



CARLOS BANDEIRA DE MELLO MONTEIRO

(Org.)

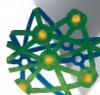


REALIDADE VIRTUAL

NA PARALISIA CEREBRAL



EACH | **USP**
Escola de Artes, Ciências e Humanidades
Universidade de São Paulo



**REDE
CEDES**
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DO
ESPORTE RECREATIVO E DO LAZER

Ministério do
Esporte

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAIS RICO E PAIS SEM POBREZA

CARLOS BANDEIRA DE MELLO MONTEIRO
(Org.)



REALIDADE VIRTUAL

NA PARALISIA CEREBRAL



Ministério do
Esporte



Carlos Bandeira de Mello Monteiro
(Org.)

REALIDADE VIRTUAL

NA PARALISIA CEREBRAL

2011
São Paulo



Copyright © 2011, Carlos Bandeira de Mello Monteiro

Direitos Reservados. Proibida a reprodução, mesmo parcial, por qualquer processo, sem autorização expressa do autor e do editor.

Capa: Milena Y. Madeira
Revisão: Renata Rodrigues

Ficha catalográfica

R288	Realidade virtual na paralisia cerebral / Carlos Bandeira de Mello Monteiro. -São Paulo: Plêiade, 2011. 220 p.
	ISBN: 978-85-7651-179-3
	1. Paralisia cerebral 2. Realidade virtual I. Monteiro, Carlos Bandeira de Mello
	CDU 616.8-009.11 004.946

Bibliotecária responsável: Elenice Y. Madeira CRB 8/5033

Conselho Editorial – Plêiade
Profa. Dra. Beatriz Lage - USP
Profa. Dra. Lídia Almeida Barros – UNESP
Prof. Dr. Dimas A. Künsch – Faculdade Cásper Líbero
Prof. Dr. Erasmo de Almeida Nuzzi - Faculdade Cásper Líbero
Prof. Dr. Flávio Calazans - UNESP
Prof. Dr. Gustavo Afonso Schmidt de Melo - USP
Prof. Dr. Luís Barco - USP
Prof. Dr. Maurizio Babini - UNESP
Prof. Dr. Nelson Papavero - USP
Prof. Dr. Ricardo Baptista Madeira - UniFMU
Prof. Dr. Roberto Bazanini - USCS

Editora Plêiade
Rua Apacê, 45 - Jabaquara - CEP: 04347-110 - São Paulo/SP
info@editorapleiade.com.br - www.editorapleiade.com.br
Fones: (11) 2579-9863 – 2579-9865 – 5011-9869

Impresso no Brasil

Os capítulos deste livro trazem temas relacionados à utilização de realidade virtual como proposta de intervenção em diferentes deficiências com ênfase na Paralisia Cerebral.

Carlos Bandeira de Mello Monteiro

Sumário

Autor	11
Colaboradores.....	13
Agradecimentos	21
Apresentação	23

PARTE I

Conceitos	23
------------------------	-----------

CAPÍTULO 1

PARALISIA CEREBRAL: breve conceituação	25
--	----

Carlos Bandeira de Mello Monteiro; Talita Dias da Silva; Luiz Carlos de Abreu; Marcelo Massa; Emília Katiane Embiruçu de Araújo Leão

CAPÍTULO 2

DEFICIÊNCIA E PARALISIA CEREBRAL: proposta de correlação teórica	45
--	----

Carlos Bandeira de Mello Monteiro; Talita Dias da Silva; Luiz Carlos de Abreu; Marcelo Massa; Michele Schultz Ramos de Andrade

CAPÍTULO 3

REALIDADE VIRTUAL E JOGOS ELETRÔNICOS: uma proposta para deficientes	65
--	----

Ana Grasielle Dionísio Corrêa; Carlos Bandeira de Mello Monteiro; Talita Dias da Silva; Carolina Daniel de Lima-Alvarez; Irene Karaguilla Fichemann; Eloisa Tudella; Roseli de Deus Lopes

CAPÍTULO 4

APRENDIZAGEM MOTORA: um elo entre deficiência e realidade virtual.....	93
--	----

Carlos Bandeira de Mello Monteiro; Camila Torriani-Pasin

PARTE II

Aplicação do conhecimento em pesquisas: Paralisia Cerebral 109

CAPÍTULO 5

PARALISIA CEREBRAL E APRENDIZAGEM DE JOGO ELETRÔNICO (Nintendo Wii) 111

Carlos Bandeira de Mello Monteiro; Livia Simonetti Amorim; Mariana Moura; Jaqueline Freitas de Oliveira Neiva; Talita Dias da Silva; Fernanda Moreira Teles; Cassio de Miranda Meira Júnior

CAPÍTULO 6

APRENDIZAGEM MOTORA EM CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL: tarefa de labirinto no computador. 143

Carlos Bandeira de Mello Monteiro; Cristiane Matsumoto Jakob; Gisele Carla dos Santos Palma; Camila Torriani-Pasin; Cassio de Miranda Meira Junior

PARTE III

Aplicação do conhecimento em pesquisas: Outras possibilidades..... 171

CAPÍTULO 7

Jogo eletrônico como Instrumento de Aprendizagem Motora em Crianças com Síndrome de Down 173

Carlos Bandeira de Mello Monteiro; Nathalia Padoan Reis; Edna Azevedo Guimarães; Jaqueline Freitas de Oliveira Neiva; Raquel Agnes Bello Graça; Cinthya Walter; Célia Regina Derwood Mills Costa Carvalho

CAPÍTULO 8

COMPARAÇÃO DE DESEMPENHO DE AMBIENTE REAL PARA VIRTUAL EM DEFICIENTES FÍSICOS..... 201

Carlos Bandeira de Mello Monteiro; Jaqueline Freitas de Oliveira Neiva; Mariana Moura; Miriele Aharenga Marcelo; Joana Paula de Barros; Marcelo Massa

Autor

Carlos Bandeira de Mello Monteiro

Graduação em Fisioterapia (1993), graduação em Educação Física (1987), mestre em Distúrbios do Desenvolvimento pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (2001) e doutor em Ciências na área de neurologia pela Universidade de São Paulo (2007). Atualmente é professor do curso de Ciências da Atividade Física na Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH/USP) na área de Atividade Física e Esporte Adaptados e Comportamento Motor, no conjunto das disciplinas: Programa de Atividade Física para Portadores de Deficiências Neurológicas, Mentais e Motoras e Programa de Esporte Adaptado. Tem experiência na área de habilitação e reabilitação neuromotora e atividade física para deficientes, atua principalmente nos seguintes temas: deficiência física, funcionalidade em síndromes genéticas, paralisia cerebral, habilidades funcionais, mobilidade, função motora grossa, independência física e CIF (Classificação Internacional de funcionalidade, incapacidade e saúde).

Colaboradores

ANA GRASIELLE DIONÍSIO CORRÊA: Possui graduação em Engenharia da Computação pela Universidade Católica Dom Bosco (2002) e mestrado em Engenharia Elétrica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (2005). Atualmente é doutoranda em Engenharia Elétrica Poli-USP. Trabalha como pesquisadora no Laboratório de Sistemas Integráveis da USP desde 2003, onde atua na especialidade de Meios Eletrônicos Interativos (incluindo Computação Gráfica, Dispositivos de Interação, Realidade Virtual e Aumentada, Informática na Educação, Tecnologias Assistivas e Tecnologias para Reabilitação Motora e Cognitiva). Atualmente é professora dos cursos de Ciência da Computação e Sistemas de Informação na Universidade Presbiteriana Mackenzie.

CAMILA TORRIANI-PASIN: Graduação em Fisioterapia (2000), especialização em Fisioterapia Neurológica pela UNIFESP - EPM (2001) e, doutora em Ciências - Educação Física: Biodinâmica do Movimento Humano pela USP (2010). Atualmente é docente na Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo - EEFE-USP. É pesquisadora na área de Comportamento Motor (Controle Motor e Aprendizagem Motora) e Reabilitação Neurológica. Seus interesses de pesquisa incluem fatores que afetam a aprendizagem motora após lesão neurológica, em especial lesão encefálica.

CAROLINA DANIEL DE LIMA-ALVAREZ: graduada em Fisioterapia pela Universidade Federal de São Carlos (2005),

especialista em Intervenção em Neuropediatria pela Universidade Federal de São Carlos (2006). Possui mestrado em Fisioterapia com ênfase em Neuropediatria pela Universidade Federal de São Carlos (2008) e atualmente é aluna de doutorado da Universidade Federal de São Carlos. É pesquisadora do NENEM (Núcleo de Estudos em Neuropediatria e Motricidade) da UFSCar. Tem experiência na área de Fisioterapia e Terapia Ocupacional, com ênfase em fisioterapia neurológica e neuropediatria, atuando principalmente nos seguintes temas: coordenação viso-cefálica, coordenações sensorio-motoras, lactentes a termo e pré-termo, análise cinemática, paralisia cerebral e intervenção precoce.

CASSIO DE MIRANDA MEIRA JUNIOR: Graduado (1996), mestre (1999) e doutor (2005) pela Escola de Educação Física da Universidade de São Paulo (EEFE-USP). Atualmente é livre-docente em dedicação exclusiva do Curso de Ciências da Atividade Física da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP). Chefia nessa instituição o Laboratório de Ciências da Atividade Física e é Vice-Coordenador do Grupo de Estudos em Capacidades e Habilidades Motoras. Possui experiência nas áreas de Aprendizagem Motora, Desenvolvimento Motor, Controle Motor, Pedagogia do Movimento Humano e Metodologia da Pesquisa.

CÉLIA REGINA DERWOOD MILLS COSTA DE CARVALHO: Pedagoga, Psicopedagoga, especialista em Síndrome de Down, consultora Psicopedagógica e Diretora do CEDE – Centro da Dinâmica de Ensino em São Paulo.

CINTHYA WALTER: possui graduação em Licenciatura Plena em Educação Física pela Universidade de Pernambuco (2002),

especialização em Fisiologia do Exercício pela Universidade Veiga de Almeida (2004) e mestrado em Educação Física pela Universidade de São Paulo (2007) onde se tornou aluna de doutorado em 2010. Tem experiência na área de Comportamento Motor, com ênfase em Aprendizagem Motora, atuando principalmente nos seguintes temas: processo adaptativo, estrutura de prática, liberdade de escolha do aprendiz e timing coincidente.

CRISTIANE MATSUMOTO JAKABI: Fisioterapeuta formada pelo Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas (FMU) em 2008, realizou monitoria em Recursos Terapêuticos Manuais e Iniciação Científica na área de neurologia infantil. Técnica em Estética Facial e Corporal pela Nova Imagem em 2005, pós-graduada em Acupuntura pelo Centro Científico Cultural Brasileiro (CBF) em 2011. Atualmente atua em fisioterapia ortopédica, neurológica, massoterapia, estética facial e corporal, acupuntura.

ELOISA TUDELLA: Possui graduação em Fisioterapia pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (1977), graduação em Educação Física pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (1976), mestrado em Educação Física pela Universidade Gama Filho (1989), doutorado em Psicologia (Psicologia Experimental) pela Universidade de São Paulo (1996) e pós doutorado na Universidade de Salamanca - Espanha (2009). Atualmente é professor associado nível 04 da Universidade Federal de São Carlos e coordenadora do NENEM (Núcleo de Estudos em Neuropediatria e Motricidade). Tem experiência na área de Fisioterapia e Terapia Ocupacional, com ênfase em Fisioterapia e Terapia Ocupacional, atuando principalmente nos seguintes temas: paralisia cerebral, lactentes, fisioterapia, recém-nascido e intervenção precoce.

EMÍLIA KATIANE EMBIRUÇU DE ARAÚJO LEÃO: Formada em Medicina pela Universidade Federal da Bahia (1995), Mestre em Medicina pelo Universidade Federal da Bahia, na área de concentração em Neurociências (2003), e Doutora em Neurologia pela Universidade de São Paulo, área de concentração em Neurogenética (2009). Atualmente, Professora Auxiliar do Departamento de Ciências da Vida da Universidade do Estado da Bahia, responsável pelas disciplinas de Neuroanatomia e de Neuropatologia. Neurologista Infantil, atuando, principalmente, nas áreas de doenças neurogenéticas, ataxias hereditárias, deficiência mental e distúrbios do sono na infância.

FERNANDA MOREIRA TELES: Licenciatura Plena em Educação Física (1997) e Graduada em Fisioterapia (2005). Especialista em Fisioterapia Pediátrica. Mestre pelo departamento de Pediatria da Universidade Federal de São Paulo. Atualmente é coordenadora - Sport Club Corinthians Paulista e supervisora de estágio da Universidade Federal de São Paulo. Tem experiência na área de Fisioterapia com ênfase em pediatria.

GISELE CARLA DOS SANTOS PALMA: Fisioterapeuta graduada pela Universidade das Faculdades Metropolitanas Unidas em 2008. Especialista em Fisioterapia Neurológica pela Universidade Gama Filho em 2011. Membro do grupo de estudos em comportamento motor aplicado às doenças neurológicas (GECOM-NEURO I) na Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo (EEFE-USP).

IRENE KARAGUILLA FICHEMANN: Graduada em Ciência da Computação e Matemática pela Universidade de Tel Aviv, Israel (1983), trabalhou em pesquisa e desenvolvimento na National

Semicondutores em Israel e nos Estados Unidos. Está no Brasil desde 1987, quando participou da equipe da ITAUCOM. Mestre em Engenharia Elétrica pela Escola Politécnica da USP (2002) com pesquisa na área de Meios Eletrônicos Interativos Aplicados a Aprendizagem Colaborativa. Doutora em Engenharia Elétrica pela Escola Politécnica da USP (2008) com pesquisa na área de Ecossistemas Digitais de Aprendizagem. É pesquisadora e gerente do Núcleo de Aprendizagem, Trabalho e Entretenimento do Laboratório de Sistemas Integráveis da POLI-USP.

JAQUELINE FREITAS DE OLIVEIRA NEIVA: Graduada em Licenciatura Plena em Educação Física (2002), especialização em Fisiologia do Exercício na UNIFESP (2004) e mestrado em Biodinâmica do Movimento Humano pela Escola de Educação Física e Esporte - USP (2010). Atualmente é educadora na Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP). É membro do Grupo de Estudos e Pesquisas em Capacidades e Habilidades Motoras (GEPCHAM). Também é membro do Laboratório de Comportamento Motor (LACOM) na Escola de Educação Física e Esporte da USP (EEFE-USP).

JOANA PAULA DE BARROS: Bacharel em Educação Física pela Universidade de São Paulo (2007) e licenciada pela mesma universidade (2009). Atualmente é educadora da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP) e membro do grupo de estudos e pesquisa ECOAR - Estudos em Corpo e Arte - na mesma instituição.

