes virtuais, a decorrer entre a Faculdade de Engenharia da Universidade Católica Portuguesa, a Faculdade de Medicina de Reabilitação da Universidade de Alberta, Canadá, a Anditec, Tecnologias de Reabilitação, L.da, e o serviço de Psicologia do Centro de Reabilitação de Paralisia Cerebral Calouste Gulbenkian (CRPCCG), irão realizar-se três sessões de actividades lúdicas com pequenos robôs de Lego e computador com o seu filho no Jardim de Infância. O responsável pelo projecto de investigação aprovado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia, Prof. Doutor Pedro Encarnação, irá acompanhar o desenrolar da investigação que será efectuada directamente pela estagiária de Psicologia, Dr.^a Catarina de Faria e Maya supervisionada pela Psicóloga Dr.^a Iolanda Gil do CRPCCG, pela Eng.^a Sara Rodrigues e pelo Eng.^o Gonçalo Piedade. Mais pormenores sobre o projecto poderão ser obtidos em www.compsar.anditec.pt ou contactando directamente o Prof. Doutor Pedro Encarnação (Email: pme@fe.lisboa.ucp.pt, Tel.: 21 426 97 81).

Solicita-se para as sessões acima mencionadas a autorização dos Pais na participação dos seus filhos nesta investigação, tendo em conta que os resultados serão gravados em *vídeo* e visualizados apenas no âmbito deste projecto ao nível da investigação e formação técnica.

Eu, _____

encarregado de educação, autorizo a participação do meu educando

Eu, Prof. Doutor Pedro Encarnação  _____
responsabilizo-me pela aplicação das normas éticas e deontológicas no decorrer da investigação respeitando o anonimato de cada criança.

Lisboa, 26 de Novembro de 2010

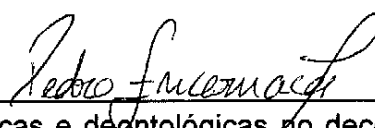


No âmbito de um estudo de investigação sobre a utilização de robôs e ambientes virtuais, a decorrer entre a Faculdade de Engenharia da Universidade Católica Portuguesa, a Faculdade de Medicina de Reabilitação da Universidade de Alberta, Canadá, a Anditec, Tecnologias de Reabilitação, L.da, e o serviço de Psicologia do Centro de Reabilitação de Paralisia Cerebral Calouste Gulbenkian (CRPCCG), irão realizar-se três sessões de actividades lúdicas com pequenos robôs de Lego e computador com o seu filho no CRPCCG. O responsável pelo projecto de investigação aprovado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia, Prof. Doutor Pedro Encarnação, irá acompanhar o desenrolar da investigação que será efectuada directamente pela estagiária de Psicologia, Dr.^a Catarina de Faria e Maya supervisionada pela Psicóloga Dr.^a Iolanda Gil do CRPCCG, pela Eng.^a Sara Rodrigues e pelo Eng.^o Gonçalo Piedade. Mais pormenores sobre o projecto poderão ser obtidos em www.compsar.anditec.pt ou contactando directamente o Prof. Doutor Pedro Encarnação (Email: pme@fe.lisboa.ucp.pt, Tel.: 21 426 97 81).

Solicita-se para as sessões acima mencionadas a autorização dos Pais na participação dos seus filhos nesta investigação, tendo em conta que os resultados serão gravados em *vídeo* e visualizados apenas no âmbito deste projecto ao nível da investigação e formação técnica.

Eu, _____

encarregado de educação, autorizo a participação do meu educando

Eu, Prof. Doutor Pedro Encarnação  _____
responsabilizo-me pela aplicação das normas éticas e deontológicas no decorrer da investigação respeitando o anonimato de cada criança.

Lisboa, 7 de Fevereiro de 2011

Anexo B

Material Inerente ao Estudo

Teste Pictográfico de Inteligência – Segunda Edição

Secção I. Informação de Identificação

Nome _____ Masculino Feminina

Ano _____ Dia _____

Data da Avaliação _____ Local _____ Ano _____

Data de Nascimento _____ Nome do Examinador _____

Idade _____ Título do Examinador _____

Secção II. Registo dos Resultados

| Subtestes | Resultado Bruto | Idade Equivalente | Percentil | Resultado Aferido | Classificação Descritiva para o resultado aferido (usando tabelas 4.2 e 4.3 do manual) |
|-----------------------------------|--------------------|----------------------|-----------|----------------------|--|
| I. Abstrações Verbais (AV) | _____ | _____ | _____ | <input type="text"/> | _____ |
| II. Discriminação de Formas (DF) | _____ | _____ | _____ | <input type="text"/> | _____ |
| III. Conceitos Quantitativos (CQ) | _____ | _____ | _____ | <input type="text"/> | _____ |
| | | | | <input type="text"/> | _____ |
| | | | | <input type="text"/> | _____ |
| Resultado para o Total do Teste | | | | | _____ |
| | | | | | _____ |

_____ = Soma dos Resultados Aferidos

Secção III. Perfil dos Resultados Aferidos e Quociente

| Quocientes | PTI | | | Abstrações Verbais | Discriminação de Formas | Conceitos Quantitativos | Resultados Aferidos |
|------------|-----|---|---|-----------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|
| 150 | + | + | + | + | + | + | 20 |
| 145 | + | + | + | + | + | + | 19 |
| 140 | + | + | + | + | + | + | 18 |
| 135 | + | + | + | + | + | + | 17 |
| 130 | + | + | + | + | + | + | 16 |
| 125 | + | + | + | + | + | + | 15 |
| 120 | + | + | + | + | + | + | 14 |
| 115 | + | + | + | + | + | + | 13 |
| 110 | + | + | + | + | + | + | 12 |
| 105 | + | + | + | + | + | + | 11 |
| 100 | — | — | — | — | — | — | 10 |
| 95 | + | + | + | + | + | + | 9 |
| 90 | + | + | + | + | + | + | 8 |
| 85 | + | + | + | + | + | + | 7 |
| 80 | + | + | + | + | + | + | 6 |
| 75 | + | + | + | + | + | + | 5 |
| 70 | + | + | + | + | + | + | 4 |
| 65 | + | + | + | + | + | + | 3 |
| 60 | + | + | + | + | + | + | 2 |
| 55 | + | + | + | + | + | + | 1 |

Observações

FOLHA DE RESPOSTAS

Subteste I. Abstracções Verbais

| Exemplos | Resposta Correcta | Resposta da Criança | |
|--|-------------------|---------------------|------------------|
| Onde está ... a cama? | D | | |
| Estás a ver estas cruces? São parecidas, não são? Mas vês esta (apontando para L)? Esta <i>não</i> é como as outras, pois não? Então, onde está aquela ... que não é como as outras? | E | | |
| Olha para cada desenho. Pensa no que cada um é. Onde está aquele que ... bebemos? | B | | |
| Itens | Resposta Correcta | Resposta da Criança | Resultado 1 ou 0 |
| A. Onde está ... a porta? | T | | |
| B. Onde está ... o pássaro? | D | | |
| Onde está ... o guarda-chuva? | L | | |
| Onde está aquele ... que pões nos teus pés? | T | | |
| Onde está ... a boca? | T | | |
| Onde está ... a janela? | B | | |
| Onde está ... a tarte? | D | | |
| Onde está ... a orelha? | E | | |
| Onde está ... o cadeeiro? | D | | |
| Onde está aquele ... que <i>não</i> é como os outros? Se a criança não escolher a mesa (M), diga, eu acho que esta (apontando para T) não é como as outras. Cada uma destas (apontando para cada uma das cadeiras) é uma cadeira, mas esta (apontar novamente para M) não é uma cadeira, pois não? | T | | |
| Onde está ... a casa da quinta? | E | | |
| Onde está ... o sofá? | T | | |
| Onde está ... o banco? | D | | |
| Estes desenhos (apontando para cada desenho no sentido dos ponteiros do relógio) podem contar a história de um menino que faz um boneco de neve. Onde | D | | |

| | | | |
|---|---|--|--|
| está ... o desenho que mostra o menino quando ele acabou? | | | |
| Se estes fossem de verdade, qual é que eu poderia pôr ao colo? Onde está aquele ... que eu poderia pôr ao colo? | B | | |
| Onde está aquele ... que mede a temperatura? | E | | |
| Onde está aquele ... que <i>não</i> é como os outros? (se necessário, corrigir tal como no item 10.) | T | | |
| Onde está aquele ... que <i>não</i> é como os outros? (não corrigir.) | T | | |
| Onde está aquele ... que <i>não</i> é como os outros? | B | | |
| Onde está ... o cadeado? | D | | |
| Onde está aquele ... que <i>não</i> é como os outros? | E | | |
| Onde está aquele ... que <i>não</i> é como os outros? | E | | |
| Onde está aquele ... que <i>não</i> é como os outros? | D | | |
| Onde está aquele ... que <i>não</i> é como os outros? | B | | |
| Onde está aquele ... que podemos usar com uma vasoura? | T | | |
| Onde está ... o outono? | B | | |
| Onde está aquele ... que <i>não</i> é como os outros? | T | | |
| Onde está ... a colisão/choque? | T | | |
| Onde está ... o desenho de um animal que não tem a pálpebra de um olho? | D | | |
| Onde se pode fabricar alguma coisa? | T | | |
| Quem está ... a atirar-se? | E | | |
| Onde está o desenho que mostra o que uma pessoa viva tem de ter? | B | | |
| Onde está o desenho de uma coisa que todas as casas têm de ter? | D | | |
| Onde está ... um nó? | T | | |
| Onde está aquele ... que não é como os outros? | B | | |
| Onde está aquele ... que consegue correr mais depressa? | E | | |
| Onde está aquele ... que não é como os outros? | B | | |
| Onde está ... a receber? | T | | |