LUIZ CARLOS DE ABREU: Possui graduação em Fisioterapia pela Unesp (1992), com *stricto sensu* realizado na UNIFESP/EPM e estágio sanduíche na Harvard School of Public Health no ano

de 2001. Possui Pós-doutorado em Saúde Pública pela Faculdade de Saúde Pública da USP (2007 a 2010). Atualmente é Coordenador de Pós-graduação Lato Sensu em Fisiologia (FMABC e no HCFMUSP). É responsável pelo Laboratório de Escrita Científica na Faculdade de Medicina do ABC, docente das disciplinas de Metodologia da Pesquisa Científica, Fisiologia, Biofísica e Fisiopatologia da FMABC nos cursos de graduação da FMABC. É bolsista de produtividade científica do Instituto ABCD (Inglaterra). Na pós-graduação, é orientador de programa de mestrado e doutorado autorizado pela Capes.

MARCELO MASSA: Possui Mestrado (1999) e Doutorado (2006) em Educação Física pela Universidade de São Paulo na Área de Biodinâmica do Movimento Humano. É Professor Doutor da Universidade de São Paulo (USP) na Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH) - Curso de Ciências da Atividade Física (CAF). Tem experiência na área de Educação Física e Esporte, com ênfase em Esporte de Alto Rendimento. É Líder do GEPCHAM (Grupo de Estudo e Pesquisa em Capacidades e Habilidades Motoras- EACH/USP) e Coordenador Administrativo do LABCAF (Laboratório de Ciências da Atividade Física) da EACH-USP.

MICHELE SCHULTZ RAMOS DE ANDRADE: possui graduação em Fisioterapia (1997), doutorado em Ciências Morfofuncionais pela Universidade de São Paulo (2005) e pós-doutorado em Biologia Molecular pela Universidade Federal de São Paulo (2009). Atualmente é Professora na Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo. Possui colaboração no laboratório de Neurocirurgia Funcional da Faculdade de Medicina da USP e no Departamento de Bioquímica da Universidade Federal de São Paulo. Tem experiência nas áreas de fisioterapia, neurociências, análises comportamentais, teciduais e moleculares.

ROSELI DE DEUS LOPES: Professora Livre-Docente do Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo, mestrado e doutorado em Engenharia Elétrica pela Escola Politécnica da USP. Foi Vice-Diretora (2006 a 2008) e Diretora (2008 a 2010) da Estação Ciência da USP. Trabalha como pesquisadora no Laboratório de Sistemas Integráveis da USP desde 1988, onde atua na especialidade de Meios Eletrônicos Interativos.

TALITA DIAS DA SILVA: Fisioterapeuta formada pela FMU. Participante da organização e implementação de atividade física e esporte adaptado na Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade da Universidade de São Paulo EACH/USP. É membro do Grupo de Estudos e Pesquisas em Capacidades e Habilidades Motoras (GEPCHAM), atua na área de reabilitação física com ênfase em fisioterapia neurológica aplicada à pediátrica.

Abaixo o nome das alunas do curso de Ciências da Atividade Física da Escola de Artes Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo que participaram das pesquisas.

EDNA AZEVEDO GUIMARÃES.

LÍVIA SIMONETTI AMORIM

MARIANA MOURA

MIRIELE ALVARENGA MARCELO

NATHALIA PADOAN REIS

RAQUEL AGNES BELLO GRAÇA

Agradecimentos

Grupo de Estudo e Pesquisa em Capacidades e Habilidades Motoras (GEPCHAM) da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH/USP).

Laboratório de Comportamento Motor – LACOM da Escola de Educação Física e Esporte (EEFE/USP).

Este projeto teve o apoio por meio de financiamento pelo Ministério do Esporte, por intermédio da Secretaria Nacional de Desenvolvimento do Esporte e Lazer (SNDEL)-Rede CEDES.

Escola CEDE – Centro da Dinâmica de Ensino, em São Paulo.

Agradecimento especial aos familiares, crianças e outros participantes dos projetos de pesquisa realizados.

Apresentação

Atualmente percebe-se um crescente interesse de equipes multidisciplinares em utilizar a modernidade da realidade virtual para propiciar benefícios a crianças com Paralisia Cerebral, assim como outros tipos de deficiências. No entanto, verifica-se que o uso desta tecnologia está em um estágio inicial considerando-se as pesquisas e as possíveis aplicabilidades práticas. Mesmo assim, é comum encontrar propostas de cursos informativos sobre como utilizar a realidade virtual em benefícios de diferentes deficiências, assim como verifica-se que profissionais e instituições organizam salas para viabilizar a adaptação de tecnologia que permita a utilização de consoles de jogos eletrônicos como um diferencial no programa de intervenção com deficientes, principalmente físicos e intelectuais.

Com certeza o estímulo gerado pela existência de diferentes jogos eletrônicos que utilizam realidade virtual direcionam a população e profissionais da saúde a procurarem soluções diferenciadas e com base nas possibilidades que a computação oferece. Esta facilidade crescente de acesso e contato direto com avanços tecnológicos, principalmente por meio de jogos eletrônicos, e sua utilização na melhora funcional de deficientes, provavelmente é uma tendência que irá aumentar nos próximos anos.

Devido às questões existentes e perspectivas positivas sobre o assunto, verificou-se a importância em desenvolver um livro que tivesse como principal objetivo esclarecer algumas questões que envolvem o uso da realidade virtual, assim como propor áreas de pesquisa e intervenções a serem desenvolvidas e utilizadas com diferentes deficientes por meio da utilização da realidade virtual.

Como a proposta inicial foi a utilização da realidade

virtual na Paralisia Cerebral, optou-se em iniciar este livro com um capítulo definindo a Paralisia Cerebral. O segundo capítulo apresenta terminologias e definições de realidade virtual e a introdução de jogos virtuais como possibilidade de pesquisas e intervenções com deficientes. O terceiro capítulo define deficiência e apresenta terminologia sugerida pela Classificação internacional de funcionalidade incapacidade e saúde. O quarto capítulo define aprendizagem motora e os estágios necessários para que se consiga desempenhar uma determinada tarefa com eficácia. Após esses capítulos o livro apresentada três capítulos com resultados de pesquisas realizadas por meio da realidade virtual com a utilização do console eletrônico Wii da Nintendo, sendo o Capítulo cinco sobre Paralisia Cerebral, o capítulo seis sobre Síndrome de Down e o capítulo sete com desempenho em tarefa motora de realidade virtual em praticantes de tênis de mesa adaptado.

Na perspectiva de incentivar o desenvolvimento de conhecimentos sobre a utilização de realidade virtual na intervenção de diferentes deficientes, espera-se que o presente livro represente uma contribuição para os estudos acerca das temáticas discutidas, considerando e respeitando que se trata de um campo vasto para investigações, debates e propostas de intervenção prática.

Prof. Dr. Carlos Bandeira de Mello Monteiro

Conceitos

PARTE I

CAPÍTULO 1

PARALISIA CEREBRAL **breve conceituação**

Carlos Bandeira de Mello Monteiro

Talita Dias da Silva

Luiz Carlos de Abreu

Marcelo Massa

Emília Katiane Embiruçu de Araújo Leão

1. HISTÓRICO

Segundo o National Institute of Neurological Disorder and Stroke (NINDS, 2010)¹, parece consenso que, aproximadamente na década de 1860, o cirurgião Inglês chamado William John Little escreveu as primeiras descrições de uma desordem médica intrigante que atinge crianças nos primeiros anos de vida, causando espasticidade nos membros inferiores e, em menor grau, em membros superiores. Essas crianças tinham dificuldade para agarrar objetos, engatinhar e andar. Observou-se, na época, que muitas dessas crianças nasciam após um parto prematuro ou complicado, e sugeriu-se, como provável causa, que a falta de oxigênio durante o parto prejudicava tecidos sensíveis do cérebro responsáveis pelo controle dos movimentos. Esta entidade foi denominada doença de Little, por vários anos¹⁻³.

O termo Paralisia Cerebral foi empregado pela primeira vez em 1897 por um neurologista austríaco, Sigmund Freud, após analisar os trabalhos de Little⁴. Freud questionava se as anormalidades do processo do nascimento eram fatores etiológicos ou consequências de causas pré-natais. Além disso, ele afirmava que: “as crianças com Paralisia Cerebral habitualmente tinham também deficiência intelectual, distúrbio visual e convulsões”^{1,3}.

2. DEFINIÇÃO

Desde sua popularização o termo Paralisia Cerebral é utilizado por diferentes autores de várias nacionalidades; no entanto, muito se discute sobre uma interpretação errônea que o nome pode causar. Com a conotação de Paralisia Cerebral encontramos quadros clínicos os mais heterogêneos e com etiopatogenias múltiplas, porém nem sempre estaremos frente a uma paralisia *in sensu strictu*, ou ela simplesmente não existe ou nem sempre é de origem cerebral³.

Apesar da contradição causada pelas palavras Paralisia e Cerebral, sob esta denominação surgiram livros, atitudes e escolas reabilitacionistas, justificando, desta forma, a utilização clássica do termo Paralisia Cerebral^{3,5,6}. Schwartzman (1993)⁶ cita que, levando em conta o uso extenso e universal do termo Paralisia Cerebral, até mesmo como título de periódicos importantes, e o reconhecimento por associações e congressos no mundo inteiro, o melhor seria continuar a utilizá-lo, sempre, porém, respeitando-se as condições impostas pelas definições mais atuais.

Algumas definições foram propostas para Paralisia Cerebral^{2,3,7} mas atualmente é importante citar o trabalho de Bax et al., (2005)⁴ que publicaram artigo com ampla discussão sobre a definição e classificação da Paralisia Cerebral. Posteriormente, foi revisto por Rosenbaum et al., (2007)⁵, os quais apresentaram a seguinte definição: “Paralisia Cerebral é um grupo de desordem permanente do desenvolvimento da postura e movimento, causando limitação em atividades, que são atribuídas a um distúrbio não progressivo que ocorre no desenvolvimento encefálico fetal ou na infância. A desordem motora na Paralisia Cerebral é frequentemente acompanhada por distúrbios de sensação, percepção, cognição, comunicação e comportamental, por epilepsia e por problemas musculoesqueléticos secundários”.

3. INCIDÊNCIA E PREVALÊNCIA

Incidência, em termos técnicos de medicina, é o número de casos de doenças que começaram ou de pessoas que adoeceram durante um período dado, em uma população; frequência dos casos novos⁸. Prevalência é o número de casos de doenças ou de doentes (...), em uma população dada, sem distinção entre os casos novos e os casos antigos⁸.

Assim, dados da incidência de PC variam conforme

os estudos e os períodos nos quais foram coletados⁹. Existe uma dificuldade muito grande em se determinar a incidência e a prevalência da Paralisia Cerebral.

Dois fatores são os principais responsáveis pela falta de dados:

- Dificuldades em se estabelecer critérios diagnósticos uniformes.
- Por não ser moléstia de notificação compulsória³.

Apesar de todas as dificuldades, obter informações sobre a incidência auxilia tanto no trabalho da prevenção quanto na melhor programação do atendimento educacional e terapêutico da criança com PC.

O conhecimento da prevalência da PC é importante para:

- Avaliar a real extensão do problema,
- modificar os padrões epidemiológicos,
- obter dados para planejar estratégias de atendimento desta população⁶.

É importante lembrar que o desenvolvimento do país tem uma influência muito grande no atendimento médico oferecido à população, particularmente à gestante e ao bebê. Não há dúvidas de que a incidência em países do terceiro mundo é muito maior, principalmente por falta de prevenção e, especialmente, no período perinatal⁹.

Estatísticas de países em desenvolvimento, quando existem, são muito contrastantes com as de países desenvolvidos. Alguns dados demonstram que a falta de cuidados básicos com a gestante no período pré-natal e o inadequado serviço de saúde se tornam os principais fatores causadores de Paralisia Cerebral em países em desenvolvimento¹⁰.

Considerando a incidência, verifica-se que, em algumas regiões do ocidente, a incidência de PC permanece estável, entre 1,5 e 2,5 por 1000 nascidos vivos^{9,11,12}. Em outros países, observou-se leve aumento na prevalência de PC variando de valores <

2,0/1000 nascidos vivos em 1970 para $> 2,0/1000$ nascidos vivos nos anos 90¹³. Nos EUA houve aumento de 20% na prevalência, variou de 1,9 para 2,3/1000 nascidos vivos, entre 1960 e 1986^{11,14}. Himmelmann et al. (2005)¹² publicaram resultados de um extenso trabalho na Suécia realizado entre 1995 e 1998 com dados de 2 por 1000 crianças nascidas vivas com PC; MacDonald et al. (2000)¹¹ realizaram um trabalho de incidência e prevalência de desordens neurológicas na Inglaterra e consideraram a Paralisia Cerebral uma alteração neurológica com frequência intermediária obtiveram dados de 1,8/1000 nascidos vivos.

Mas, como curiosidade, trabalhos citados por Diamant e Cypel (2005)³ demonstram que, na década de 50, na Inglaterra e países escandinavos, observaram-se variações de 1,5 a 5,9 casos de PC por 1.000 nascidos vivos. A diminuição da incidência na década de 60 aparentemente resultou de uma melhora nos cuidados neonatais. Em pesquisas, nos E.U.A (1985), verificou-se que a prevalência de PC variou conforme o peso de nascimento, ou seja, quando o peso após o nascimento foi abaixo de 2.500g, a incidência foi muito maior, sendo que o menor risco ocorreu com peso de nascimento entre 4.000 e 4.500g³. A prevalência de PC foi menor entre mulheres de 25 a 34 anos de idade (prevalência de 0,92/1000) e maior entre crianças de mães com 40 anos ou mais (prevalência de 6,9/1000)³.

O aumento que se observa recentemente se deve provavelmente às possibilidades de sobrevivência de recém-nascidos de baixo peso $< 1000g^9$. Com a evolução dos cuidados intensivos perinatais, acreditava-se que a incidência poderia diminuir, mas a sobrevivência de recém-nascidos com muito baixo peso manteve a incidência geral, visto que nos nascidos abaixo de 1000g a possibilidade de um distúrbio neurológico chega a 50% tanto na área motora quanto na mental. A taxa de incidência de PC entre

prematturos pesando abaixo de 1.500g é de 25 a 31 vezes maior do que entre nascidos a termo¹⁵.

Considerando-se o tema de período gestacional e Paralisia Cerebral, Bax et al. (2005)⁴ realizaram recente trabalho com 431 crianças de diferentes países europeus e verificaram que mais da metade das crianças com Paralisia Cerebral (n=235 [54,5%]) nasceram a termo. Sendo que, 10,9% tiveram um muito baixo período gestacional (< 28 semanas), 16% nasceram 28 e 31 semanas, e 18,3% nasceram entre 32 e 36 semanas de gestação. Os números considerados de muito baixa idade gestacional são tão pequenos que qualquer variação não afeta drasticamente o número total de crianças com PC. Dentre as crianças estudadas, 19,1% eram pequenos para a idade gestacional (peso nascimento < percentil 10), com taxas semelhantes ocorrendo em todas as idades gestacionais. Contudo, verificaram que o número real de crianças que nasceram pequenas para a idade gestacional tem uma correlação com danos cerebrais.

4. CLASSIFICAÇÃO

Atualmente, existem diferentes classificações utilizadas no estudo da PC, que variam conforme a bibliografia consultada e demonstram controvérsia entre os autores. Esta falta de concordância decorre, dentre outras causas, da utilização de certas denominações sem obediência a uma conceituação uniforme.

A seguir serão apresentadas e definidas as formas de classificação da PC mais utilizadas por vários artigos e livros didáticos, que discutem o tema^{1,15,16}. Esta classificação se baseia no tipo e localização da alteração motora, podendo ser; Espástica, Discinética, Ataxica, Hipotônica e Mista.

4.1. ESPÁSTICA

A espasticidade ou hipertonia elástica, ou seja, aumento do

tônus muscular decorrente da lesão no Sistema Nervoso Central, é a principal característica deste tipo de PC¹⁷. Tônus ou tonicidade é o estado particular de tensão permanente e involuntário dos tecidos vivos, e especialmente do tecido muscular sob a dependência do sistema nervoso central e periférico⁸, sendo que o tônus muscular é avaliado, durante o exame clínico, ao realizar a movimentação passiva do membro¹⁸⁻²¹. Nos casos de espasticidade, quando realizada a movimentação passiva de extensão e flexão do membro, observa-se uma resistência de grupos musculares no início do movimento que cede após algum esforço^{20,17}. A forma espástica de paralisia cerebral é a mais frequente de todas, correspondendo 72 a 91% dos casos de PC¹³. As paralisias cerebrais espásticas podem ser subdivididas em hemiparéticas, diparéticas e quadriparéticas, a depender da localização ou parte do corpo comprometida.

4.1.1. QUADRIPARÉTICAS

A paralisia cerebral espástica quadriparética é característica de 9 a 43% dos casos de PC^{13,15}, sendo a forma mais grave, é caracterizada por comprometimento dos quatro membros e lesão encefálica bilateral, extensa, simétrica ou não. Os fatores etiológicos frequentemente associados são os relacionados a comprometimento sistêmico, como intercorrência no período perinatal, sofrimento fetal, e malformações bilaterais do sistema nervoso central, envolvendo áreas corticais e/ou subcorticais, como as que ocorrem nas infecções congênicas.

Numa fase precoce, nos primeiros meses logo após o nascimento ou insulto cerebral, as crianças apresentam diminuição do tônus muscular e da movimentação espontânea; com o decorrer do tempo, observa-se aumento importante do tônus e a fraqueza muscular torna-se mais nítida. Pode haver persistência da hipotonia axial, ou seja, do tronco e, a microcefalia é comum. Nesta forma

de PC, a postura característica é descrita como: nos membros superiores, flexão dos cotovelos e punhos, pronação dos antebraços, desvio ulnar, punhos cerrados, polegares aduzidos; e membros inferiores em extensão, adução, rotação medial, flexão plantar, pés equinovaros, retrações fibrotendíneas e dificuldade em manter o controle cervical e do tronco⁹.

Os pacientes com este quadro apresentam maior comprometimento motor, principalmente por apresentarem os quatro membros afetados, o que impossibilita movimentos funcionais. Por esse motivo, são indivíduos totalmente dependentes nas atividades da vida diária, seja para vestir, alimentar-se, hábitos de higiene, etc., e sempre necessitarão de cuidados especiais e, principalmente, dedicação integral. Mesmo com a reabilitação, conseguem, quando o fazem, permanecer sentados com apoio e bastantes facilitadores para manterem uma posição adequada na cadeira de rodas, em pé ou na cama. Não conseguem manipular objetos ou se alimentar sozinhos. A marcha, mesmo com apoio e uso de órteses é muito difícil de ser alcançada^{16,22}.

4.1.2. DIPARÉTICA

A PC espástica diparética, considerada a forma mais comum entre os prematuros, tem a prevalência variando entre 10 a 45% dos casos^{13,15}, sendo caracterizada por espasticidade predominante em membros inferiores. Frequentemente os membros superiores estão acometidos, em intensidade variada, mas sempre mais leve do que os inferiores. Segundo Aicardi e Bax (1992)⁹, aproximadamente de 5 a 10% dos nascidos com peso inferior a 1.500g desenvolverão diparesia²³.

Nos primeiros meses de vida as crianças parecem normais, mas chama atenção a movimentação espontânea diminuída das pernas durante o banho ou nas trocas. Evoluem com atraso no rolar na cama, na aquisição da posição sentada e do engatinhar. O apoio plantar é

deficiente; tendem a cruzar as pernas em extensão como uma tesoura, e não realizam a troca dos passos. Como os membros superiores são discretamente afetados, a maioria das crianças consegue manipular bem os objetos, apresentando alguma dificuldade ao executar atividade que necessite de coordenação mais fina.

As alterações clínicas são mais evidentes no final do segundo semestre de vida. O atraso na aquisição da marcha independente, raramente atingida antes dos 24 meses, é o sinal preponderante. Nos casos não tratados precocemente, a espasticidade favorece a retração dos músculos adutores da coxa, a tendência a deambular nas pontas dos pés (pés equinos).

4.1.3. HEMIPARÉTICA

A forma hemiparética de PC espástica tem uma prevalência de aproximadamente 21 a 40% dos casos de PC, é caracterizada por comprometimento motor em um dimídio corporal (um lado do corpo). As etiologias pré-natais são responsáveis por aproximadamente 75% dos casos de PC hemiplégica. Doenças maternas que cursam com comprometimento da circulação arterial, como hemorragias, pré-eclâmpsia, traumas perinatais e anóxia, são os principais fatores de risco. Oclusões arteriais pré-natais têm sido encontradas, e não é rara a presença de cistos porencefálicos^{6,9,16}.

O diagnóstico no primeiro semestre de vida é raro, e o sinal marcante é a assimetria de tônus muscular e da movimentação espontânea, percebida, principalmente, nos membros superiores. O uso preferencial de uma das mãos, enquanto a outra tende a permanecer fechada, numa idade precoce é muito sugestivo^{9,22}.

A criança tende a rolar na cama e se levantar sempre pelo mesmo lado. Evolui com atraso nas aquisições dos marcos do desenvolvimento neuropsicomotor e sinais de espasticidade com fraqueza muscular em um lado do corpo. Este tipo de PC é

frequentemente associado, também, a fatores de risco pós-natais, como: traumatismo crânio encefálicos e acidentes vasculares cerebrais localizados, ou infecções do sistema nervoso central. Nestes casos, as alterações deficitárias são mais rapidamente percebidas, após o insulto, e o quadro clínico mais evidente⁹.

Os movimentos associados estão presentes e persistem indefinidamente, e podem ser definidos como “contrações coordenadas e involuntárias aparecendo em um grupo de músculos por ocasião de movimentos voluntários ou reflexos de um outro grupo muscular”⁸.

4.2. DISCINÉTICA

Existe divergências a respeito da denominação utilizada para definir este grupo específico de paralisia cerebral. Na referência bibliográfica sobre o tema utiliza-se outros termos como sinônimos: atetóide, coreoatetóide, distônico ou extrapiramidal. No entanto, optou-se por discinética, cuja terminologia da palavra refere-se a distúrbio cinético, de movimento^{24,25}.

O diagnóstico de paralisia discinética é baseado na presença de movimentos involuntários, que se sobrepõem aos atos motores voluntários, e posturas anormais secundárias a incoordenação motora automática e alteração na regulação do tônus muscular, decorrente da ativação simultânea das musculaturas agonista e antagonista^{16,25}.

Na maioria das crianças com paralisia discinética, os movimentos voluntários só são percebidos no final do primeiro ano de vida. Inicialmente apresentam hipotonia, com aumento progressivo do tônus, percebida pela resistência à movimentação passiva intercalada por curtos relaxamentos, mais facilmente percebido em extremidades e ao realizar uma movimentação mais suave, menos abrupta. A incidência desta forma de paralisia cerebral é

de 8 a 15% dos casos^{13,16}. Os fatores perinatais têm papel importante na etiologia da PC discinética, principalmente a encefalopatia bilirrubínica (*kernicterus*)²² e a encefalopatia hipóxico-isquêmica grave (*status marmoratum*), ambas com comprometimento importante dos núcleos da base. Este grupo de paralisia cerebral pode ser dividido em duas formas, a depender do movimento involuntário predominante: coreoatetósica (ou hiperkinética) e distônica^{6,9}.

4.2.1. FORMA COREOATETÓSICA (HIPERCINÉTICA)

Esta forma é a mais frequentemente associada aos *kernicterus*, e caracteriza-se por movimentos coreicos e atetósicos, que tendem a ocorrer associados; desaparecem durante o sono e são exacerbados por fatores emocionais. As crianças conseguem ter boa amplitude articular, mas não graduam os atos motores. Quando realizam um ato motor voluntário, os movimentos se apresentam descoordenados e com dificuldade para manter a direção específica⁹.

Os movimentos involuntários apresentam distribuição simétrica e difusa no corpo, acometendo membros, assim como a face, evidenciada pela presença de caretas. Os movimentos coreicos predominam nas musculaturas proximais, a atetose nas distais e face. Observa-se dificuldade na articulação da fala, disartria, e variação na fluência e entonação^{3,16}.

Nesta forma, as funções cognitivas são relativamente preservadas, apesar da confirmação por testes neuropsicológicos ser difícil, pois os resultados sofrem interferência das alterações motora e da fala. É comum a associação com surdez neurossensorial bilateral de origem central (lesão no núcleo do nervo vestibulo coclear no tronco encefálico) ou periférica (lesão no trajeto do nervo vestibulo coclear), quando a etiologia subjacente for a encefalopatia bilirrubínica^{3,16}.

4.2.2. FORMA DISTÔNICA

Esta forma de PC discinética é menos frequente do que a coreoatetósica e tem como principal etiopatogenia subjacente a encefalopatia hipóxico isquêmica grave. O diagnóstico diferencial com as paralisias espásticas é difícil. Nos primeiros 6 meses de vida, o bebê, geralmente é hipotônico, e o quadro clínico só estará bem estabelecido por volta do segundo ano de vida^{16,22}.

A desordem motora predominante é caracterizada por súbito aumento generalizado e anormal do tônus muscular, especialmente dos extensores do tronco, induzidos por estímulo emocional, mudanças de postura ou atos motores voluntários. Os pacientes tendem a assumir posturas bizarras, com o mesmo padrão estereotipado, devido à contração sustentada que envolve o tronco e membros. A distonia tende a desaparecer com repouso. Em casos graves, estas posturas causam dor e desconforto importante aos pacientes, além de deformidades ósseas, como escoliose⁹.

4.3. ATÁXICA

A PC atáxica é menos frequente do que as outras e, como o próprio nome refere, a característica clínica predominante é a ataxia, decorrente de alterações cerebelares^{25,26}.

Nos primeiros meses de vida, o lactente pode apresentar hipotonia, evolui com atraso nas aquisições motoras, principalmente em relação à mudança de decúbito. A ataxia percebida como instabilidade e movimentos oscilatórios da cabeça e do tronco será mais evidente quando a criança começa a se sentar. A dismetria, tremor de intenção, dificuldade em alcançar o objeto e a incoordenação motora são identificadas ainda no primeiro ano de vida. A marcha independente é difícil de ser alcançada, ocorre geralmente por volta dos 4 anos e é caracterizada por alargamento da base de sustentação, instabilidade e dificuldade em conseguir

andar em linha reta, a chamada marcha atáxica. Quedas frequentes são comuns neste grupo. A fala escandida, típica, é explosiva, depois lenta, fragmentada e disártrica^{16,25,26}.

Ao exame clínico, além das alterações cerebelares características, observa-se hipotonia, reflexos neuromusculares diminuídos e força muscular inadequada. A escrita e a motricidade fina são muito prejudicadas. Movimentos rápidos, rítmicos, repetitivos dos olhos (Nistagmo), percebido principalmente na fixação ocular, podem ser sinal bem sugestivo de PC atáxico.

A forma atáxica corresponde a 4-13% dos casos de PC. Alterações cognitivas e comportamentais podem estar presentes, mas são mais leves. Algumas crianças cursam com crises epiléticas^{13,16}.

4.4. HIPOTÔNICA

Esta forma é rara, correspondendo a 1% dos casos de PC, e alguns pesquisadores não a reconhecem, ou consideram como uma característica transitória, antes do início da espasticidade. A característica marcante é a persistência da hipotonia ao longo do tempo, o que promove um atraso importante no desenvolvimento motor, dificultando a manutenção da postura e, raramente, a criança consegue deambular¹⁶. Nesta forma de PC, a fisiopatologia não é bem conhecida, os exames de neuroimagem^{27,28,29} do encéfalo muitas vezes são normais e a etiologia difícil de ser estabelecida. Acredita-se que a encefalopatia hipóxico- isquêmica tenha um papel importante¹⁶.

4.5. MISTA

Forma pouco frequente, responsável por 10 a 15% dos casos de PC, mas também, não é reconhecida por alguns autores. É caracterizada por manifestações clínicas sugestivas de duas ou mais das outras formas de apresentação de PC, embora a semiologia seja complicada pela superposição das manifestações que se confundem.

As combinações mais frequentes são: atetose com tetraplegia ou ataxia ou hipotonia, e tetraplegia com distonia^{3,16}.

5. DIAGNÓSTICO

O diagnóstico de paralisia cerebral baseia-se numa história clínica bem minuciosa da gestação, do período perinatal e dos primeiros anos de vida, questionando sobre os possíveis fatores de risco no três períodos; detalhamento do desenvolvimento neuropsicomotor; história familiar, consanguinidade entre os genitores e casos semelhantes ou com o mesmo diagnóstico na família; e um exame neurológico cuidadoso da criança.

Quando suspeitamos de um caso de PC, devemos ter em mente duas características imprescindíveis para o diagnóstico: comprometimento motor e a não progressão das manifestações clínicas. Nos primeiros meses de vida (< 6 meses), as manifestações clínicas, exceto nos casos graves, são leves e dificultam o diagnóstico de PC. No entanto, algumas características são muito sugestivas e devem ser observadas com atenção. Lactentes com sinais de alerta devem ser acompanhados regularmente, com intervalos menores, visando ao diagnóstico e tratamento precoces^{14,16}.

O diagnóstico de PC é neuroclínico, mas os exames de neuroimagem são importantes na identificação das lesões e para excluir outras doenças semelhantes, que cursam com alterações motoras. No entanto, estes exames mostram anormalidades em 70 a 90% das crianças com PC. Resultados normais não afastam o diagnóstico. Algumas alterações devem ser consideradas:

Alterações cognitivas: uma grande proporção de crianças com PC cursam com algum tipo de comprometimento cognitivo. A deficiência intelectual está presente entre 23 a 44% dos casos de PC, mais frequente e grave entre os quadriparéticos, e pouco observada entre os diparéticos e hemiparéticos. Os fatores associados à

gravidade são: presença de epilepsia e anormalidades corticais na neuroimagem. Alterações comportamentais (25%) e transtorno do déficit de atenção e hiperatividade são mais comuns entre os casos de PC do que nas crianças sem qualquer alteração^{13,14,30}

Epilepsia: a epilepsia ocorre em quase 40% dos casos de PC; destes, 70% têm início das crises no primeiro ano de vida. É mais frequente entre os hemiparéticos e quadriparéticos, sendo que entre os primeiros há predomínio de crises focais (83%)^{13,14,30}.