Resultado
Bruto

Resultado
Aferido
Quociente
Percentil

| |
|--|
| |
| |
| |

Subteste 2. Discriminação de Formas

| Exemplos | Resposta Correcta | Resposta da Criança | |
|--|-------------------|---------------------|------------------|
| Olha para cada um destes (apontando para cada). Onde está aquele ... que é mesmo como este (apontando para o desenho do centro)? | E | | |
| Olha para estas coisas. Vês este desenho (apontando para o desenho do centro) e os outros aqui à volta (apontando para outro desenho)? Não acabaram de fazer os desenhos. Tenta imaginar como é que eles seriam se tivessem acabado de fazer os desenhos. Se estivessem feitos, qual destes desenhos seria parecido com o do meio? | E | | |
| Este (apontando para o item) é para este (apontando para o item), assim como este (apontando para o item) é para qual destes? | B | | |
| Itens | Resposta Correcta | Resposta da Criança | Resultado 1 ou 0 |
| Onde está aquele ... que é igual a este (apontando para o desenho do centro)? | B | | |
| Onde está aquele ... que é igual a este (apontando para o desenho do centro)? | D | | |
| Onde está aquele ... que é igual a este (apontando para o desenho do centro)? | T | | |
| Onde está aquele ... que é igual a este (apontando para o desenho do centro)? | E | | |
| Olha para cada uma destas velas (apontando para cada). Onde está ... a vela que é igual a esta (apontando para o desenho do centro)? | T | | |
| Onde está aquele ... que é igual a este (apontando para o desenho do centro)? | B | | |
| Onde está aquele ... que é igual a este (apontando para o desenho do centro)? | T | | |
| Onde está ... um relógio igual a este (apontando para o desenho do centro)? | E | | |
| Onde está aquele ... que é igual a este (apontando para o desenho do centro)? | D | | |
| Onde está aquele ... que é igual a este (apontando para o desenho do centro)? | B | | |
| Onde está aquele ... que é igual a este (apontando para o desenho do centro)? | B | | |
| Onde está ... um sino igual a este (apontando para o desenho do centro)? | D | | |
| Onde está aquele ... que é igual a este (apontando para o desenho do centro)? | T | | |
| Onde está aquele ... que é igual a este (apontando para o desenho do centro)? | E | | |

| | | | |
|--|---|--|--|
| Onde está aquele ... que é igual a este (apontando para o desenho do centro)? | E | | |
| Olha para estas coisas. Vês este desenho (apontando para o desenho do centro) e os outros aqui à volta (apontando para outro desenho)? Não acabaram de fazer os desenhos. Tenta imaginar como é que eles seriam se tivessem acabado de fazer os desenhos. Se estivessem feitos, qual destes desenhos seria parecido com o do meio? | E | | |
| Olha para cada um destes (apontando para cada). Onde está aquele ... que é igual a este (apontando para o desenho do centro)? | D | | |
| Este (apontando para o item) é para este (apontando para o item), assim como este (apontando para o item) é para qual destes? | D | | |
| Onde está aquele ... (apontando para cada desenho) que poderíamos acabar de desenhar, para ser igual a este (apontando para o desenho do centro)? | D | | |
| Olha para cada um destes (apontando para cada). Onde está aquele ... que é igual a este (apontando para o desenho do centro)? | T | | |
| Onde está aquele ... (apontando para cada desenho) que poderíamos acabar de desenhar, para ser igual a este (apontando para o desenho do centro)? | B | | |
| Este (apontando para o item) é para este (apontando para o item), assim como este (apontando para o item) é para qual destes? | T | | |
| Onde está aquele ... (apontando para cada desenho) que poderíamos acabar de desenhar, para ser igual a este (apontando para o desenho do centro)? | B | | |
| Olha para cada um destes (apontando para cada). Qual destas formas faz parte deste desenho? | D | | |
| Onde está aquele ... (apontando para cada desenho) que poderíamos acabar de desenhar, para ser igual a este (apontando para o desenho do centro)? | E | | |
| Este (apontando para o item) é para este (apontando para o item), assim como este (apontando para o item) é para qual destes? | E | | |
| Onde está aquele ... (apontando para cada desenho) que poderíamos acabar de desenhar, para ser igual a este (apontando para o desenho do centro)? | D | | |
| Olha para cada um destes (apontando para cada). Qual destas formas faz parte deste desenho? | T | | |
| Olha para cada um destes (apontando para cada). Qual destas formas faz parte deste desenho? | T | | |

| | | | |
|---|---|-------------------|--|
| Onde está aquele ... (apontando para cada desenho) que poderíamos acabar de desenhar, para ser igual a este (apontando para o desenho do centro)? | B | | |
| | | Resultado Bruto | |
| | | Resultado Aferido | |
| | | Quociente | |
| | | Percentil | |

Subteste 3. Conceitos Quantitativos

| Exemplos | Resposta Correcta | Resposta da Criança | |
|--|-------------------|---------------------|------------------|
| Onde está... o que é maior? | E | | |
| Onde está ... o ninho que <i>não</i> tem ovos? | D | | |
| Onde está ... o ninho que tem <i>mais</i> ovos? | D | | |
| Itens | Resposta Correcta | Resposta da Criança | Resultado 1 ou 0 |
| Onde está ... a linha mais comprida? | D | | |
| Onde está ... a bola maior? | T | | |
| Onde está ... a bola mais pequena? | E | | |
| Olha para todos estes ninhos com ovos lá dentro. Onde está ... o ninho que <i>só</i> tem 3 ovos? | D | | |
| Olha para todos estes ninhos com ovos lá dentro. Onde está ... o ninho que tem <i>mais</i> ovos? | D | | |
| Onde está ... o número que nos diz quantos cubos temos aqui? (apontar para o desenho do centro, tendo cuidado para não tapar um número.) | T | | |
| Onde está ... o número que nos diz quantos cubos temos aqui? (apontar para o desenho do centro.) | E | | |
| Olha para todas estas árvores com maçãs. Onde está ... a árvore que tem <i>mais</i> maçãs? | E | | |
| Olha para todos estes ninhos com ovos lá dentro. Onde está ... o ninho que tem <i>só</i> 4 ovos? | T | | |
| Onde está ... o número que nos diz quantos cubos temos aqui? (apontar para o desenho do centro.) | B | | |
| Onde está ... o número que nos diz quantos cubos temos aqui? (apontar para o desenho do centro.) | D | | |

| | | | |
|--|--------|--|--|
| Olha para todas estas árvores com maçãs. Onde está ... a árvore que só tem 8 maçãs? | E | | |
| Onde está... o 9? E o 7? E o 8? E agora, o 6? | 3 de 4 | | |
| Olha para todas estas árvores com maçãs. Onde está ... a árvore que só tem 6 maçãs? | B | | |
| Onde está ... o número que nos diz quantos cubos temos aqui? (apontar para o desenho do centro.) | T | | |
| O senhor da frutaria quer pôr 24 maçãs num saco. O maior saco só consegue levar 18 maçãs. Onde está o desenho que mostra quantas maçãs vão no outro saco? | D | | |
| Vamos fingir que vamos a uma festa. Cada menino e menina que vem à festa vai trazer 1 presente. Onde está ... o desenho que mostra quantos presentes trazem, se vierem 3 meninos e 2 meninas à festa? | E | | |
| Vamos fingir que tu e eu encontramos uma árvore com 5 maçãs. Se tu comeres 1 e eu comer 1, qual ... o desenho que mostra quantas maçãs ficam na árvore? | T | | |
| Se tivéssemos um bolo inteiro e comêssemos $\frac{2}{3}$, quanto é que ficava? Onde está o desenho que mostra quanto bolo ficava? | B | | |
| Vamos fingir que vamos a outra festa. Agora queremos que cada menino e menina tenha 1 bolacha. Onde está ... o prato que tem 1 bolacha para cada menino e menina, se vierem 4 meninos ... e 3 meninas ... à festa? | T | | |
| Quantas moedas de 20cêntimos há em 1€? | E | | |
| Onde está ... o número que nos diz quantos cubos temos aqui? (apontar para o desenho do centro.) | B | | |
| Se tivéssemos um bolo inteiro e comêssemos $\frac{1}{4}$, quanto é que ficava? Onde está o desenho que mostra quanto bolo ficava? | E | | |