Anormalidades oftalmológicas: estão presentes em 62% das crianças com PC, principalmente entre os prematuros. Os recém-nascidos com < 32 semanas de idade gestacional têm o maior risco de desenvolverem retinopatia da prematuridade, cegueira cortical (lesão do cortex occipital) e estrabismo, este levando à perda da visão monocular permanente (ambliopia). Além destas alterações, podem cursar com miopia e glaucoma^{13,14}.

Deficiência auditiva: a surdez atinge aproximadamente 25% dos casos de PC, é mais frequente entre os PC discinéticos. Os fatores de risco mais frequentemente associados são: rubéola congênita, kernicterus e meningoencefalites pós natais. É mandatório triagem auditiva com audiometria comportamental, potencial evocado auditivo de tronco cerebral (BERA) ou emissões otoacústicas evocadas em todos neonatos após a alta hospitalar^{13,14,30}.

Disfunções urogenitais e intestinais: a incontinência urinária primária está presente em aproximadamente 23% dos casos de PC, associada principalmente, a maior comprometimento motor e intelectual. A obstipação também é frequente neste grupo; deve-se à menor ingestão de água e maior restrição física^{13,14}.

Distúrbios do sono: os distúrbios relacionados ao ciclo sono e vigília, caracterizados por sono fragmentado e despertares noturnos são frequentes, principalmente entre os pacientes com deficiência visual, ocorrendo em 50% dos casos¹⁴.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. NINDS - National Institute of Neurological Disorder [Internet]. Healthtouch: NINDS; Sep. 2010. Disponível em: [http:// www.healthtouch.com](http://www.healthtouch.com).
2. Little club: Little club clinics in developmental medicine 2 - Child neurology and cerebral palsy: a report of an international study group. London: William Heinemann Medical Books; 1960.
3. Diament A, Cypel S. Neurologia infantil. 4 ed. São Paulo: Atheneu; 2005.
4. Bax M, Goldstein M, Rosenbaum P, Leviton A, Paneth N. Proposed definition and classification of cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2005; 47:571-576.
5. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M. A report: the definition and classification of cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol Suppl*. 2007; 109:8-14.
6. Schwartzman JS. Paralisia cerebral: temas sobre desenvolvimento. São Paulo, Memnon. 1993; 13(3):4-19.
7. American Academy for Cerebral Palsy and Developmental Medicine [Internet]. AACPDm; c2011. Disponível em: [http:// www.aacpdm.org](http://www.aacpdm.org).
8. Garnier M, Delamare V. Dicionário de termos técnicos de medicina. 20 ed. São Paulo: Organização Andrei; 1984.
9. Aicardi J, Bax M. Cerebral palsy. In: Aicardi J. *Diseases of the nervous system in childhood: clinic in developmental medicine*. London: Mac Keith Press; 1992. p. 330-374.
10. Olney SJ, Wright MJ. *Physical therapy for children*. London: W. B. Saunders Company; 1994.
11. MacDonald BK, Cockerell OC, Sander JWAS, Shorvon SD. The incidence and lifetime prevalence of neurological disorders in a prospective community-based study in the UK. *Brain*. 2000; 123(4):665-676.
12. Himmelmann K, Hagberg G, Beckung E, Hagberg B, Uvebrant P. The changing panorama of cerebral palsy in Sweden IX:

- prevalence and origin in the birth-year period 1995-1998. *Acta Paediatr.* 2005; 94(3):287-294.
13. Odding E, Roebroek ME, Stam HJ. The epidemiology of cerebral palsy: incidence, impairments and risk factors. *Disabil Rehabil.* 2006; 28:183-191.
 14. Jan MMS. Cerebral palsy: comprehensive review and update. *Ann Saudi Med.* 2010; 26:123-132.
 15. Piovesana AMMSG. Paralisia Cerebral: contribuição do estudo por imagem. In: Souza AMC, FERRARETTO I. *Paralisia Cerebral: aspectos práticos.* São Paulo: Memnon; 1998. p. 8-32.
 16. Fonseca LF, Pianetti G, Xavier CC. *Compêndio de neurologia infantil.* Rio de Janeiro, Guanabara Koogan; 2002.
 17. Casalis MEP. Espasticidade: cinesioterapia e terapia medicamentosa. *Reabilitar.* 1999; 4:11-15.
 18. Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM. *Fundamentos da neurociência e do comportamento.* Rio de Janeiro: Prentice-Hall; 1997.
 19. Machado A. *Neuroanatomia funcional.* 2 ed. São Paulo: Atheneu; 2000.
 20. Guyton A, Hall J. *Tratado de fisiologia médica.* 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara/Koogan; 2006.
 21. Lundy-Ekman L. *Neurociência: fundamentos para a reabilitação.* 3 ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2008.
 22. Rosemberg S. *Neuropediatria.* São Paulo: Sarvier; 1995.
 23. Argyropoulou M. Brain lesions in preterm infants: initial diagnosis and follow-up. *Pediatr Radiol.* 2010; 40:811-8.
 24. Dorland. *Dicionário médico ilustrado.* 28 ed. São Paulo: Manole; 1999.
 25. Campbell WW. *De Jong: o exame neurológico.* 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara/Koogan; 2007.
 26. Embiruçu EK, Martyn ML, Schlesinger D, Kok F. Autosomal recessive ataxias: 20 types, and counting. *Arq Neuropsiquiatr.*

- 2009; 67:1147-1156.
27. Bax M, Tydeman C, Flodmark O. European cerebral palsy study clinical and MRI correlates of cerebral palsy: the European cerebral palsy study. *JAMA*. 2006; 296(13):1602-1608.
 28. Wilkinson D. MRI and withdrawal of life support from newborn infants with hypoxic-ischemic encephalopathy. *Pediatrics*. 2010; 126(2):451-458.
 29. Hoon AH. Neuroimaging in cerebral palsy: patterns of brain dysgenesis and injury. *J Child Neurol*. 2005; 12:936-939.
 30. Shevell M, Dagenais L, Hall N. Comorbidities in cerebral palsy and their relationship to neurologic subtype and GMFCS level. *Neurology*. 2009; 72: 2090-2096.

CAPÍTULO 2

**DEFICIÊNCIA E
PARALISIA CEREBRAL:**
proposta de correlação
teórica

Carlos Bandeira de Mello Monteiro

Talita Dias da Silva

Luiz Carlos de Abreu

Marcelo Massa

Michele Schultz Ramos de Andrade

1. INTRODUÇÃO

Para muitos, quando se pensa em movimentos corporais, logo vem à mente a figura de indivíduos altamente habilidosos realizando atividades motoras de forma excepcional como profissionais da dança e do esporte¹. Andar, chutar uma bola, escrever uma carta, digitar um texto, tocar piano, dirigir um carro. A lista de atividades motoras que realizamos no dia a dia é imensa, algumas triviais, outras nem tanto. De fato, a qualidade de nossa vida passa pela capacidade de aprender a realizar movimentos orientados a determinados fins e de adaptá-los a modificações situacionais e ambientais². Devemos enfatizar que a grande maioria da população é capaz de executar inúmeros movimentos com relativa competência, como as atividades do cotidiano, sendo várias dessas adquiridas com pouca ou nenhuma instrução formal¹.

Os movimentos utilizados em jogos eletrônicos não apresentam muitas diferenças daqueles do cotidiano. Nos jogos tem-se como meta um bom desempenho segundo as propostas do jogo escolhido e considera-se as dificuldades inerentes de cada tarefa por meio das etapas do jogo ou o desafio em vencer um adversário. Da mesma forma, os movimentos utilizados para a execução de tarefas cotidianas, levam o indivíduo a buscar uma meta, aqui definida como uma ação.

Verifica-se que indivíduos sem qualquer tipo de alteração física apresentam capacidades para diferentes atividades e adequado desempenho na participação de tarefas do dia a dia, sem apresentar limitação ou restrição. No entanto, quando surge um indivíduo com Paralisia Cerebral para participar de um jogo eletrônico ou alguma tarefa funcional, as atitudes dos participantes acabam sendo diferentes, provavelmente por se perceber que se está diante do desconhecido. Existe uma mudança de conceitos quando se tem contato com uma pessoa que apresenta alguma deficiência. Isso

fica bastante evidente na busca que diferentes profissionais têm por trabalhos e estudos voltados para o entendimento dos mecanismos que explicam o comportamento motor do indivíduo com deficiência e seus possíveis recursos para se adaptar ao ambiente³.

Devido às alterações na postura e movimento que o indivíduo com Paralisia Cerebral apresenta, ele irá expor algumas deficiências que terão uma influência direta nas suas tarefas do dia a dia. Este capítulo tem o objetivo de apresentar e definir a palavra deficiência, assim como a taxonomia utilizada mundialmente para se referir ao indivíduo com deficiência.

2. DEFICIENTE NO BRASIL

O Censo Demográfico de 2000 informa que 24,5 milhões de brasileiros apresentam alguma deficiência, o correspondente a 14,5% da população. Esse percentual é bastante superior ao encontrado nos levantamentos anteriores que eram em torno de 2%. Isto não ocorre pelo aumento na incidência de deficiências, mas pela mudança dos instrumentos de coleta de dados, por força das últimas recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS) de incorporar ao universo das pessoas com deficiência aqueles com “alguma ou grande dificuldade de andar, ouvir ou enxergar”. Tal mudança permite realizar um diagnóstico diferenciado de acordo com o grau de deficiência. Entretanto, o aumento considerável do número de pessoas com deficiência não se deve exclusivamente às mudanças metodológicas incorporadas no último censo, mas também ao envelhecimento da população brasileira, visto que no Brasil atualmente há maior número de idosos do que há uma década e sabendo-se que o envelhecimento vem acompanhado de algumas limitações nas capacidades físicas e, às vezes, mentais. Medeiros e Diniz (2004)⁴ citam que o debate sobre deficiência tem ocupado cada vez mais espaço nas políticas públicas brasileiras. Por um

lado, pelo fato de forçar o reconhecimento de que a experiência da deficiência não pertence apenas ao universo do inesperado e, sim, é algo que faz parte da vida de uma grande quantidade de pessoas e, por outro lado, porque resulta de mudanças no que se define por deficiência e na forma de se entender como a sociedade é responsável por ela. A combinação desses dois fatores é de especial importância para os formuladores de políticas, pois tem implicações diretas na determinação do conteúdo e de seu público-alvo.

A ampliação desse debate tem enfrentado várias barreiras, inclusive no que diz respeito à terminologia “correta” para se usar quando se discute deficiência. Por algum tempo se evitou o uso do termo deficiente para se referir às pessoas com qualquer tipo de deficiência, por se acreditar que se tratava de um termo estigmatizante. Foram buscadas alternativas como pessoa portadora de necessidades especiais, pessoa portadora de deficiência ou o mais recente, pessoa com deficiência, todos buscando destacar a importância da pessoa quando feita referência à deficiência⁴. Essa discussão não é exclusivamente brasileira, já que em outros países a terminologia sofre alterações segundo interpretações que estão de acordo com o contexto sócio-histórico-cultural.

3. DEFINIÇÃO DE DEFICIÊNCIA

A maioria dos termos que geram confusão é utilizada com um significado baseado no sentido comum da linguagem falada e escrita do dia a dia, sendo que a área da saúde necessita de conceitos taxionômicos bastante claros e precisos, mas respeitando a aceitabilidade e utilidade de diferentes profissionais. Ainda segundo características ideais, as definições devem apresentar os atributos essenciais do conceito – tanto na intenção (o que o conceito significa intrinsecamente) como na extensão (a que objeto ou fenômeno se refere) - além de serem precisas, sem ambiguidades, englobando o

significado do termo na sua totalidade. Sua expressão deve utilizar termos operacionais que envolvam gravidade, duração, importância relativa e possíveis associações⁵.

Encontra-se o conceito de deficiência e de deficiência física no Decreto nº 3.298 de 1999 da legislação brasileira, conforme segue:

Art. 3...: - Deficiência – toda perda ou anormalidade de uma estrutura ou função psicológica, fisiológica ou anatômica que gere incapacidade para o desempenho de atividade, dentro do padrão considerado normal para o ser humano;

Art. 4...: - Deficiência Física – alteração completa ou parcial de um ou mais segmentos do corpo humano, acarretando o comprometimento da função física, apresentando-se sob a forma de paraplegia, paraparesia, monoplegia, monoparesia, tetraplegia, tetraparesia, triplegia, triparesia, hemiplegia, hemiparesia, amputação ou ausência de membro, paralisia cerebral, membros com deformidade congênita ou adquirida, exceto as deformidades estéticas e as que não produzam dificuldades para o desempenho de funções.

Farias e Buchala (2005)⁶ apresentam que, visando responder às necessidades de se conhecer mais sobre as consequências das doenças, em 1976 a Organização mundial da saúde (OMS) publicou a International Classification of Impairment, Disabilities and Handicaps (ICIDH), em caráter experimental. Esta foi traduzida para o Português como Classificação Internacional das Deficiências, Incapacidades e Desvantagens (CIDID). O processo de revisão da ICIDH apontou suas principais fragilidades, como a falta de relação entre as dimensões que a compõem, a não abordagem de aspectos sociais e ambientais, entre outras. Após várias versões e numerosos testes, em maio de 2001 a Assembléia Mundial da Saúde aprovou a International Classification of Functioning, Disability and Health

(ICF)⁷, traduzida para o português em 2003 como “Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF)”. Em 2007, surgiu a versão para Crianças e Jovens (CIF-CJ) apresentada como International Classification of Functioning, Disability, and Health - Version for Children and Youth: ICF-CY. 2007^{7,8} e desenvolvida em resposta à necessidade de uma versão da CIF que pudesse ser usada universalmente para crianças e jovens nas áreas social, de saúde e educação. A CIF-CJ tem como diferencial expandir e fornecer informações mais específicas e detalhadas que permitam cobrir de modo mais completo a classificação das funções e estruturas do corpo, atividades e participação, e ambientes que seriam relevantes para lactentes, pré-escolares, crianças e adolescentes. Apesar do conhecimento da CIF-CJ, optou-se em apresentar detalhes da CIF tradicional por ser a mais citada e utilizada no Brasil.

A CIF define deficiências como sendo problemas nas funções ou nas estruturas do corpo, como um desvio significativo ou uma perda. Elas correspondem a um desvio dos padrões populacionais geralmente aceitos no estado biomédico do corpo e das suas funções, podendo ser temporárias ou permanentes; progressivas, regressivas ou estáveis; intermitentes ou contínuas. As deficiências nem sempre têm uma relação causal com a etiologia ou com a forma como se desenvolveram, ou seja, a presença de uma deficiência implica necessariamente uma causa; no entanto, a causa pode não ser suficiente para explicar a deficiência resultante, e não indica necessariamente a presença de uma doença ou que o indivíduo deva ser considerado doente. O desvio em relação ao modelo baseado na população pode ser leve ou grave e pode flutuar ao longo do tempo. A CIF ainda ressalta que deficiências podem gerar outras deficiências, como, por exemplo, perda de força muscular pode prejudicar as funções de movimento, mas é importante enfatizar que nem sempre a deficiência acarreta uma incapacidade ao indivíduo.

Atualmente existem muitos trabalhos que utilizam a CIF como proposta taxionômica na introdução de termos correlacionando Paralisia Cerebral e deficiência⁹⁻¹⁶, assim como trabalhos que utilizam a CIF como uma proposta de classificação e formação de grupos para estabelecer uma estrutura metodológica¹⁷⁻²⁰, inclusive propondo ligação com os códigos qualificadores de deficiência e dificuldades propostos pela CIF^{8,21-23}.

Devido à utilização da CIF, seja como taxionomia ou na organização metodológica de diferentes trabalhos científicos sobre Paralisia Cerebral, optou-se em esclarecer seu funcionamento, principalmente para justificar sua utilização nos próximos capítulos com uma proposta de interseção com jogos eletrônicos.

A CIF tem como um dos objetivos oferecer uma linguagem padrão e uma estrutura para a descrição da saúde e dos estados relacionados à saúde para melhorar a comunicação entre diferentes usuários, tais como, profissionais de saúde, pesquisadores, políticos e o público.

Deve-se enfatizar que os conceitos apresentados na classificação introduzem um novo paradigma para pensar e trabalhar a deficiência e a incapacidade: elas não são apenas uma consequência das condições de saúde/doença, mas são determinadas também pelo contexto do meio ambiente físico e social, pelas diferentes percepções culturais e atitudes em relação à deficiência, pela disponibilidade de serviços e de legislação. Dessa forma, a classificação não constitui apenas um instrumento para medir o estado funcional dos indivíduos. Além disso, ela permite avaliar as condições de vida e fornecer subsídios para políticas de inclusão social⁶.

Diferentemente de outras propostas de definição, as terminologias da OMS colaboram no sentido de não conceber a deficiência como algo fixado no indivíduo. Esta não pode sofrer uma naturalização de modo a negar os processos de evolução e

de interação com o ambiente. A conceituação da deficiência serve, portanto, para definirmos políticas de atendimentos, recursos materiais, condições sociais e escolares. A OMS não nega a deficiência, mas cumpre observar que a sua intenção não é a de discriminação. Ela faz a diferenciação pela deficiência para conhecer quais as necessidades do indivíduo²⁴.

A CIF é uma classificação com múltiplas finalidades, planejada para uma ampla variedade de usos em diferentes áreas. É a classificação da saúde e dos domínios relacionados à saúde, sendo esses os que nos ajudam a descrever alterações ou mudanças na função e estrutura corporal, a determinar o que uma pessoa com uma condição de saúde pode fazer em um ambiente padrão (seu nível de capacidade em uma atividade), assim como identificar o que ela realmente faz no seu ambiente real (seu nível de desempenho em uma participação). Estes domínios são classificados a partir de perspectivas do corpo, individuais e sociais, por meio de duas listas: uma lista de funções e estruturas corporais, e uma lista de domínios de atividade e participação, assim como a integração com fatores ambientais e pessoais (quadro 1).

Quadro 1- Interação entre os componentes da CIF (OMS, 2003)



Neste sistema de classificação proposto pela OMS, utiliza-se como modelo de saúde uma proposta integrativa entre os modelos médico e social, sendo que no modelo médico considera-se a incapacidade como um problema da pessoa, causado diretamente pela doença, trauma ou outro problema de saúde, que requer assistência médica sob a forma de tratamento individual por profissionais. A incapacidade, neste modelo, clama por tratamento médico ou outro tratamento ou intervenção, para ‘corrigir’ o problema com o indivíduo²⁵.

O modelo social de incapacidade, por sua vez, considera a questão principalmente como um problema criado pela sociedade e, basicamente, como uma questão de integração plena do indivíduo na sociedade. A principal característica do modelo social é de que a deficiência não deve ser entendida como um problema individual, mas como uma questão eminentemente social, transferindo a responsabilidade das incapacidades causadas pela deficiência do indivíduo para a sociedade que é incapaz de se ajustar às diversidades do indivíduo. O ponto de partida teórico do modelo social é ser a deficiência considerada uma experiência resultante da interação entre características corporais do indivíduo e as condições da sociedade em que ele vive, isto é, da combinação de limitações impostas pelo corpo com algum tipo de perda ou redução de funcionalidade a uma organização social pouco sensível à diversidade corporal⁴.

Por si só, nenhum dos modelos é adequado, embora ambos sejam parcialmente válidos. Incapacidade é um fenômeno complexo que é tanto um problema no corpo da pessoa, como também um problema social. Em outras palavras, ambas as respostas médica e social são apropriadas aos problemas associados à incapacidade, e não podemos rejeitar totalmente qualquer um dos tipos de intervenção²⁵. Um modelo melhor de incapacidade, em resumo, é aquele que sintetiza o que é verdadeiro nos modelos médico e social, sem cometer o erro de reduzir a

noção complexa e total de incapacidade a apenas um dos seus aspectos²⁵.

Para se obter a integração das várias perspectivas de funcionalidade, a OMS optou por organizar a CIF com uma abordagem “biopsicossocial”, na qual tenta chegar a uma síntese que ofereça uma visão coerente das diferentes perspectivas de saúde: biológica, individual e social.

Para uma melhor compreensão da CIF faz-se necessário apresentar as definições de algumas palavras no contexto da saúde que se tornam fundamentais para a discussão de deficiência (quadro 2). Outro fator fundamental para a utilização prática deste conhecimento por profissionais que trabalham com pessoas com deficiência inicia-se na compreensão dos capítulos da CIF divididos em: Função e estrutura corporal; Atividade e participação; e Fatores ambientais (quadro 3).

Quadro 2- Definições no contexto da saúde apresentadas pela CIF (OMS, 2003)

Funções do Corpo: são funções fisiológicas dos sistemas corporais (incluindo funções psicológicas).

Estruturas do Corpo: são partes anatômicas do corpo, tais como órgãos, membros e seus componentes.

Deficiências: são problemas na função ou estrutura do corpo, tais como uma perda ou desvio significantes.

Atividade: é a execução de uma tarefa ou ação por um indivíduo.

Participação: é o envolvimento em uma situação de vida.

Limitações na Atividade: são dificuldades que um indivíduo pode ter para executar atividades.

Restrições à Participação: são problemas que um indivíduo pode ter no envolvimento em situações de vida.

Fatores Ambientais: são compostos pelo ambiente físico, social e de atitudes em que as pessoas vivem e conduzem suas vidas.

Quadro 3 - lista completa de capítulos da CIF

Corpo	
Função:	Estrutura:
Funções Mentais	Estruturas do Sistema Nervoso
Funções Sensoriais e Dor	Olho, Ouvido e Estruturas Relacionadas
Funções de Voz e Fala	Estruturas Relacionadas à Voz e à Fala
Funções dos Sistemas Cardiovascular, Hematológico, Imunológico e Respiratório	Estruturas dos Sistemas Cardiovascular, Hematológico, Imunológico e Respiratório
Funções dos Sistemas Digestivo, Metabólico e Endócrino	Estruturas Relacionadas aos Sistemas Digestivo, Metabólico e Endócrino
Funções Genitourinárias e Reprodutivas	Estruturas Relacionadas aos Sistemas Genitourinário e Reprodutivo
Funções Neuromusculoesqueléticas e Relacionadas ao Movimento	Estruturas Relacionadas ao Movimento
Funções da Pele e Estruturas Relacionadas	Pele e Estruturas Relacionadas
Atividades e Participação	
	Tarefas e Demandas Gerais Comunicação Mobilidade Cuidado Pessoal Vida Doméstica Relações e Interações Interpessoais Áreas Principais da Vida Vida Comunitária, Social e Cívica
Fatores Ambientais	
feitas pelo ser Humano	Produtos e Tecnologia Ambiente Natural e Mudanças Ambientais Apoio e Relacionamentos Atitudes Serviços, Sistemas e Políticas

Esclarecendo melhor o quadro 3, é considerado deficiência um problema que esteja diretamente relacionado à função e estrutura corporal. Direcionando a CIF para a área da Paralisia Cerebral e considerando a importância do movimento corporal

para a realização de tarefas em jogos eletrônicos, provavelmente, os capítulos de maior interesse (quadro 4) com relação à deficiência são os de problemas de funções Neuromusculares e relacionadas ao movimento (função corporal), representados por códigos numéricos após a letra “b” que representa a palavra *body* (corpo), e o capítulo de estruturas relacionadas ao movimento (estrutura corporal), neste caso apresentadas por código numérico após a letra “s” que representa a palavra *structure* (estrutura).

Quadro 4- Apresentação dos capítulos de funções e estruturas relacionadas ao movimento

Corpo	
Funções corporais	Estruturas corporais
Funções Neuromusculares e relacionadas ao movimento	Estruturas relacionadas ao movimento
Funções das articulações e dos ossos (b710-b729)	s710 Estrutura da região da cabeça e do pescoço
b710 Funções relacionadas à mobilidade das articulações	s720 Estrutura da região do ombro
b715 Funções relacionadas à estabilidade das articulações	s730 Estrutura da extremidade superior
b720 Funções da mobilidade óssea	s740 Estrutura da região pélvica
b729 Funções das articulações e dos ossos, outras especificadas e não especificadas	s750 Estrutura da extremidade inferior
	s760 Estrutura do tronco
	s770 Estruturas musculoesqueléticas adicionais
	s798 Estruturas relacionadas ao movimento, outras especificadas
	s799 Estruturas relacionadas ao movimento, não especificadas

Corpo	
Funções corporais	Estruturas corporais
Funções musculares (b730-b749)	
b730 Funções relacionadas à força muscular	
b735 Funções relacionadas ao tônus muscular	
b740 Funções de resistência muscular	
b749 Funções musculares, outras especificadas e não especificadas	
Funções dos movimentos (b750-b789)	
b750 Funções relacionadas ao reflexo motor	
b755 Funções relacionadas aos reflexos de movimentos involuntários	
b760 Funções relacionadas ao controle dos movimentos voluntários	
b765 Funções relacionadas aos movimentos involuntários	
b770 Funções relacionadas ao padrão da marcha	
b780 Sensações relacionadas aos músculos e funções de movimento	
b789 Funções do movimento, outras especificadas e não especificadas	
b798 Funções neuromusculoesqueléticas e relacionadas aos movimentos, outras especificadas	
b799 Funções neuromusculoesqueléticas e relacionadas aos movimentos, não especificadas	

É verdade que todo indivíduo quer uma identificação bastante clara de sua deficiência, mas interessante também é saber qual o grau de comprometimento que afetou as funções e estruturas corporais. Desta forma, após a identificação da função ou estrutura

do corpo que apresenta deficiência pode-se quantificar por meio de qualificadores (quadro 5) se a deficiência é ligeira, moderada, grave ou completa, o que auxiliará diferentes profissionais na organização de um programa multidisciplinar.

Quadro 5- Qualificador comum com escala negativa utilizado para indicar a extensão ou magnitude de uma deficiência

0 NENHUMA deficiência (nenhuma, ausente, escassa...)	0-4 %
1 deficiência LIGEIRA (leve, pequena,...)	5-24 %
2 deficiência MODÉRADA (média, regular...)	25-49 %
3 deficiência GRAVE (grande, extrema...)	50-95 %
4 deficiência COMPLETA (total...)	96-100 %

A proposta da CIF reflete a mudança de uma abordagem baseada nas consequências das doenças para uma abordagem que prioriza a funcionalidade como um componente da saúde e considera o ambiente como facilitador ou como barreira para o desempenho de ações e tarefas. A nomenclatura utilizada baseia-se nas descrições positivas de função, atividade e participação. Na versão final da OMS, funcionalidade engloba todas as funções do corpo e a capacidade do indivíduo de realizar atividades e tarefas relevantes da rotina diária, bem como sua participação na sociedade.

Considerando novamente a Paralisia Cerebral, o quadro 6 apresenta os principais domínios que devem ser utilizados quando for necessário verificar a limitação em uma atividade ou a restrição em uma participação. A letra “d” que representa a palavra *domain* (domínio) é utilizada para identificar as atividades/participação e “e” que representa a palavra *environment* (meio ambiente) para fatores ambientais.

O grande diferencial da CIF é propiciar não somente a identificação da deficiência, mas saber qual o impacto que determinada deficiência causou na vida do indivíduo, ou seja, qual a

dificuldade que determinada deficiência causa na execução de uma tarefa ou ação por um indivíduo (atividade) e no envolvimento em uma situação de vida (participação).

Quadro 6- Domínios de atividade e participação

Atividade e participação
Mudança e manutenção da posição do corpo (d410-d429) d410 Mudar a posição básica do corpo d415 Manter a posição do corpo d420 Transferir a própria posição d429 Mudar e manter a posição do corpo, outras especificadas e não especificadas
Carregar, mover e manusear objetos (d430-d449) d430 Levantar e carregar objetos d435 Mover objetos com as extremidades inferiores d440 Uso fino da mão d445 Uso da mão e do braço d449 Carregar, mover e manusear objetos, outros especificados e não especificados
Andar e mover-se (d450-d469) d450 Andar d455 Deslocar-se d460 Deslocar-se por diferentes locais d465 Deslocar-se utilizando algum tipo de equipamento d469 Andar e mover-se, outros especificados e não especificados
Deslocar-se utilizando transporte (d470-d489) d470 Utilização de transporte d475 Dirigir d480 Montar animais para transporte d489 Deslocar-se utilizando transporte, outros especificados e não especificados d498 Mobilidade, outra especificada d499 Mobilidade, não especificada

4. CONCLUSÃO

Deficiências são problemas na função ou estrutura do corpo tais como uma perda ou desvio significantes. O enfoque principal de uma deficiência é a sua influência nos fatores contextuais (ambientais e pessoais) e seus impactos, tanto positivos quanto negativos, nas três dimensões das condições de saúde: estrutura e função do corpo, atividade e participação social. Nessa classificação, todos os domínios de saúde e os conteúdos relacionados interagem e apresentam a mesma relevância para descrever o processo de funcionalidade e incapacidade. Essa possibilidade de se pensar a deficiência constitui uma abordagem com múltiplas perspectivas para descrever a funcionalidade e a incapacidade como um processo interativo e evolutivo e, provavelmente, será utilizada por todos os profissionais da saúde que trabalham com deficiência física.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Dantas LEBPT, Manoel EJ. Crianças com dificuldades motoras: questões para a conceituação do transtorno do desenvolvimento da coordenação. Porto Alegre: Movimento; 2009.
2. Ugrinowitsch H, Manoel EJ. Aprendizagem motora e a estrutura da prática: o papel da interferência contextual. In: Tani G. Comportamento motor: aprendizagem e desenvolvimento. Rio de Janeiro: Guanabara/ Koogan; 2005.
3. Gimenez R, Manoel EJ. Comportamento motor e deficiência: considerações para pesquisa e intervenção. In: Tani G. Comportamento motor: aprendizagem e desenvolvimento. Rio de Janeiro: Guanabara/Koogan; 2005.
4. Medeiros M, Diniz D. A nova maneira de se entender a deficiência e o envelhecimento [Internet]. São Paulo: Ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; set. 2004. (Texto para discussão; 1040). Disponível em: http://www.ipea.gov.br/pub/td/2004/td_1040.pdf.
5. Di Nubila HBV. Aplicação das classificações CID-10 e CIF nas