| | | | |
|--|---|--|--|
| Se um lápis custa 10 cêntimos, quantos lápis podes comprar com 30 cêntimos? | E | | |
| A Joana trouxe 5 rebuçados em <i>cada</i> mão e pô-los todos numa mesa. Onde está ... o desenho que mostra quantos rebuçados pôs na mesa? | T | | |
| Imagina que encontramos uma árvore com 13 <i>maçãs</i> . Se deixarmos 8 <i>maçãs</i> na árvore, onde está o desenho que mostra quantas maçãs levámos? | T | | |
| Tens 122 moedas de 1cêntimo. Tu queres ir trocá-las por moedas de 10cêntimos. Mostra-me a imagem com as moedas de 10cêntimos. | B | | |
| <i>Três</i> meninos têm um saco com 15 <i>bolachas</i> . Se distribuírem as bolachas pelos três, onde está ... o saco que mostra quantas bolachas leva cada menino? | B | | |
| O Daniel quer comprar rebuçados. Cada rebuçado custa 7 <i>cêntimos</i> . Ele tem 25 <i>cêntimos</i> . Quantos rebuçados é que ele pode comprar? Onde está o desenho que mostra quantos rebuçados ele pode comprar? | D | | |
| Imagina que vais fazer um piquenique. Tu levas 2 <i>sandes</i> e 1 <i>maçã</i> para cada menino que vem. Tu vais levar 8 <i>sandes</i> . Onde está o desenho que mostra quantas maçãs levas? | E | | |

| | |
|-------------------|--|
| Resultado Bruto | |
| Resultado Aferido | |
| Quociente | |
| Percentil | |

Descrição das Tarefas

| Tarefa | Descrição da Tarefa |
|---|--|
| <u>Tarefa 1</u> Associação de Ideias | Pressionar o botão e mantê-lo pressionado, de modo a que o robô ande e derrube a torre de cubos ao fundo da mesa |
| <u>Tarefa 2</u> Controlo Visuo-Motor | Pressionar o botão e largá-lo quando o carro chegar a meio da mesa onde se encontram os cubos a colocar no carro. De seguida, pressionar o botão para o carro continuar até ao fundo da mesa e aí largar o botão para o carro parar e deixar os cubos. |
| <u>Tarefa 3A</u> Lateralidade | Virar o carro para o lado da torre escolhida pela criança, utilizando botão à esquerda para o carro virar à esquerda e o botão da direita para o carro virar à direita. |
| <u>Tarefa 3B</u> Sequenciação | Após virar na direcção correcta, pressionar o botão inicial para o carro seguir em frente e derrubar a torre. |

Protocolo das Sessões

| | | Instrução | |
|---------------------|--|--|--|
| Nível de Orientação | Tarefa 1 Associação de Ideias | Tarefa 2 Controlo Víscuo-Motor & Percepção Víscuo-Espacial e Temporal | Tarefa 3A & 3B Lateralidade & Sequenciação |
| Sem orientação | <p>Vamos ver o que temos aqui para tu brincareas. Olha: Ali temos uma torre de cubos, aqui um carrinho e, aqui um botão. <i>(apontando para cada um)</i>. Daqui a pouco, podes fazer o carrinho andar. Podes carregar aqui para ligar o carrinho. Ok, muito bem! <i>(reforço)</i> Vamos começar? Podes fazer com que o carrinho vá por aqui <i>(apontando o caminho)</i>, e deite abaixo a torre de cubos? <i>(dar 15 segundos à criança antes de dar qualquer orientação adicional)</i>. Muito bem! <i>(reforçar a tentativa, independentemente de a criança ser, ou não, bem sucedida na tarefa)</i>.</p> <p>Se a criança tiver sucesso na tarefa: repetir a tarefa (2º trial) e, se bem sucedida novamente, passar para 2A. Se necessitar de mais orientação, passar para 1B.</p> | <p>Ok. E agora, vamos fazer uma coisa nova? Podes ajudar-me a construir outra torre ali <i>(apontando)</i> com estes cubos? <i>(apontando)</i>. Pronto(a)? Ok. Então vamos fazer assim: Faz o carro vir até aqui, <u>pára</u> o carro <i>(sublinhar)</i> para eu pôr uns cubos em cima, e depois faz o carro ir até ali ao fundo <i>(apontar)</i>. <i>Dar 15 segundos à criança antes de dar qualquer orientação adicional</i>.</p> <p>Se a criança tiver sucesso na tarefa: repetir a tarefa (2º trial) e, se bem sucedida novamente, passar para 3A. Se necessitar de mais orientação, passar para 2B.</p> | <p>Agora temos uma torre de cubos aqui <i>(apontando)</i> e outra ali <i>(apontando)</i>. Qual queres deitar abaixo? <i>Dar 15 segundos à criança antes de dar qualquer orientação adicional</i>.</p> <p>Se a criança necessitar de mais orientação, passar para 3B.</p> |

| | | | |
|----------------------------|--|--|---|
| <p>Orientação Genérica</p> | <p>O que é que podes fazer para o carro deitar abaixo a torre de cubos? <i>Dar 15 segundos à criança antes de dar qualquer orientação adicional.</i> Podes usar qualquer coisa na mesa.</p> <p><i>Se a criança agarrar no carro com a mão:</i> Não podes agarrar o carro com a mão.</p> <p>Se a criança tiver sucesso na tarefa: repetir a tarefa (2º trial) e, se bem sucedida novamente, passar para 2A. Se necessitar de mais orientação, passar para 1C.</p> | <p><i>Se a criança não conseguir parar o carro, fazendo então com que o carro vá até ao fundo da mesa, deverá colocar-se o carro no ponto de partida, e reforçamos a ideia:</i> Temos que parar aqui primeiro, para pôr os cubos em cima. O que podes fazer para fazer o carro parar aqui? <i>Dar 15 segundos à criança antes de dar qualquer orientação adicional.</i></p> <p><i>Ou</i></p> <p><i>Se a criança parar demasiado à frente ou atrás:</i> Boa, estavas perto. Achas que consegues parar ainda mais perto – aqui (apontando). Volta-se ao ponto de partida e dá-se uma nova tentativa. <i>Dar 15 segundos à criança antes de dar qualquer orientação adicional.</i></p> <p>Se a criança tiver sucesso na tarefa: repetir a tarefa (2º trial) e, se bem sucedida novamente, passar para 3A. Se necessitar de mais orientação, passar para 1C.</p> | <p><i>Se a criança não optar por um botão para virar o carro (lógica binária):</i> O que é que podes fazer para o carrinho vir para aqui? <i>Dar 15 segundos à criança antes de dar qualquer orientação adicional</i></p> <p><i>Ou</i></p> <p><i>Se a criança tiver sucesso na tarefa de lógica binária, mas persistir na utilização do mesmo botão para a tarefa de sequenciação. Colocar o carrinho no ponto de partida desta tarefa. Deixar que a criança realize a tarefa de lógica binária e pare (e.g.: segurando a sua mão). Com o carrinho virado agora na direcção correcta, dizer:</i> Muito bem! Viraste bem. O que é que podes fazer agora para o carro deitar abaixo a torre de cubos? <i>Dar 15 segundos à criança antes de dar qualquer orientação adicional.</i></p> <p>Se a criança necessitar de mais orientação, passar para 3C.</p> |
| | <p>Estes botões fazem</p> | <p>O que podemos fazer</p> | <p><i>Se a criança continuar</i></p> |