- definições de deficiência e incapacidade [Tese de doutorado - Internet]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo; 2007. Disponível em <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6132/tde-09042007-151313/pt-br.php>.
6. Farias N, Buchalla CM. A classificação internacional de funcionalidade, incapacidade e saúde da Organização Mundial da Saúde: conceitos, usos e perspectivas. *Rev Bras Epidemiol*. 2005; 8(2):187-193.
 7. World Health Organization (WHO), WHO Workgroup for Development of ICF for Children and Youth. International classification of functioning, disability, and health: version for children and youth - ICF-CY. WHO; 2007.
 8. Löwing K, Hamer EG, Bexelius A, Carlberg EB. Exploring the relationship of family goals and scores on standardized measures in children with cerebral palsy, using the ICF-CY. *Dev Neurorehabil*. 2011; 14(2):79-86.
 9. Battaglia M, Russo E, Bolla A, Chiusso A, Bertelli S, Pellegrini A, et al. International classification of functioning, disability and health in a cohort of children with cognitive, motor, and complex disabilities. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2004; 46:98-106.
 10. Darrach J, Wiart L, Magill-Evans J. Do therapists' goals and interventions for children with cerebral palsy reflect principles in contemporary literature? *Pediatr Phys Ther*. 2008 Winter; 20(4):334-339.
 11. Jönsson G, Ekholm J, Schult ML. The international classification of functioning, disability and health environmental factors as facilitators or barriers used in describing personal and social networks: a pilot study of adults with cerebral palsy. *Int J Rehabil Res*. 2008; 31(2):119-129.
 12. Papavasiliou AS. Management of motor problems in cerebral palsy: a critical update for the clinician. *European Journal of Paediatric Neurology*. 2009; 13:387-396.
 13. Cury VCR, Mancini MC, Melo AP, Fonseca ST, Sampaio RF, Tirado MGA. Efeitos do uso de órtese na mobilidade funcional de crianças com paralisia cerebral. *Rev. bras. Fisioter*. 2006; 10(1):67-74.

14. Haak P, Lenski M, Hidecker MJC, Li M, Paneth N. Cerebral palsy and aging. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2009; 51(4):16-23.
15. Huang HH, Fetters L, Hale J, McBride A. Bound for success: a systematic review of constraint-induced movement therapy in children with cerebral palsy supports improved arm and hand use. *Phys Ther*. 2009; 89(11):1126-1141.
16. Mutlu A, Akmese PP, Gunel MK, Karahan S, Livanelioglu A. The importance of motor functional levels from the activity limitation perspective of ICF in children with cerebral palsy. *Int J Rehabil Res*. 2011; 33(4): 319-324.
17. Langerak NG, Lamberts RP, Fieggen AG, Peter JC, Peacock WJ, Vaughan CL. Functional status of patients with cerebral palsy according to the International Classification of Functioning, Disability and Health model: a 20-year follow-up study after selective dorsal rhizotomy. *Arch Phys Med Rehabil*. 2009; 90(6):994-1003.
18. Kembhavi G, Darrah J, Payne K, Plesuk D. Adults with a diagnosis of cerebral palsy: a mapping review of long-term outcomes. *Dev Med Child Neurol*. 2011; 53(7):610-614.
19. Tseng MH, Chen KL, Shieh JY, Lu L, Huang CY. The determinants of daily function in children with cerebral palsy. *Res Dev Disabil*. 2011; 32(1):235-245.
20. Vargus-Adams JN, Martin LK. Domains of importance for parents, medical professionals and youth with cerebral palsy considering treatment outcomes. *Child Care Health Dev*. 2011; 37(2):276-281.
21. Nieuwenhuijsen C, Donkervoort M, Nieuwstraten W, Stam HJ, Roebroek ME. Experienced problems of young adults with cerebral palsy: targets for rehabilitation care. *Arch Phys Med Rehabil*. 2009; 90: 1892-1897.
22. Schiariti V, Fayed N, Cieza A, Klassen A, O'donnell M. Content comparison of health-related quality of life measures for cerebral palsy based on the International Classification of Functioning. *Disabil Rehabil*. 2010; 33(15-16):1330-1339.
23. van Ravesteyn NT, Scholtes VA, Becher JG, Roorda LD,

- Verschuren O, Dallmeijer AJ. Measuring mobility limitations in children with cerebral palsy: content and construct validity of a mobility questionnaire (MobQues). *Dev Med Child Neurol*. 2010; 52(10):229-235.
24. Schirmer CR, Browning N, Bersch R, Machado R. Atendimento educacional especializado para alunos com deficiência física. In: *Formação continuada a distância de professores para o atendimento educacional especializado*. Brasília: SEESP / SEED / MEC; 2007.
25. Organização Mundial de Saúde. Guia para principiantes: rumo a uma linguagem comum para funcionalidade, incapacidade e saúde: CIF A Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde. Genebra: Organização Mundial de Saúde; 2002. (WHO/EIP/GPE/CAS/01.3).

CAPÍTULO 3

REALIDADE VIRTUAL E JOGOS ELETRÔNICOS: uma proposta para deficientes

Ana Grasielle Dionísio Corrêa

Carlos Bandeira de Mello Monteiro

Talita Dias da Silva

Carolina Daniel de Lima-Alvarez

Irene Karaguilla Fichemann

Eloisa Tudella

Roseli de Deus Lopes

1. INTRODUÇÃO

Sabendo da importância do movimento para o desenvolvimento motor e cognitivo de qualquer ser humano é fundamental a criação de iniciativas que desenvolvam intervenções que possibilitem à pessoa com Paralisia Cerebral ou alguma deficiência a participação efetiva em programas que propiciem atividade física. No entanto, devido às dificuldades motoras e sensoriais é fundamental para a pessoa com Paralisia Cerebral a prática de atividade física com determinada adaptação ou diferenciações, sendo que uma possibilidade de viabilizar estas atividades ocorre por meio de tecnologias de apoio— dentre elas destacam-se os ambientes de Realidade Virtual (RV)¹⁻⁶.

A Realidade Virtual surgiu com o desenvolvimento de simuladores de vôos para a força aérea norte-americana, logo após a Segunda Guerra Mundial. Em seguida a indústria do entretenimento se tornou a maior propagadora e promotora de desenvolvimento de tecnologia nesta área.

O primeiro lançamento da indústria de entretenimento foi o Sensorama, patenteado em 1962 por Morton Heilign. Este simulador era uma espécie de cabine que combinava filmes 3D, som estéreo, vibrações mecânicas, aromas e ar movimentado por ventiladores, num passeio simulado de motocicletas a fim de proporcionar sensações multisensoriais ao usuário. Embora não tenha tido sucesso comercial, o inventor foi precursor da imersão do usuário num ambiente sintético⁷.

Mais ou menos na mesma época, a Philco desenvolveu o *head-mounted display* (HDM), composto por duas câmeras e um capacete com monitores que permitiam ao usuário a sensação de imersão^{8,9}. Tal dispositivo possibilitou que os primeiros trabalhos científicos sobre Realidade Virtual fossem produzidos.

Em 1965, Ivan Sutherland marcou o início da computação

gráfica ao apresentar à comunidade científica a possibilidade de desenhar diretamente na tela do computador por meio de uma caneta óptica. Sutherland também desenvolveu o primeiro vídeo-capacete funcional para gráficos de computador, que permitia ao usuário observar os diferentes lados de um cubo ao mover a cabeça¹⁰.

Paralelamente à Sutherland, Myron Krueger desenvolvia a Realidade Artificial por meio da combinação de computadores e sistemas de vídeo. Em 1975 desenvolveu o Videoplace, um sistema de vídeo capaz de capturar a imagem dos participantes e projetá-la na tela, permitindo a interação entre eles, com atualização das projeções. Tal sistema ficou conhecido como Realidade Virtual de Projeção¹⁰.

Em 1982 o VCASS (Visually Coupled Airbone Systems Simulator), também conhecido como “super cockpit”, era apresentado à força aérea americana. Este sistema usava computadores e vídeo-capacetes para recriar o ambiente 3D de uma cabine de avião, permitindo aos pilotos voar e lutar com 6 graus de liberdade sem decolar verdadeiramente.

Em 1984, Michael MacGreevy começou a trabalhar no projeto VIVED (Virtual Visual Environmental Display), no qual os sistemas de áudio e vídeo foram montados sobre uma máscara de mergulho com dois visores de cristal líquido e pequenos altofalantes acoplados. Em 1985 Scott Fisher adicionou a esse projeto luvas de dados, reconhecimento de voz, síntese de som e dispositivos de *feedback* tátil. Neste mesmo ano, a VLP Research lançou a DataGlove, uma luva de dados capaz de captar a inclinação e os movimentos dos dedos das mãos.

Em 1986, a NASA possuía um ambiente virtual com diferentes formas de imersão. Tal iniciativa possibilitou viabilizar a comercialização desse tipo de tecnologia, reduzindo o preço de aquisição e desenvolvimento de novas tecnologias.

De acordo com Azuma (1997)¹¹, a Realidade Virtual (RV) é uma técnica avançada de interface homem-máquina, onde o usuário pode navegar e interagir em um ambiente sintético tridimensional gerado por computador. O objetivo dessa tecnologia é recriar ao máximo a sensação de realidade para uma pessoa, levando-a a adotar essa interação como uma de suas realidades temporais.

Em ambientes de Realidade Virtual os canais multisensoriais (visão, audição, tato e etc.) podem ser ampliados em intensidade, no tempo e no espaço. Isso ocorre com auxílio de dispositivos tecnológicos como capacetes de visualização, luvas eletrônicas e *Joysticks* que permitem ao usuário navegar dentro de um mundo virtual e interagir com objetos virtuais^{11,12}. Desta forma, o usuário pode explorar e manipular mundos virtuais imaginários como se estivesse fazendo parte dele.

Pode-se, por exemplo, explorar lugares muito pequenos de difícil acesso na vida real, como em expedições arqueológicas em cavernas repletas de labirintos e túneis estreitos ou lugares de extensão muito grande para que sejam visualizados como um todo, como, por exemplo, percorrer toda a Muralha da China. Outra possibilidade é a exploração de lugares distantes geograficamente, ou até mesmo, de tempos passados, onde a Realidade Virtual pode agir como uma “máquina do tempo” possibilitando assim, visualizar eventos históricos. Ao mesmo tempo, pode-se ampliar a medida do tempo, para que o indivíduo possa observar ocorrências que duram frações de segundos, implementando o conceito de câmera lenta, ou reduzir a medida do tempo, acelerando-o, para observar ocorrências e fenômenos que poderiam se estender por séculos. Atualmente, vários filmes, jogos, sistemas de visualização e simuladores são produzidos com tecnologia de Realidade Virtual¹².

Nos últimos anos, verifica-se um interesse crescente desta tecnologia como incentivo à prática de atividade física, assim como é bastante utilizada como ferramenta de intervenção em programas

de reabilitação motora e cognitiva em diferentes deficiências³⁻⁶. A vantagem da RV é que oferece oportunidades a deficientes de vivenciar diversas situações e de maneira individualizada. Este novo paradigma de intervenção apoiada por tecnologias pode ser utilizado como uma forma de intervenção física, cognitiva ou psicológica que se baseiam no uso de jogos e ambientes virtuais para viabilizar função a diferentes deficiências^{13,14}.

Segundo Burdea (2003)¹⁴, a Realidade Virtual oferece uma série de vantagens em relação aos métodos convencionais para possibilitar a participação de deficientes:

- Representações visuais, auditivas e cinestésicas que motivam o participante e tornam a atividade mais empolgante;
- *Feedback* imediato e medidas objetivas dos movimentos, como, por exemplo, velocidade dos membros, amplitude de movimento, taxas de acerto e/ou erro, pontuações em jogos, entre outros;
- Armazenamento dos dados coletados no computador, no qual ocorre a simulação e possibilidade de disponibilizá-los na Internet, para acesso remoto;
- Graduação da complexidade das tarefas de forma a aumentar ou diminuir a carga cognitiva;
- Realização de atividades domiciliares não-assistidas, a fim de diminuir a dependência pelo apoio de outros;
- A interatividade proporciona diversão durante a prática de atividade física, esporte e reabilitação motora das capacidades funcionais^{15,16};
- Estímulo às funções cognitivas básicas, tais como atenção, concentração, memória, planejamento, cálculo, entre outras atividades que se relacionam àquelas realizadas durante os jogos¹⁷;

- Podem ser utilizados com pessoas de diferentes gêneros, etnias e faixas etárias, sendo facilmente empregados em contextos de intervenção escolar, hospitalar, ambulatorial, domiciliar e outros.

A estratégia de adotar jogos para a prática da atividade física, o esporte e possibilitar a prática por deficientes visa incentivar a pessoa que apresenta alguma dificuldade a realizar uma determinada ação funcional específica enquanto se diverte^{15,16}. Rand et al. (2004)¹⁸ citam que os avanços tecnológicos continuam influenciando as práticas regulares de movimentos e enfatizam que ocasionalmente são criadas novas ferramentas para intervenção. A utilização da realidade virtual como instrumento de intervenção nas deficiências é uma dessas novas ferramentas, onde as mudanças se direcionaram para uma participação diferenciada em vários esportes, prática inovadora e que permite a inclusão e realização de atos funcionais para diferentes deficientes¹⁹. Além de favorecer a melhora do desempenho físico, os jogos também apresentam um espaço de desenvolvimento cognitivo por meio da estimulação de funções cognitivas básicas, tais como atenção, concentração, memória, planejamento, cálculo, entre outras atividades que guardam relação àquelas realizadas diariamente¹⁷.

Com aplicação na maioria das áreas do conhecimento, senão em todas, e com um grande investimento das indústrias na produção de *hardware*, *software* e dispositivos especiais, a realidade virtual experimenta um desenvolvimento acelerado nos últimos anos e indica perspectivas bastante promissoras para os diversos segmentos vinculados com o movimento²⁰.

2. FUNDAMENTOS DE REALIDADE VIRTUAL

De acordo com Tori e Kirner (2006)¹², a Realidade Virtual (RV) é uma interface avançada entre homem e máquina que possibilita

ao usuário a movimentação e interação em tempo real, em um ambiente tridimensional, podendo fazer uso de dispositivos multisensoriais para atuação ou *feedback*. O usuário pode realizar imersão, navegação e interação em um ambiente sintético tridimensional gerado por computador, sendo uma tecnologia que combina a “visão” que o usuário possui do mundo real com objetos virtuais projetados em tempo real. Desta forma, objetos virtuais parecem coexistir no mesmo espaço físico que os objetos reais^{11,12, 20-22}.