| | | | |
|--|---|---|--|
| <p>Orientação explicitamente referindo os botões</p> | <p>alguma coisa?</p> <p>Se a criança tiver sucesso na tarefa: repetir a tarefa (2º <i>trial</i>) e, se bem sucedida novamente, passar para 2A.</p> <p>Se necessitar de mais orientação, passar para 1D.</p> | <p>com os botões para parar o carro?</p> <p>Se a criança tiver sucesso na tarefa: repetir a tarefa (2º <i>trial</i>) e, se bem sucedida novamente, passar para 3A.</p> <p>Se necessitar de mais orientação, passar para 1D.</p> | <p><i>a não optar por um botão para virar o carro (lógica binária):</i></p> <p>Que botão/botões podes usar para fazer o carrinho vir para aqui?</p> <p><i>Dar 15 segundos à criança antes de dar qualquer orientação adicional</i></p> <p><i>Ou</i></p> <p><i>Se a criança tiver sucesso na tarefa de lógica binária, mas persistir na utilização do mesmo botão para a tarefa de sequenciação, chamar à sua atenção a possibilidade de utilizar os restantes botões. Colocar o carrinho no ponto de partida desta tarefa. Deixar que a criança realize a tarefa de lógica binária e pare (e.g.: segurando a sua mão). Com o carrinho virado agora na direcção correcta, dizer:</i></p> <p>Muito bem! Viraste bem. Queres tentar outro botão para deitar abaixo a torre de cubos?</p> <p><i>Dar 15 segundos à criança antes de dar qualquer orientação adicional.</i></p> <p>Se a criança necessitar de mais orientação, passar para 3D.</p> |
|--|---|---|--|

| | | | |
|--|---|---|---|
| <p>onstrução</p> | <p><i>Caso a criança não pressione o botão, o investigador deverá então demonstrar pressionando o botão.</i></p> <p>Se a criança tiver sucesso na tarefa: repetir a tarefa (2º trial) e, se bem sucedida novamente, passar para 2A. Se necessitar de mais orientação, passar para 1E.</p> | <p><i>Se a criança não largar o botão, demonstrar largando o botão quando o carrinho chegar aos cubos.</i></p> <p>Se a criança tiver sucesso na tarefa: repetir a tarefa (2º trial) e, se bem sucedida novamente, passar para 3A. Se necessitar de mais orientação, passar para 1E.</p> | <p><i>Se a criança não pressionar os botões, o investigador deverá então demonstrar pressionando os botões em cada fase.</i></p> <p>Se a criança necessitar de mais orientação, passar para 3E.</p> |
| <p>Usar a mão da criança para exemplificar</p> | <p><i>Caso a criança continue a não pressionar no manípulo, agarrar a mão da criança para exemplificação do pressionar do botão.</i></p> <p>Passar para 2A independentemente de a criança ter tido sucesso na tarefa.</p> | <p><i>Caso a criança não largar o botão, exemplificar agarrando a mão da criança para largar o botão quando o carrinho chegar aos cubos.</i></p> <p>Passar para 3A independentemente de a criança ter tido sucesso na tarefa.</p> | <p><i>Se a criança não pressionar os botões, o investigador deverá exemplificar, agarrando a mão da criança para pressionar os botões em cada fase.</i></p> |

Morae Manager

The screenshot displays the Morae Manager software interface. The main window is titled "Recording - Sessão 4 (Virtual)". It features a video player showing a child and an adult interacting with a computer. Below the video is an audio waveform. The interface includes a menu bar (File, Edit, Create, Search, Play, View, Tools, Help), a toolbar, and several panels:

- Analyze - Project:** A tree view showing tasks (Task 1, Task 2, Task 3A - D, Task 3A - E, Task 3B - D) and markers (I) Associação de Ideias, (U) Coordenação Olho-Mão, (N) Expressão Não-Verbal, (C) Comentário da Criança, (N) Expressão Não-Verbal de Agradecimento.
- Details - Marker:** A section for editing marker details, including text notes and marker type.
- Study:** A section for managing recordings and tasks. It includes a search bar and a table of events.

The event log table is as follows:

| Elap... | Recording | Task | Event | Details | Notes | Title |
|------------|-------------------------|--------|--------|---|-------|-------|
| 0:00:10.79 | Sessão 4 (Virtual) | Task 1 | Marker | I (Associação de Ideias) | C | |
| 0:00:11.92 | Sessão 4 (Virtual) | Task 1 | Marker | U (Coordenação Olho-Mão) | C | |
| 0:00:16.53 | Sessão 4 (Virtual) | Task 1 | Marker | N (Expressão Não-Verbal de Agradecimento) | C | |

At the bottom of the interface, it shows "Total Events: 80", "Selected Events: 0", and "Selected Duration: Not applicable".

Anexo C

Informação Relativa aos Participantes

Lista Participantes – Crianças com Perturbação Neuromotora Ligeira

| Nº Participante | Sexo | Idade Cronológica | Idade Mental | Quociente de Inteligência |
|-----------------|------|-------------------|--------------|---------------------------|
| 8 | M | 52M | 58M | 111 |
| 11 | M | 60M | 47M | 87 |
| 12 | M | 48M | 38M | 89 |
| 17 | M | 53M | 36M | 83 |
| 18 | F | 45M | 38M | 89 |
| 29 | M | 56M | 40M | 81 |
| 30 | F | 78M | 37M | 46 |
| 31 | M | 53M | 38M | 85 |
| 32 | F | 60M | 41M | 79 |
| 33 | M | 35M | 43M | 109 |
| 34 | F | 46M | 41M | 96 |
| 35 | M | 46M | 50M | 109 |
| 36 | F | 63M | 62M | 102 |

Lista Participantes – Crianças Tipicamente Desenvolvidas

| Nº Participante | Sexo | Idade Cronológica | Idade Mental | Quociente de Inteligência |
|-----------------|------|-------------------|--------------|---------------------------|
| 1 | M | 42 | 48 | 115 |
| 2 | F | 59 | 51 | 94 |
| 4 | F | 40 | 37 | 98 |
| 5 | F | 52 | 48 | 98 |
| 6 | M | 53 | 58 | 111 |
| 7 | F | 44 | 50 | 111 |
| 9 | F | 53 | 47 | 98 |
| 10 | F | 37 | 45 | 113 |
| 13 | M | 46 | 48 | 104 |
| 14 | F | 51 | 51 | 102 |
| 15 | F | 63 | 58 | 96 |
| 16 | M | 62 | 60 | 98 |
| 19 | M | 66 | 59 | 94 |
| 21 | M | 44 | 39 | 91 |
| 22 | M | 55 | 57 | 102 |
| 23 | M | 54 | 60 | 106 |
| 24 | M | 55 | 62 | 109 |
| 25 | M | 46 | 39 | 94 |
| 26 | M | 46 | 38 | 89 |
| 27 | F | 43 | 39 | 94 |
| 28 | F | 41 | 39 | 100 |

Perturbação Neuromotora Ligeira

Médias: Idade Cronológica, Idade Mental e Q.I.

Descriptive Statistics

| | N | Minimum | Maximum | Mean | Std. Deviation |
|--------------------|----|---------|---------|-------|----------------|
| Idade_Cronológica | 13 | 35 | 78 | 53,46 | 10,572 |
| Idade_Mental | 13 | 36 | 62 | 43,77 | 8,268 |
| QI | 13 | 46 | 111 | 90,23 | 17,254 |
| Valid N (listwise) | 13 | | | | |

Desenvolvimento Típico

Médias: Idade Cronológica, Idade Mental e Q.I.

Descriptive Statistics

| | N | Minimum | Maximum | Mean | Std. Deviation |
|--------------------|----|---------|---------|--------|----------------|
| Idade_Cronológica | 21 | 37 | 66 | 49,90 | 8,324 |
| Idade_Mental | 21 | 37 | 62 | 49,14 | 8,528 |
| QI | 21 | 89 | 115 | 100,81 | 7,554 |
| Valid N (listwise) | 21 | | | | |