Ambientes de RV permitem que o usuário visualize os ambientes virtuais, manipule os elementos existentes no cenário e se movimente dentro do espaço tridimensional. O ambiente tridimensional é totalmente gerado por computador, de modo que as imagens podem ser visualizadas a partir de diferentes perspectivas.

Pelo fato de transportar os elementos virtuais ao mundo real, a RV permite uma interação segura e agradável. Pode-se interagir com os elementos virtuais de forma natural, por meio das mãos ou pequenos controles, eliminando dispositivos tecnológicos complexos e tornando a interação mais agradável, atrativa e motivadora²³. Esta característica da Realidade Virtual traz vantagens às pessoas com deficiência, eliminando muitas vezes a necessidade do uso de adaptações nos equipamentos¹⁷.

Verifica-se que muitos produtos comerciais de alta tecnologia, que são adaptados e se transformam em dispositivos de assistência de alto desempenho para atender às necessidades específicas das pessoas com deficiência, estão sendo substituídos por produtos de RV utilizados no dia a dia. Portanto, as pessoas com deficiência podem se beneficiar do uso comum, barato e eficaz de produtos comerciais, além de uso exclusivo dos dispositivos alternativos especializados²⁴.

Para propiciar esta sensação de presença, os sistemas de RV integram sofisticados dispositivos, os quais podem ser aplicados

em ferramentas das mais diversas áreas, contribuindo para a análise e manipulação de representações virtuais²⁰. Na computação, os jogos podem ser caracterizados por aplicações baseadas em computação gráfica, cujo objetivo é prover entretenimento, ou seja, experimentação em um ambiente interativo. Existem várias plataformas possíveis para um jogo eletrônico, tais como os computadores, os consoles (popularmente conhecidos como videogames), os miniconsoles (*handhelds*) e os dispositivos móveis (aparelhos celulares, *Palms*, etc). Cada uma dessas plataformas tem as suas próprias características de poder de processamento principal e de vídeo, capacidade das memórias e dispositivos de entrada/saída e até mesmo sistemas operacionais⁶.

A interface com RV envolve um controle tridimensional altamente interativo de processos computacionais. O usuário entra no espaço virtual das aplicações e visualiza, manipula e explora os dados da aplicação em tempo real, usando seus sentidos, particularmente os movimentos naturais tridimensionais do corpo. A grande vantagem desse tipo de interface é que o conhecimento intuitivo do usuário a respeito do mundo físico pode ser transferido para manipular o mundo virtual. Os dispositivos utilizados dão ao usuário a impressão de que a aplicação está funcionando no ambiente tridimensional real, permitindo a exploração do ambiente e a manipulação natural dos objetos com o uso das mãos, por exemplo, para apontar, pegar, e realizar outras ações.

Shih et al. (2011)²⁴, baseados em diferentes publicações, citam que uma grande parte da literatura relacionada mostrou que o uso de simples ações comportamentais, como movimentos das mãos (empurrar ou balançar), movimento dos dedos (pegar), giro da cabeça, mudança de postura em pé - em conexão com detectores correspondente (ou seja, switches ou sensores) - e programas de

tecnologia assistiva, é capaz de ajudar as pessoas com deficiência a alcançar uma forma de interação positiva com o meio ambiente.

Segundo Machado (2011)²⁵ e Corrêa e Nunes (2009)²⁶, a Realidade Virtual também pode ser considerada como a junção de três fatores:

- Interação: o ambiente deve reagir de acordo com a interação do usuário;
- Envolvimento: grau de engajamento do usuário em uma determinada aplicação;
- Imersão: sensação de estar dentro de um ambiente virtual, varia de acordo com o dispositivo tecnológico utilizado.

A “interação” do usuário com o ambiente virtual é um dos fatores mais importantes em ambientes de Realidade Virtual, pois está relacionada à capacidade do computador para detectar as ações do usuário e, a partir delas, reagir instantaneamente, modificando os aspectos da aplicação. A possibilidade de interagir com o ambiente virtual tridimensional em tempo real, de modo que as cenas sejam alteradas como respostas aos comandos do usuário, é uma característica dominante nos videogames atuais. Esta característica torna a interação mais rica, propiciando um maior engajamento do usuário na experiência²⁵. As pessoas ficam cativadas ao ver uma boa simulação e ver as cenas mudarem em resposta aos seus comandos, que é a característica mais marcante nos videogames²⁷.

A interação mais simples consiste na movimentação ou navegação. Isto ocorre quando o usuário se movimenta no espaço tridimensional, utilizando algum dispositivo interativo, como o mouse 3D, *joystick* ou gestos detectados por algum dispositivo de captura, tendo como *feedback* a visualização de novos pontos de vista dentro do cenário. Neste caso, não há mudanças em relação ao cenário e em seus elementos pertencentes, mas, sim, alterações

de perspectivas ou pontos de vistas. Tais aplicações são muito utilizadas para realizar passeios exploratórios dentro dos ambientes tridimensionais.

Interações com alterações no ambiente virtual ocorrem quando o usuário entra no cenário das aplicações e o modifica por meio da manipulação direta de seus elementos, ou seja, o usuário aciona funções, como, por exemplo, translação e rotação dos elementos virtuais. Algumas práticas adotadas para aumentar ainda mais o realismo virtual são a texturização de objetos e a inserção de sons ambientais e específicos²⁸.

O “envolvimento” é um fator que se preocupa com a motivação do usuário em relação ao uso do sistema, até porque a RV é o uso de alta tecnologia para convencer o usuário de que ele está em outra realidade, promovendo completamente o seu envolvimento²⁰. A ideia de envolvimento, por sua vez, está ligada ao grau de motivação para o engajamento de uma pessoa em determinada atividade. O envolvimento pode ser passivo, como assistir televisão, ou ativo, como participar de um jogo, ou seja, o envolvimento está ligado à participação ativa ou passiva do indivíduo. A RV tem potencial para os dois tipos de envolvimento ao permitir a exploração de um ambiente virtual e propiciar a interação do usuário com o mundo virtual dinâmico²⁷.

Já a “imersão” está relacionada ao sentimento de “fazer parte” do ambiente. Neste caso, o *software* para realidade virtual é visualizador e construtor de um mundo virtual que pode estar apenas na tela do computador, mas que, se acoplado a dispositivos específicos (capacetes de visualização, sensores de movimento, controles reativos, sons, etc), permitem ao usuário a imersão no ambiente virtual por meio de diferentes canais sensoriais²¹. Os sistemas de Realidade Virtual diferenciam-se conforme os níveis de imersão com o usuário, classificando-se em imersiva, semi-imersiva

e não-imersiva²¹. Esta classificação varia de acordo com a sensação de presença do usuário dentro do ambiente virtual. A seguir, cada uma destas classificações são apresentadas.

2.1. TIPOS DE SISTEMAS DE REALIDADE VIRTUAL

2.1.1. REALIDADE IMERSIVA

O usuário é estimulado sensorialmente por meio de dispositivos tecnológicos, como por exemplo, capacetes de visualização (Head Mounted Displays - HMD), luvas eletrônicas (DataGlove) e/ou super telas de projeção (Automatic Virtual Environment - CAVE). Estes dispositivos são capazes de inserir totalmente o usuário num ambiente tridimensional sintetizado por computador^{21,29}. Um exemplo é a utilização de “CAVE” (caverna) que é composta por seis lados de projeção controlados por computadores conectados em rede produzindo projeções nas paredes, teto e piso. Dentro de uma CAVE, o usuário move a cabeça para os lados, para cima e para baixo, podendo assim visualizar todo o cenário virtual como se estivesse fazendo parte dele. Neste sistema, o ambiente pode ser visualizado sem o uso de um capacete, entretanto o grau de imersão pode ser comprometido. Normalmente, as projeções são melhor visualizadas por meio do uso de um capacete e imagens estereoscópicas com som especial que aumentam o realismo do cenário virtual e melhoram as condições de imersão. A estereoscopia propicia a noção de profundidade e pode ser gerada por meio de imagens específicas para cada olho (esquerdo e direito)²⁹. Além da visão estereoscópica, a imersão pode, em alguns casos, ser melhorada com outros recursos multisensoriais como reação de tato e força, sensação de calor e frio, temperatura, textura etc.

2.1.2. REALIDADE SEMI-IMERSIVA

É utilizada para definir as aplicações que podem ser visualizadas por meio de dispositivos mais simples como monitores de vídeo com óculos polarizados²⁵. Tais ambientes não proporcionam imersão total, pois o usuário observa o mundo virtual ao mesmo tempo em que observa o mundo real que circunda este dispositivo de visualização. Isso impede que o usuário se sinta completamente imerso dentro do ambiente virtual, já que o dispositivo não é capaz de isolá-lo das influências externas que ocorrem ao seu redor.

2.1.3. REALIDADE NÃO-IMERSIVA

Faz referência ao uso de dispositivos convencionais como monitores de computador, jogos eletrônicos na televisão ou projetores para visualização, nos quais a sensação de presença do usuário está no mundo real e não no virtual.

2.2. ELEMENTOS DOS SISTEMAS DE REALIDADE VIRTUAL

Além das formas de interação, um sistema de Realidade Virtual deve considerar três elementos importantes¹²: o ambiente virtual, o ambiente computacional e as tecnologias de entrada e saída.

2.2.1. O AMBIENTE VIRTUAL

Refere-se à construção do cenário tridimensional e de seus elementos pertencentes, simulando o mundo real (prédios, automóveis, personagens etc), em alguns casos, o ambiente virtual pode não ter nenhuma referência com ele, constituindo-se de um modelo abstrato, como, por exemplo, na visualização de fenômenos eletromagnéticos ou ainda na representação de conceitos matemáticos em que é comum a abstração como operações lógicas. Em outras circunstâncias, um ambiente virtual pode ser

utilizado para avaliar alguma simulação física, na qual a precisão do comportamento físico é mais importante que a fidelidade visual. É o caso de reações químicas nas quais a trajetória das moléculas e de seu comportamento podem ser visualizadas por meio de representações geométricas como esferas coloridas, por exemplo. Em qualquer situação, o banco de dados para armazenamento e recuperação destes ambientes virtuais deve proporcionar o acesso rápido às informações para que não comprometa a interação em tempo real²⁵.

Em geral, os objetos virtuais podem ser classificados em estáticos ou dinâmicos e possuir algumas restrições físicas associadas, como limites de transformações geométricas de translação e rotação dentro do ambiente. O nível de detalhamento dos objetos virtuais permite simplificar ou tornar mais realístico o modelo virtual. Parâmetro como a distância, por exemplo, define o quão realístico deverá ser o objeto. Quanto maior for a distância do objeto ao ponto de visualização do observador, mais simplificada poderá ser a representação do modelo. Por outro lado, se o modelo estiver a uma distância relativamente próxima do observador, fatores como cores, textura, iluminação e sombreamento devem ser levados em consideração no momento de renderização deste cenário. Muitas vezes, para fornecer maior realismo faz-se uso de simulação de comportamentos físicos dos objetos, exigindo assim, a execução de procedimentos apropriados. Esta simulação pode requerer considerável tempo de processamento, podendo introduzir latências indesejáveis. Uma solução é utilizar animações predefinidas, entretanto, esta possibilidade pode provocar perda de realismo no momento da interação.

Outro fator que oferece realidade ao ambiente virtual é a detecção de colisões; é um fator importante, mas que também exige considerável processamento computacional. Este procedimento

faz com que uma luva eletrônica, por exemplo, detecte o momento exato em que a mão do usuário colide com o objeto virtual. Fatores como velocidade e força no momento da colisão podem alterar as propriedades dos objetos como deslocamento e deformações. Estas modificações irão depender dos materiais aplicados nos objetos virtuais, como, por exemplo, superfície (lisa ou rugosa), volume e massa.

2.2.2. O AMBIENTE COMPUTACIONAL

Os computadores utilizados em sistemas de Realidade Virtual podem variar desde computadores pessoais até estações de trabalho com múltiplos processadores. O ambiente computacional deve gerenciar a visualização e os sinais de entrada e saída em tempo real de forma que não comprometa o *feedback* esperado pelo usuário²⁵.

2.2.3. AS TECNOLOGIAS DE ENTRADA E SAÍDA

Um sistema de Realidade Virtual apresenta dois componentes básicos: *hardware* e *software* (entrada e saída). O *hardware* envolve os dispositivos de entrada que auxiliam na comunicação do usuário com o sistema. Os canais de entrada são utilizados para coletar a posição e orientação do corpo do usuário, como por exemplo, a cabeça, as mãos e os pés e, eventualmente, os dados advindos dos dispositivos de força e tato. Existem diversos tipos de dispositivos, sendo os mais comuns: rastreadores, capacetes, luvas, fones de ouvido e outros dispositivos específicos²⁵.

Um capacete de visualização tem a função de isolar o usuário do mundo real, proporcionando a sensação de imersão no ambiente virtual²⁹. Sua estrutura é composta por dois pequenos displays de cristal líquido por onde são projetadas as imagens estereoscópicas (uma imagem para cada olho).

Uma luva eletrônica permite monitorar os movimentos dos dedos e da mão do usuário. As luvas são compostas por sensores de fibra ótica normalmente posicionada ao longo dos dedos. A flexão da mão e dos dedos possibilita a captura dos movimentos e sua transferência para uma mão virtual ou para o controle direto num cenário virtual. Um rastreador acoplado no dorso da luva permite monitorar sua posição e orientação.

Um fone de ouvido permite explorar as diferenças de intensidade e de atrasos na propagação dos sons entre os dois ouvidos, gerando a sensação de sonorização tridimensional. Normalmente o cérebro recebe e processa o som captado pelos ouvidos a fim de localizar a fonte sonora. Os sistemas de som 3D potencializam artificialmente os ativadores naturais que auxiliam o cérebro a localizar o som, e recriam esses efeitos em tempo real³⁰. Um dispositivo popular para criar e controlar sons é o MIDI (Musical Instrument Digital Interface); Dessa forma, o usuário pode ser induzido a movimentar-se na direção de uma fonte sonora virtual. O som dentro do cenário é um elemento complementar importante para a obtenção do realismo dentro do mundo virtual.

O *software* inclui controladores de simulação e animação, ferramentas de autoria, banco de dados virtuais, funções de interação e interface de entrada e saída. O *software* de Realidade Virtual é responsável por gerenciar a interface com o usuário e tratar da visualização e interação. Os canais de saída são utilizados para a visualização, emissão de sons e de reação de força e tato. As tarefas executadas com estes dispositivos devem funcionar com a velocidade suficiente para assegurar o comportamento em tempo real. Além disso, o *software* deve ser capaz de controlar toda a simulação ou animação bem como implementar a comunicação em rede em casos de aplicações colaborativas remotas.

3. JOGOS EM REALIDADE VIRTUAL

A introdução do cinerama e cinemascopo, em meados da década de 50, é considerada uma das primeiras experiências em obtenção de realismo artificial^{31,32}. Em seguida, em 1956, Morton Heilig (um cineasta) desenvolveu um simulador baseado em vídeo denominado sensorama^{33,34}. A partir desta data, várias aplicações são desenvolvidas nas mais diversas áreas, como saúde¹⁴, educação¹⁷ e entretenimento⁶.