Anexo D

Outputs de Estatística Descritiva

Perturbação Neuromotora Ligeira

Médias das Funções Cognitivas/Executivas no Ambiente Físico e Virtual

Descriptive Statistics

| | N | Minimum | Maximum | Mean | Std. Deviation |
|-------------------------|----|---------|---------|-------|----------------|
| Associação_Ideias.V | 13 | 4 | 4 | 4,00 | ,000 |
| Associação_Ideias.F | 13 | 2 | 4 | 3,69 | ,630 |
| Controlo_VM.V | 13 | 0 | 8 | 5,46 | 2,504 |
| Controlo_VM.F | 13 | 1 | 8 | 5,46 | 2,570 |
| Lateralidade.V | 13 | 0 | 8 | 4,92 | 2,629 |
| Lateralidade.F | 13 | 0 | 8 | 4,38 | 3,203 |
| Sequenciação_Espacial.V | 13 | 0 | 8 | 2,23 | 2,682 |
| Sequenciação_Espacial.F | 13 | 0 | 7 | 1,92 | 2,532 |
| Atenção_Mantida.V | 13 | -4 | 0 | -1,54 | 1,664 |
| Atenção_Mantida.F | 13 | -6 | 0 | -1,77 | 2,048 |
| Percepção_VET.V | 13 | 0 | 8 | 3,92 | 2,597 |
| Percepção_VET.F | 13 | 0 | 5 | 2,00 | 1,780 |
| Coordenação_OM.V | 13 | 4 | 4 | 4,00 | ,000 |
| Coordenação_OM.F | 13 | 2 | 4 | 3,69 | ,630 |
| Controlo_Inibitório.V | 13 | -10 | 0 | -4,00 | 3,851 |
| Controlo_Inibitório.F | 13 | -11 | -1 | -4,38 | 3,453 |
| Valid N (listwise) | 13 | | | | |

Perturbação Neuromotora Ligeira

Médias dos Indicadores de Interação/Comunicação no Ambiente Físico e Virtual

Descriptive Statistics

| | N | Minimum | Maximum | Mean | Std. Deviation |
|--------------------|----|---------|---------|------|----------------|
| Procura_Apoio.V | 13 | 0 | 2 | ,38 | ,768 |
| Procura_Apoio.F | 13 | 0 | 2 | ,46 | ,776 |
| Comentário.V | 13 | 0 | 9 | 3,92 | 3,593 |
| Comentário.F | 13 | 0 | 12 | 4,54 | 4,255 |
| Exp_Verbais.V | 13 | 0 | 5 | 1,92 | 2,100 |
| Exp_Verbais.F | 13 | 0 | 4 | 1,23 | 1,536 |
| Exp_NãoV.V | 13 | 0 | 16 | 7,92 | 4,958 |
| Exp_NãoV.F | 13 | 0 | 15 | 7,08 | 4,627 |
| Valid N (listwise) | 13 | | | | |

Perturbação Neuromotora Ligeira

Médias dos Indicadores Comportamentais no Ambiente Físico e Virtual

Descriptive Statistics

| | N | Minimum | Maximum | Mean | Std. Deviation |
|-----------------------------|----|---------|---------|------|----------------|
| Fadiga.V | 13 | 0 | 0 | ,00 | ,000 |
| Fadiga.F | 13 | 0 | 5 | ,69 | 1,548 |
| Movs._Sons_Estereotipados.V | 13 | 0 | 7 | ,85 | 2,154 |
| Movs._Sons_Estereotipados.F | 13 | 0 | 7 | 1,00 | 2,449 |
| Alts_Comportamento.V | 13 | 0 | 4 | ,85 | 1,625 |
| Alts_Comportamento.F | 13 | 0 | 7 | 1,23 | 2,488 |
| Ecolalia.V | 13 | 0 | 1 | ,08 | ,277 |
| Ecolalia.F | 13 | 0 | 1 | ,23 | ,439 |
| Rej_Act.V | 13 | 0 | 2 | ,15 | ,555 |
| Ref_Acti.F | 13 | 0 | 5 | ,46 | 1,391 |
| Valid N (listwise) | 13 | | | | |

Desenvolvimento Típico

Médias das Funções Cognitivas/Executivas no Ambiente Físico e Virtual

Descriptive Statistics

| | N | Minimum | Maximum | Mean | Std. Deviation |
|-------------------------|----|---------|---------|-------|----------------|
| Associação_Ideias.V | 21 | 4 | 4 | 4,00 | ,000 |
| Associação_Ideias.F | 21 | 3 | 4 | 3,95 | ,218 |
| Controlo_VM.V | 21 | 0 | 8 | 6,48 | 1,965 |
| Controlo_VM.F | 21 | 0 | 8 | 6,86 | 2,151 |
| Lateralidade.V | 21 | 0 | 8 | 5,57 | 2,399 |
| Lateralidade.F | 21 | 0 | 8 | 5,86 | 2,455 |
| Sequenciação_Espacial.V | 21 | 0 | 8 | 3,38 | 3,008 |
| Sequenciação_Espacial.F | 21 | 0 | 8 | 3,29 | 3,180 |
| Atenção_Mantida.V | 21 | -4 | 0 | -,43 | ,978 |
| Atenção_Mantida.F | 21 | -8 | 0 | -1,33 | 1,983 |
| Percepção_VET.V | 21 | 0 | 6 | 3,48 | 1,721 |
| Percepção_VET.F | 21 | 0 | 6 | 2,62 | 1,987 |
| Coordenação_OM.V | 21 | 4 | 4 | 4,00 | ,000 |
| Coordenação_OM.F | 21 | 3 | 4 | 3,95 | ,218 |
| Controlo_Inibitório.V | 21 | -3 | 0 | -,67 | ,856 |
| Controlo_Inibitório.F | 21 | -4 | 0 | -1,38 | 1,117 |
| Valid N (listwise) | 21 | | | | |

Anexo E

Tabelas / Outputs de Estatística Inferencial

Perturbação Neuromotora Ligeira

Correlações das Funções Cognitivas/Executivas em Ambiente Virtual e Ambiente Físico

(Coeficiente de Correlação Spearman)

Correlations

| | | | Associação_I deias.V | Associação_I deias.F |
|----------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Spearman's rho | Associação_Ideias.V | Correlation Coefficient | . | . |
| | | Sig. (2-tailed) | . | . |
| | | N | 13 | 13 |
| | Associação_Ideias.F | Correlation Coefficient | . | 1,000 |
| | | Sig. (2-tailed) | . | . |
| | | N | 13 | 13 |

Correlations

| | | | Causa_Efeito. V | Causa_Efeito. F |
|----------------|----------------|-------------------------|--------------------|--------------------|
| Spearman's rho | Causa_Efeito.V | Correlation Coefficient | . | . |
| | | Sig. (2-tailed) | . | . |
| | | N | 13 | 13 |
| | Causa_Efeito.F | Correlation Coefficient | . | 1,000 |
| | | Sig. (2-tailed) | . | . |
| | | N | 13 | 13 |

Correlations

| | | | Controlo_VM. V | Controlo_VM. F |
|----------------|---------------|-------------------------|-------------------|-------------------|
| Spearman's rho | Controlo_VM.V | Correlation Coefficient | 1,000 | ,721** |
| | | Sig. (2-tailed) | . | ,005 |
| | | N | 13 | 13 |
| | Controlo_VM.F | Correlation Coefficient | ,721** | 1,000 |
| | | Sig. (2-tailed) | ,005 | . |
| | | N | 13 | 13 |

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Correlations

| | | | Percepção_V ET.V | Percepção_V ET.F |
|----------------|-----------------|-------------------------|---------------------|---------------------|
| Spearman's rho | Percepção_VET.V | Correlation Coefficient | 1,000 | ,874** |
| | | Sig. (2-tailed) | . | ,000 |
| | | N | 13 | 13 |
| | Percepção_VET.F | Correlation Coefficient | ,874** | 1,000 |
| | | Sig. (2-tailed) | ,000 | . |
| | | N | 13 | 13 |

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Correlations

| | | | Lateralidade. V | Lateralidade. F |
|----------------|----------------|-------------------------|--------------------|--------------------|
| Spearman's rho | Lateralidade.V | Correlation Coefficient | 1,000 | ,853** |
| | | Sig. (2-tailed) | . | ,000 |
| | | N | 13 | 13 |
| | Lateralidade.F | Correlation Coefficient | ,853** | 1,000 |
| | | Sig. (2-tailed) | ,000 | . |
| | | N | 13 | 13 |

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Correlations

| | | | Sequenciaçã o_Espacial.V | Sequenciaçã o_Espacial.F |
|----------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Spearman's rho | Sequenciação_Espacial. V | Correlation Coefficient | 1,000 | ,926** |
| | | Sig. (2-tailed) | . | ,000 |
| | | N | 13 | 13 |
| | Sequenciação_Espacial. F | Correlation Coefficient | ,926** | 1,000 |
| | | Sig. (2-tailed) | ,000 | . |
| | | N | 13 | 13 |

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Correlations

| | | | Controlo_Inibitório.V | Controlo_Inibitório.F |
|----------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Spearman's rho | Controlo_Inibitório.V | Correlation Coefficient | 1,000 | ,687** |
| | | Sig. (2-tailed) | . | ,009 |
| | | N | 13 | 13 |
| | Controlo_Inibitório.F | Correlation Coefficient | ,687** | 1,000 |
| | | Sig. (2-tailed) | ,009 | . |
| | | N | 13 | 13 |

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Correlations

| | | | Atenção_Mantida.V | Atenção_Mantida.F |
|----------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|
| Spearman's rho | Atenção_Mantida.V | Correlation Coefficient | 1,000 | ,717** |
| | | Sig. (2-tailed) | . | ,006 |
| | | N | 13 | 13 |
| | Atenção_Mantida.F | Correlation Coefficient | ,717** | 1,000 |
| | | Sig. (2-tailed) | ,006 | . |
| | | N | 13 | 13 |

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Desenvolvimento Típico

***Correlações das Funções Cognitivas/Executivas em Ambiente Virtual e Ambiente Físico
(Coeficiente de Correlação Spearman)***

Correlations

| | | | Associação_Ideias.V | Associação_Ideias.F |
|----------------|---------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|
| Spearman's rho | Associação_Ideias.V | Correlation Coefficient | . | . |
| | | Sig. (2-tailed) | . | . |
| | | N | 21 | 21 |
| | Associação_Ideias.F | Correlation Coefficient | . | 1,000 |
| | | Sig. (2-tailed) | . | . |
| | | N | 21 | 21 |

Correlations

| | | | Causa_Efeito. V | Causa_Efeito. F |
|----------------|----------------|-------------------------|--------------------|--------------------|
| Spearman's rho | Causa_Efeito.V | Correlation Coefficient | . | . |
| | | Sig. (2-tailed) | . | . |
| | | N | 21 | 21 |
| | Causa_Efeito.F | Correlation Coefficient | . | 1,000 |
| | | Sig. (2-tailed) | . | . |
| | | N | 21 | 21 |

Correlations

| | | | Controlo_VM. V | Controlo_VM. F |
|----------------|---------------|-------------------------|-------------------|-------------------|
| Spearman's rho | Controlo_VM.V | Correlation Coefficient | 1,000 | ,664** |
| | | Sig. (2-tailed) | . | ,001 |
| | | N | 21 | 21 |
| | Controlo_VM.F | Correlation Coefficient | ,664** | 1,000 |
| | | Sig. (2-tailed) | ,001 | . |
| | | N | 21 | 21 |

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Correlations

| | | | Percepção_V ET.V | Percepção_V ET.F |
|----------------|-----------------|-------------------------|---------------------|---------------------|
| Spearman's rho | Percepção_VET.V | Correlation Coefficient | 1,000 | ,462* |
| | | Sig. (2-tailed) | . | ,035 |
| | | N | 21 | 21 |
| | Percepção_VET.F | Correlation Coefficient | ,462* | 1,000 |
| | | Sig. (2-tailed) | ,035 | . |
| | | N | 21 | 21 |

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Correlations

| | | | Lateralidade.V | Lateralidade.F |
|----------------|----------------|-------------------------|----------------|----------------|
| Spearman's rho | Lateralidade.V | Correlation Coefficient | 1,000 | ,794** |
| | | Sig. (2-tailed) | . | ,000 |
| | | N | 21 | 21 |
| | Lateralidade.F | Correlation Coefficient | ,794** | 1,000 |
| | | Sig. (2-tailed) | ,000 | . |
| | | N | 21 | 21 |

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Correlations

| | | | Sequenciaçã o_Espacial.V | Sequenciaçã o_Espacial.F |
|----------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Spearman's rho | Sequenciação_Espacial.V | Correlation Coefficient | 1,000 | ,833** |
| | | Sig. (2-tailed) | . | ,000 |
| | | N | 21 | 21 |
| | Sequenciação_Espacial.F | Correlation Coefficient | ,833** | 1,000 |
| | | Sig. (2-tailed) | ,000 | . |
| | | N | 21 | 21 |

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Correlations

| | | | Controlo_Inibi tório.V | Controlo_Inibi tório.F |
|----------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Spearman's rho | Controlo_Inibitório.V | Correlation Coefficient | 1,000 | ,431 |
| | | Sig. (2-tailed) | . | ,051 |
| | | N | 21 | 21 |
| | Controlo_Inibitório.F | Correlation Coefficient | ,431 | 1,000 |
| | | Sig. (2-tailed) | ,051 | . |
| | | N | 21 | 21 |

Correlations

| | | | Atenção_Mant ida.V | Atenção_Mant ida.F |
|----------------|-------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Spearman's rho | Atenção_Mantida.V | Correlation Coefficient | 1,000 | ,549** |
| | | Sig. (2-tailed) | . | ,010 |
| | | N | 21 | 21 |
| | Atenção_Mantida.F | Correlation Coefficient | ,549** | 1,000 |
| | | Sig. (2-tailed) | ,010 | . |
| | | N | 21 | 21 |

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Perturbação Neuromotora Ligeira

***Comparação das Funções Cognitivas/Executivas em Ambiente Virtual e Ambiente Físico
(Wilcoxon Signed Ranks Test)***

Ranks

| | | N | Mean Rank | Sum of Ranks |
|---------------------------|----------------|-----------------|-----------|--------------|
| | Negative Ranks | 0 ^a | ,00 | ,00 |
| Associação_Ideias.V - | Positive Ranks | 3 ^b | 2,00 | 6,00 |
| Associação_Ideias.F | Ties | 10 ^c | | |
| | Total | 13 | | |
| | Negative Ranks | 0 ^d | ,00 | ,00 |
| Causa_Efeito.V - | Positive Ranks | 3 ^e | 2,00 | 6,00 |
| Causa_Efeito.F | Ties | 10 ^f | | |
| | Total | 13 | | |
| | Negative Ranks | 5 ^g | 4,70 | 23,50 |
| Controlo_VM.V - | Positive Ranks | 4 ^h | 5,38 | 21,50 |
| Controlo_VM.F | Ties | 4 ⁱ | | |
| | Total | 13 | | |
| | Negative Ranks | 0 ^j | ,00 | ,00 |
| Percepção_VET.V - | Positive Ranks | 11 ^k | 6,00 | 66,00 |
| Percepção_VET.F | Ties | 2 ^l | | |
| | Total | 13 | | |
| | Negative Ranks | 4 ^m | 4,00 | 16,00 |
| Lateralidade.V - | Positive Ranks | 6 ⁿ | 6,50 | 39,00 |
| Lateralidade.F | Ties | 3 ^o | | |
| | Total | 13 | | |
| | Negative Ranks | 2 ^p | 4,50 | 9,00 |
| Sequenciação_Espacial.V - | Positive Ranks | 5 ^q | 3,80 | 19,00 |
| Sequenciação_Espacial.F | Ties | 6 ^r | | |
| | Total | 13 | | |
| | Negative Ranks | 3 ^s | 6,00 | 18,00 |
| Controlo_Inibitório.V - | Positive Ranks | 7 ^t | 5,29 | 37,00 |
| Controlo_Inibitório.F | Ties | 3 ^u | | |
| | Total | 13 | | |
| | Negative Ranks | 3 ^v | 7,33 | 22,00 |
| Atenção_Mantida.V - | Positive Ranks | 7 ^w | 4,71 | 33,00 |
| Atenção_Mantida.F | Ties | 3 ^x | | |
| | Total | 13 | | |

a. Associação_Ideias.V < Associação_Ideias.F

b. Associação_Ideias.V > Associação_Ideias.F

c. Associação_Ideias.V = Associação_Ideias.F

d. Causa_Efeito.V < Causa_Efeito.F

e. Causa_Efeito.V > Causa_Efeito.F

f. Causa_Efeito.V = Causa_Efeito.F

- g. Controlo_VM.V < Controlo_VM.F
- h. Controlo_VM.V > Controlo_VM.F
- i. Controlo_VM.V = Controlo_VM.F
- j. Percepção_VET.V < Percepção_VET.F
- k. Percepção_VET.V > Percepção_VET.F
- l. Percepção_VET.V = Percepção_VET.F
- m. Lateralidade.V < Lateralidade.F
- n. Lateralidade.V > Lateralidade.F
- o. Lateralidade.V = Lateralidade.F
- p. Sequenciação_Espacial.V < Sequenciação_Espacial.F
- q. Sequenciação_Espacial.V > Sequenciação_Espacial.F
- r. Sequenciação_Espacial.V = Sequenciação_Espacial.F
- s. Controlo_Inibitório.V < Controlo_Inibitório.F
- t. Controlo_Inibitório.V > Controlo_Inibitório.F
- u. Controlo_Inibitório.V = Controlo_Inibitório.F
- v. Atenção_Mantida.V < Atenção_Mantida.F
- w. Atenção_Mantida.V > Atenção_Mantida.F
- x. Atenção_Mantida.V = Atenção_Mantida.F

Test Statistics^a

| | Associação_Ideias.V - Associação_Ideias.F | Causa_Efeito.V - Causa_Efeito.F | Controlo_VM.V - Controlo_VM.F | Percepção_VET.V - Percepção_VET.F | Lateralidade.V - Lateralidade.F | Sequenciação_Espacial.V - Sequenciação_Espacial.F | Controlo_Inibitório.V - Controlo_Inibitório.F | Atenção_Mantida.V - Atenção_Mantida.F |
|------------------------|---|---------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---|---|---------------------------------------|
| Z | -1,633 ^b | -1,633 ^b | -,121 ^c | -2,958 ^b | -1,218 ^b | -,877 ^b | -,984 ^b | -,584 ^b |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | ,102 | ,102 | ,904 | ,003 | ,223 | ,380 | ,325 | ,559 |
| Exact Sig. (2-tailed) | ,250 | ,250 | ,957 | ,001 | ,240 | ,516 | ,379 | ,656 |
| Exact Sig. (1-tailed) | ,125 | ,125 | ,479 | ,000 | ,120 | ,258 | ,189 | ,328 |
| Point Probability | ,125 | ,125 | ,043 | ,000 | ,034 | ,117 | ,034 | ,021 |

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

c. Based on positive ranks.

Perturbação Neuromotora Ligeira

Comparação dos Indicadores de Interação/Comunicação em Ambiente Virtual e Ambiente Físico (Wilcoxon Signed Ranks Test)

Ranks

| | | N | Mean Rank | Sum of Ranks |
|--------------------------------------|----------------|-----------------|-----------|--------------|
| Procura_Apoio.V - Procura_Apoio.F | Negative Ranks | 1 ^a | 2,00 | 2,00 |
| | Positive Ranks | 1 ^b | 1,00 | 1,00 |
| | Ties | 11 ^c | | |
| Total | | 13 | | |
| Comentário.V - Comentário.F | Negative Ranks | 5 ^d | 5,80 | 29,00 |
| | Positive Ranks | 4 ^e | 4,00 | 16,00 |
| | Ties | 4 ^f | | |
| Total | | 13 | | |
| Exp_V_Agrado.V - Exp_V_Agrado.F | Negative Ranks | 3 ^g | 2,50 | 7,50 |
| | Positive Ranks | 1 ^h | 2,50 | 2,50 |
| | Ties | 9 ⁱ | | |
| Total | | 13 | | |
| Fadiga.V - Fadiga.F | Negative Ranks | 3 ^j | 2,00 | 6,00 |
| | Positive Ranks | 0 ^k | ,00 | ,00 |
| | Ties | 10 ^l | | |
| Total | | 13 | | |

a. Procura_Apoio.V < Procura_Apoio.F

b. Procura_Apoio.V > Procura_Apoio.F

c. Procura_Apoio.V = Procura_Apoio.F

d. Comentário.V < Comentário.F

e. Comentário.V > Comentário.F

f. Comentário.V = Comentário.F

g. Exp_V_Agrado.V < Exp_V_Agrado.F

h. Exp_V_Agrado.V > Exp_V_Agrado.F

i. Exp_V_Agrado.V = Exp_V_Agrado.F

j. Fadiga.V < Fadiga.F

k. Fadiga.V > Fadiga.F

l. Fadiga.V = Fadiga.F

Test Statistics^a

| | Procura_Apoio.V - Procura_Apoio.F | Comentário.V - Comentário.F | Exp_V_Agrado.V - Exp_V_Agrado.F | Fadiga.V - Fadiga.F |
|------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------|
| Z | -,447 ^b | -,773 ^b | -1,000 ^b | -1,604 ^b |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | ,655 | ,440 | ,317 | ,109 |
| Exact Sig. (2-tailed) | 1,000 | ,480 | ,625 | ,250 |
| Exact Sig. (1-tailed) | ,500 | ,240 | ,312 | ,125 |
| Point Probability | ,250 | ,020 | ,250 | ,125 |

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on positive ranks.

Perturbação Neuromotora Ligeira

Comparação dos Indicadores Comportamentais em Ambiente Virtual e Ambiente Físico

(Wilcoxon Signed Ranks Test)

Ranks

| | N | Mean Rank | Sum of Ranks |
|---|-----------------|-----------|--------------|
| Alts_Comportamento.V - Alts_Comportamento.F | 2 ^a | 2,50 | 5,00 |
| Negative Ranks | 1 ^b | 1,00 | 1,00 |
| Positive Ranks | 10 ^c | | |
| Ties | | | |
| Total | 13 | | |
| Rej_Act.V - Ref_Acti.F | 2 ^d | 1,50 | 3,00 |
| Negative Ranks | 0 ^e | ,00 | ,00 |
| Positive Ranks | 11 ^f | | |
| Ties | | | |
| Total | 13 | | |
| Fadiga.V - Fadiga.F | 3 ^g | 2,00 | 6,00 |
| Negative Ranks | 0 ^h | ,00 | ,00 |
| Positive Ranks | 10 ⁱ | | |
| Ties | | | |
| Total | 13 | | |
| Movs._Sons_Estereotipados.V - Movs._Sons_Estereotipados.F | 1 ^j | 1,00 | 1,00 |
| Negative Ranks | 0 ^k | ,00 | ,00 |
| Positive Ranks | 12 ^l | | |
| Ties | | | |
| Total | 13 | | |
| Ecolalia.V - Ecolalia.F | 2 ^m | 1,50 | 3,00 |
| Negative Ranks | 0 ⁿ | ,00 | ,00 |
| Positive Ranks | 11 ^o | | |
| Ties | | | |
| Total | 13 | | |

a. Alts_Comportamento.V < Alts_Comportamento.F

b. Alts_Comportamento.V > Alts_Comportamento.F

- c. Alts_Comportamento.V = Alts_Comportamento.F
- d. Rej_Act.V < Ref_Acti.F
- e. Rej_Act.V > Ref_Acti.F
- f. Rej_Act.V = Ref_Acti.F
- g. Fadiga.V < Fadiga.F
- h. Fadiga.V > Fadiga.F
- i. Fadiga.V = Fadiga.F
- j. Movs._Sons_Estereotipados.V < Movs._Sons_Estereotipados.F
- k. Movs._Sons_Estereotipados.V > Movs._Sons_Estereotipados.F
- l. Movs._Sons_Estereotipados.V = Movs._Sons_Estereotipados.F
- m. Ecolalia.V < Ecolalia.F
- n. Ecolalia.V > Ecolalia.F
- o. Ecolalia.V = Ecolalia.F

Test Statisticsa

| | Alts_Comportamento.V - Alts_Comportamento.F | Rej_Act.V - Ref_Acti.F | Fadiga.V - Fadiga.F | Movs._Sons_Estereotipados.V - Movs._Sons_Estereotipados.F | Ecolalia.V - Ecolalia.F |
|------------------------|---|------------------------|---------------------|---|-------------------------|
| Z | -1,069b | -1,342b | -1,604b | -1,000b | -1,414b |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | ,285 | ,180 | ,109 | ,317 | ,157 |
| Exact Sig. (2-tailed) | ,500 | ,500 | ,250 | 1,000 | ,500 |
| Exact Sig. (1-tailed) | ,250 | ,250 | ,125 | ,500 | ,250 |
| Point Probability | ,125 | ,250 | ,125 | ,500 | ,250 |

- a. Wilcoxon Signed Ranks Test
- b. Based on positive ranks.

Desenvolvimento Típico

**Comparação das Funções Cognitivas/Executivas em Ambiente Virtual e Ambiente Físico
(Wilcoxon Signed Ranks Test)**

Ranks

| | | N | Mean Rank | Sum of Ranks |
|---------------------------|----------------|-----------------|-----------|--------------|
| | Negative Ranks | 0 ^a | ,00 | ,00 |
| Associação_Ideias.V - | Positive Ranks | 1 ^b | 1,00 | 1,00 |
| Associação_Ideias.F | Ties | 20 ^c | | |
| | Total | 21 | | |
| | Negative Ranks | 0 ^d | ,00 | ,00 |
| Causa_Efeito.V - | Positive Ranks | 1 ^e | 1,00 | 1,00 |
| Causa_Efeito.F | Ties | 20 ^f | | |
| | Total | 21 | | |
| | Negative Ranks | 8 ^g | 4,88 | 39,00 |
| Controlo_VM.V - | Positive Ranks | 2 ^h | 8,00 | 16,00 |
| Controlo_VM.F | Ties | 11 ⁱ | | |
| | Total | 21 | | |
| | Negative Ranks | 4 ^j | 6,63 | 26,50 |
| Percepção_VET.V - | Positive Ranks | 12 ^k | 9,13 | 109,50 |
| Percepção_VET.F | Ties | 5 ^l | | |
| | Total | 21 | | |
| | Negative Ranks | 6 ^m | 6,00 | 36,00 |
| Lateralidade.V - | Positive Ranks | 4 ⁿ | 4,75 | 19,00 |
| Lateralidade.F | Ties | 11 ^o | | |
| | Total | 21 | | |
| | Negative Ranks | 5 ^p | 7,50 | 37,50 |
| Sequenciação_Espacial.V - | Positive Ranks | 7 ^q | 5,79 | 40,50 |
| Sequenciação_Espacial.F | Ties | 9 ^r | | |
| | Total | 21 | | |
| | Negative Ranks | 2 ^s | 9,00 | 18,00 |
| Controlo_Inibitório.V - | Positive Ranks | 13 ^t | 7,85 | 102,00 |
| Controlo_Inibitório.F | Ties | 6 ^u | | |
| | Total | 21 | | |
| | Negative Ranks | 1 ^v | 4,00 | 4,00 |
| Atenção_Mantida.V - | Positive Ranks | 11 ^w | 6,73 | 74,00 |
| Atenção_Mantida.F | Ties | 9 ^x | | |
| | Total | 21 | | |

a. Associação_Ideias.V < Associação_Ideias.F

b. Associação_Ideias.V > Associação_Ideias.F

c. Associação_Ideias.V = Associação_Ideias.F

d. Causa_Efeito.V < Causa_Efeito.F

e. Causa_Efeito.V = Causa_Efeito.F

f. Causa_Efeito.V > Causa_Efeito.F

- g. Controlo_VM.V < Controlo_VM.F
- h. Controlo_VM.V > Controlo_VM.F
- i. Controlo_VM.V = Controlo_VM.F
- j. Percepção_VET.V < Percepção_VET.F
- k. Percepção_VET.V > Percepção_VET.F
- l. Percepção_VET.V = Percepção_VET.F
- m. Lateralidade.V < Lateralidade.F
- n. Lateralidade.V > Lateralidade.F
- o. Lateralidade.V = Lateralidade.F
- p. Sequenciação_Espacial.V < Sequenciação_Espacial.F
- q. Sequenciação_Espacial.V > Sequenciação_Espacial.F
- r. Sequenciação_Espacial.V = Sequenciação_Espacial.F
- s. Controlo_Inibitório.V < Controlo_Inibitório.F
- t. Controlo_Inibitório.V > Controlo_Inibitório.F
- u. Controlo_Inibitório.V = Controlo_Inibitório.F
- v. Atenção_Mantida.V < Atenção_Mantida.F
- w. Atenção_Mantida.V > Atenção_Mantida.F
- x. Atenção_Mantida.V = Atenção_Mantida.F

Test Statistics^a

| | Associação_Ideias.V - Associação_Ideias.F | Causa_Efeito.V - Causa_Efeito.F | Controlo_VM.V - Controlo_VM.F | Percepção_VET.V - Percepção_VET.F | Lateralidade.V - Lateralidade.F | Sequenciação_Espacial.V - Sequenciação_Espacial.F | Controlo_Inibitório.V - Controlo_Inibitório.F | Atenção_Mantida.V - Atenção_Mantida.F |
|------------------------|---|---------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---|---|---------------------------------------|
| Z | -1,000 ^b | -1,000 ^b | -1,189 ^c | -2,167 ^b | -,884 ^c | -,119 ^b | -2,474 ^b | -2,812 ^b |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | ,317 | ,317 | ,235 | ,030 | ,377 | ,905 | ,013 | ,005 |
| Exact Sig. (2-tailed) | 1,000 | 1,000 | ,266 | ,028 | ,441 | ,919 | ,013 | ,004 |
| Exact Sig. (1-tailed) | ,500 | ,500 | ,133 | ,014 | ,221 | ,459 | ,007 | ,002 |
| Point Probability | ,500 | ,500 | ,008 | ,001 | ,059 | ,011 | ,001 | ,002 |

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

c. Based on positive ranks.

***Comparação dos Grupos Relativamente às Funções Cognitivas/Executivas
Ambiente Virtual***

(ANCOVA não paramétrica de Quade)

Associação de Ideias

Os grupos apresentam valores idênticos, pelo que não foi possível realizar e apresentar o teste.

Causa e Efeito

Os grupos apresentam valores idênticos, pelo que não foi possível realizar e apresentar o teste.

Controlo Víscuo-Motor

ANOVA

Unstandardized Residual

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|------|------|
| Between Groups | 79,811 | 1 | 79,811 | ,885 | ,354 |
| Within Groups | 2884,449 | 32 | 90,139 | | |
| Total | 2964,261 | 33 | | | |

Percepção Víscuo-Espacial e Temporal

ANOVA

Unstandardized Residual

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|------|------|
| Between Groups | 59,692 | 1 | 59,692 | ,616 | ,438 |
| Within Groups | 3099,589 | 32 | 96,862 | | |
| Total | 3159,281 | 33 | | | |

Lateralidade

ANOVA

Unstandardized Residual

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|------|------|
| Between Groups | 3,200 | 1 | 3,200 | ,034 | ,854 |
| Within Groups | 2984,148 | 32 | 93,255 | | |
| Total | 2987,349 | 33 | | | |

Sequenciação

ANOVA

Unstandardized Residual

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|------|------|
| Between Groups | 17,556 | 1 | 17,556 | ,197 | ,660 |
| Within Groups | 2849,528 | 32 | 89,048 | | |
| Total | 2867,084 | 33 | | | |

Controlo Inibitório

ANOVA

Unstandardized Residual

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|-------|------|
| Between Groups | 515,437 | 1 | 515,437 | 6,837 | ,014 |
| Within Groups | 2412,349 | 32 | 75,386 | | |
| Total | 2927,786 | 33 | | | |

Atenção Mantida

ANOVA

Unstandardized Residual

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|-------|------|
| Between Groups | 198,933 | 1 | 198,933 | 3,140 | ,086 |
| Within Groups | 2027,227 | 32 | 63,351 | | |
| Total | 2226,160 | 33 | | | |

***Comparação dos Grupos Relativamente às Funções Cognitivas/Executivas
Ambiente Físico***

(ANCOVA não paramétrica de Quade)

Associação de Ideias

ANOVA
Unstandardized Residual

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|-------|------|
| Between Groups | 62,032 | 1 | 62,032 | 2,085 | ,158 |
| Within Groups | 952,126 | 32 | 29,754 | | |
| Total | 1014,157 | 33 | | | |

Causa e Efeito

ANOVA
Unstandardized Residual

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|-------|------|
| Between Groups | 62,032 | 1 | 62,032 | 2,085 | ,158 |
| Within Groups | 952,126 | 32 | 29,754 | | |
| Total | 1014,157 | 33 | | | |

Controlo Visuo-Motor

ANOVA
Unstandardized Residual

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|-------|------|
| Between Groups | 193,419 | 1 | 193,419 | 2,428 | ,129 |
| Within Groups | 2549,168 | 32 | 79,661 | | |
| Total | 2742,587 | 33 | | | |

Percepção Visuo-Espacial e Temporal

ANOVA
Unstandardized Residual

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|------|------|
| Between Groups | ,441 | 1 | ,441 | ,005 | ,943 |
| Within Groups | 2671,967 | 32 | 83,499 | | |
| Total | 2672,407 | 33 | | | |

Lateralidade

ANOVA
Unstandardized Residual

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|------|------|
| Between Groups | 50,036 | 1 | 50,036 | ,573 | ,454 |
| Within Groups | 2791,902 | 32 | 87,247 | | |
| Total | 2841,938 | 33 | | | |

Sequenciação

ANOVA
Unstandardized Residual

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|------|------|
| Between Groups | 29,857 | 1 | 29,857 | ,358 | ,554 |
| Within Groups | 2669,560 | 32 | 83,424 | | |
| Total | 2699,418 | 33 | | | |

Controlo Inibitório

ANOVA
Unstandardized Residual

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|-------|------|
| Between Groups | 680,322 | 1 | 680,322 | 9,332 | ,005 |
| Within Groups | 2332,921 | 32 | 72,904 | | |
| Total | 3013,242 | 33 | | | |

Atenção Mantida

ANOVA
Unstandardized Residual

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|------|------|
| Between Groups | 1,196 | 1 | 1,196 | ,015 | ,903 |
| Within Groups | 2557,356 | 32 | 79,917 | | |
| Total | 2558,552 | 33 | | | |