Os videogames surgem no final da década de 70, propondo uma nova possibilidade de interação homem-máquina. Inicialmente, o hábito de jogar e de interagir com os jogos eletrônicos era por meio do fliperama, onde havia os grandes jogos eletrônicos do tipo arcade e as máquinas de pinball, que misturavam destreza manual e sorte, e que existem até hoje. Anos mais tarde, nomes como Atari[®], Odyssey[®], Intellivision[®] surgem para fixar de vez a cultura dos jogos eletrônicos como prática de lazer.

Em particular, a indústria de entretenimento vem contribuindo significativamente para o desenvolvimento de novos métodos, técnicas e dispositivos de Realidade Virtual⁶. A indústria de videogames, por exemplo, tem contribuído com melhorias dos recursos interativos, sonoros e gráficos, que são cada vez mais incorporados aos demais projetos de Realidade Virtual.

Abaixo são descritos alguns videogames de sétima geração mais vendidos na atualidade:

- PlayStation[®]Move: este console da Sony é uma combinação entre o sistema do PlayStation[®]3, a camera PlayStation[®]Eye e o controle de movimento PlayStation[®]Move. A câmera PlayStation[®]Eye capta o movimento realizado pelo jogador com precisão e o traduz para o jogo imediatamente. Esta câmera apresenta alta acurácia na captura da posição dos jogadores, monitorando o posicionamento da parte superior

do corpo e dos braços; possui *zoom* para aproximar ou distanciar a imagem; permite aos jogadores criar um “avatar” de si mesmos em jogos. O controle de movimento PlayStation®Move é composto por um avançado sistema de sensores de movimento, uma esfera que muda de cores dinamicamente e permite à câmera captar sua posição no espaço. Além disso, possui um sistema de *feedback* vibratório e um botão de interface de fácil manejo. Este controle possui bateria de lítio que pode ser recarregada via USB no próprio console, além de permitir a utilização da tecnologia Bluetooth para jogos sem fio e a utilização de até quatro controles ao mesmo tempo. O PlayStation®Move permite ainda, a atualização de jogos do PlayStation®3 via internet³⁵.

- XBOX®360 Kinetic: é um console desenvolvido pela Microsoft em parceria com a empresa Prime Sense cujas interfaces de áudio e vídeo permitem que os jogos ofereçam imagens com qualidade de TV de alta definição e som *Surround*. O XBOX®360 possui um sistema de *shaders*, o qual permite diversos efeitos especiais durante o jogo, como simular a aparência de pelos, reflexos de imagens e outros pequenos detalhes que aumentam o realismo virtual sem sobrecarregar o aparelho. Este exergame pode ser jogado com controles sem fios (que funcionam com pilhas AA e podem ser recarregados no próprio console via cabo USB), sendo que o console suporta até quatro controles ao mesmo tempo, ou ser jogado por um novo sistema, o Kinetic. Este novo sistema, também conhecido como Project Natal, tem cerca de 23 cm de comprimento horizontal e possui duas câmeras: uma RGB (Red, Green, Blue) e outra

infravermelha (IR). A câmera RGB faz o reconhecimento facial perfeito do jogador que está em frente do console. A câmera infravermelha, por sua vez, é responsável pelo reconhecimento do movimento e da profundidade. Além das duas câmeras, o kinetic possui sensor de profundidade, que permite o que o ambiente ao redor do jogador seja escaneado tridimensionalmente; microfone embutido, que, além de captar as vozes mais próximas e conseguir diferenciar os ruídos externos de modo que o barulho ao fundo, não atrapalhe o andamento do jogo; também é capaz de detectar vozes de várias pessoas em uma sala; com processador e *software* próprios, é capaz de detectar 48 pontos de articulação do corpo humano, ou seja, possui uma precisão sem precedentes. Além disso, outras vantagens do KinetiK é que ele consegue estreitar o espaço livre para o jogo, adequando o espaço virtual ao espaço físico, em que o jogador consegue interagir com os personagens por comando de voz ou falar com os personagens do jogo.

- Nintendo® Wii: Dentre as diversas possibilidades atuais de videogames, optou-se por utilizar nos próximos capítulos deste livro pesquisas realizadas com o Nintendo Wii, por ser o mais vendido e, desta forma, estar presente em várias casas. Perani e Bressan (2007)³⁶ fazem um breve histórico do Nintendo Wii citando que é o quinto console doméstico apresentado pela Nintendo, inclusive enfatizam que sua proposta de interatividade foi inovadora e proporcionou uma evolução de novas possibilidades de jogos na história dos videogames. Enquanto fabricantes fizeram inovações em seus sistemas de geração gráfica, melhorando as velocidades

de processador, a Nintendo criou um sistema que mudou a essência de como os videogames são jogados³⁶.

O que diferenciou o console da Nintendo Wii dos demais videogames é um controle remoto sem fio, denominado Wii Remote¹⁵. O Wii Remote, também conhecido como Wiimote, é um controle remoto conectado ao console do videogame por comunicação via Bluetooth, ou seja, sem fio^{37,38}. Possui três acelerômetros responsáveis por interpretar os movimentos tridimensionais (eixos x, y e z). O controle possui um sensor infravermelho em sua ponta, ou seja, um sensor capaz de capturar e rastrear fontes de radiação infravermelha.

Ao movimentar o controle, os movimentos do jogador são captados e transmitidos por uma barra de sensores (posicionada sobre a televisão). Ao apontar o controle para a tela, a barra de sensores pode triangular e inferir sua posição e alinhamento, possibilitando desenhar um cursor na tela. Funciona como uma espécie de “*mouse* aéreo”. Além disso, o Wii Remote possui um sistema de vibração e um pequeno altofalante capaz de emitir sons de uma maneira mais simples e mais próximos ao jogador.

Assim, os movimentos físicos do usuário são refletidos na projeção, de um modo que os movimentos virtuais sejam semelhantes àqueles empreendidos no plano material, como se o personagem, do lado de “dentro” do jogo, tivesse as mesmas reações ou ações parecidas com as da pessoa que está portando o Wii Remote.

Os jogos são projetados para serem divertidos e interativos, com partituras e diversos recursos motivacionais para incentivar o usuário a melhorar o seu desempenho (medalhas em jogo, comentários incentivadores, *playback* de vídeo, bônus, música, etc).

Dessa forma, os jogadores não mais necessitam permanecer sentados em frente aos computadores ou consoles de videogame limitado por um *joystick* com fio. Estes jogos possibilitam que jogadores se desloquem e interajam de diferentes formas no ambiente real, por meio de diferentes dispositivos e tecnologias de comunicação sem fio. O Nintendo Wii Sports é um exemplo no qual o usuário tem a experiência concreta do movimento de diversos esportes, como *golf*, boxe, tênis, boliche, *baseball*, arco e flecha, entre outros.

Provavelmente, as possibilidades de utilização, com baixo custo, de tecnologias de percepção e atuação foram os principais motivos do surgimento de uma nova forma de jogo denominado “Exergames”, um termo relativamente novo usado para descrever o vídeo interativo ou jogos eletrônicos que caracterizam o movimento do jogador, tal como ocorreria na “vida real”, no qual o indivíduo realiza uma participação ativa com o jogo, inclusive por meio de exercícios. Essa possibilidade de mistura entre exercício físico com jogo é o grande diferencial do “Exergames”, permitindo que a fascinação pelos games seja tão aproveitada quanto a prática do exercício físico².

O uso de Exergame como uma abordagem coadjuvante do exercício tradicional decorre do pressuposto de que a atração propiciada pela prática de tecnologia digital e jogos interativos promove o envolvimento em atividades físicas entre as crianças e adolescentes que estão em diferentes níveis de condicionamento físico, o que favorece a sociedade com os benefícios da realização de movimentos.

Worley et al (2011)³⁹ citam que jogos de vídeo têm se tornado um passatempo popular de lazer de muitas pessoas ao redor do mundo. Além da prevalência da participação da criança no jogo, 45% da população adulta nos EUA também jogam videogame. Os autores,

com algumas evidências, sugerem que a maior participação em videogames tradicionais (sem movimento corporal) está associada a uma pior saúde mental e física, o que justifica a tendência recente em desenvolver novos jogos que incorporem maior movimento físico. Esta tendência é um esforço para combater os efeitos negativos dos jogos que promovem o sedentarismo e, teoricamente, permitir que os fabricantes de jogos capitalizem sobre os potenciais efeitos positivos da prática de Exergame sobre a aptidão física e saúde.

A proposta destes jogos ratificou, sobretudo, a ideia de um aparelho simples e divertido, que interessa tanto a crianças quanto aos pais, fazendo do console do Nintendo Wii um espaço de sociabilidade por meio do compartilhamento de uma experiência corporal. É interessante observar que as discussões sobre o caráter inovador da interatividade com o usuário do Nintendo Wii, ou seja, do uso corpóreo nos seus processos de aproveitamento das possibilidades dadas por este console, insere-se dentro de uma perspectiva de especial atenção aos estudos sobre o corpo nas ciências humanas e sociais, que de certa forma reconhece a importância dos aspectos corporais para o uso dos meios de comunicação⁴⁰. Esta experiência relaciona-se, também, com a valorização do uso do corpo nos processos interativos dos meios digitais, já que estes exigem uma postura pró-ativa de exploração do ambiente pelo seu usuário, que é realizada pelos sentidos físicos⁴¹.

Podemos concluir que o Nintendo Wii é uma tecnologia que se insere nesta tendência atual de valorização do corpo nos processos de interação, mas que, ao contrário dos outros consoles, teve grande impacto por ter investido na ideia de uma interação física “mais efetiva”, além da necessidade dada pelo console de uma participação grupal, dentro de um coletivo^{40,41}.

Atualmente, o Wii está presente em várias casas no mundo e faz parte da rotina interativa, por meio do movimento, entre

pais e filhos. Sendo mais do que uma rotina familiar, já existem academias e clubes que utilizam o Wii para propiciar atividade física e viabilizar a interação com diferentes esportes. Além de sua influência doméstica, é bastante utilizado em pesquisas científicas com indivíduos que apresentam déficit de atenção²⁴, promoção da atividade física^{42,43}, idosos⁴⁴ e uma das áreas mais investigadas é na correlação de atividades praticadas no Wii com gasto energético⁴⁵⁻⁵¹; as pesquisas direcionadas para gasto energético se baseiam na obrigatoriedade do usuário realizar movimentos amplos na prática de diferentes Exergames. Como a prática de promoção de jogos de vídeo requer movimento, não se deve surpreender que aumente os gastos energéticos, especialmente em comparação com situações de repouso. Pesquisas anteriores em Exergames limitou-se à avaliação de produtos ao consumidor final, como um substituto potencial para o jogo tradicional sentado, mas o potencial destes jogos para promover a adequação de longos períodos de moderada a vigorosa atividade no indivíduo deve ser considerado⁵⁰.

Uma possibilidade interessante da utilização do Nintendo Wii são nas deficiências físicas e disfunções neuromotoras. Muitos autores realizaram trabalhos com o Wii em deficientes e verificam uma área bastante promissora e que deve ser incentivada, não somente a sua utilização prática, mas também a realização de pesquisas que comprovem a eficácia da RV na melhora da funcionalidade de diferentes deficientes^{37,42,52-55}.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Schultheis MT, Rizzo AA. The application of virtual reality technology in rehabilitation. *Rehabilitation Psychology*. 2001; 46:296-311.
2. Siegel SR, Haddock BL, Dubois AM, Wilkin LD. Active Video/Arcade Games (Exergaming) and energy expenditure in college students. *Int J Exerc Sci*. 2009; 2(3):165-174.

3. Cardoso L, Costa RM, Piovesan A, Costa M, Penna L. Using virtual environments for stroke rehabilitation. 5th International Workshop on Virtual Rehabilitation; 2006 Aug 29 - 30; New York. New York: IEEE; 2006.
4. Deutsch JE, Lewis JA, Burdea G. Technical and patient performance using a virtual reality-integrated telerehabilitation system: preliminary finding. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*. 2007; 15:30-35.
5. Thompson D, Baranowski T, Buday R, Baranowski J, Thompson V, Jago R, Griffith MJ. Serious video games for health how behavioral science guided the development of a serious video game. *Simul Gaming*. 2010; 41(4):587-606.
6. Machado L, Moraes R, Nunes F. Serious games para saúde e treinamento imersivo. In: Nunes FLS, Machado LS, Pinho MS, Kirner C, Organizadores. *Abordagens praticas de realidade virtual e aumentada*. Porto Alegre: SBC; 2009. p. 31-60.
7. Pimentel K, Teixeira K. *Virtual reality: through the new looking glass*. 2.ed. New York: McGraw-Hill; 1995.
8. Comeau CP, Bryan JS. Headsight television system provides remote surveillance. *Electronics*. 1961; 86-90.
9. Ellis SR. What are virtual environments? *IEEE Computer Graphics and Application*. 1994; 14:17-22.
10. Netto AV, Machado LS, Oliveira MCF. *Realidade Virtual: definições, dispositivos e aplicações*. São Paulo: USP; 2002.
11. Azuma RT. A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*. 1997; 6(4):355-385.
12. Tori R, Kirner C. Fundamentos de realidade virtual. In: Tori R, Kirner C, Siscouto R, Organizadores. *Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada*. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação - SBC; 2006. Vol. 1, p. 7-22.
13. Holden MK, Dyar T. Virtual environment training: a new tool for rehabilitation. *Neurology Report*. 2002; 26(2):62-67.
14. Burdea GC. Virtual rehabilitation: benefits and challenges. *Methods of Information in Medicine*. 2003; 42:519-523.

15. Golomb MR, McDonald BC, Warden SJ, Yonkman J, Saykin AJ, Shirley B et al. In-home virtual reality videogame telerehabilitation in adolescents with hemiplegic cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010; 91(1):1-8.
16. Coyne C. Video-Games in the clinic: PTs report early results. *Magazine of Physical Therapy.* 2008; 16(5):23-28.
17. Costa RMEM, Carvalho LAV. O uso de jogos digitais na Reabilitação Cognitiva. *Workshop de Jogos Digitais na Educação.* Juiz de Fora, MG: 2005. p. 19-21.
18. Rand D, Kizony R, Weiss PL. Virtual reality rehabilitation for all: Vivid GX versus Sony Play Station II Eye Toy. 5th International Conference on Disability Virtual Reality and Associated Technologies. Oxford, UK: 2004. p. 87-94
19. Rizzo A. Virtual reality and disability: emergence and challenge. *Disability and Rehabilitation.* 2002; 24:567-569.
20. Braga M. Realidade virtual e educação. *Revista de biologia e ciências da terra.* 2001; 1(1):1-13.
21. Kirner C. Sistemas de Realidade Virtual. In: Candia AMC, Nunes RC, Organizadores. *Anais da V Escola Regional de Informática da SBC Regional Sul.* UFSC/ UEM/UFSC/Sociedade Brasileira de Computação - Regional Sul; 1997. Vol. 1, p. 72-100.
22. Milgram P, Kishino F. A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems Special Issue on Networked Reality.* 1994; 12:1321-1329.
23. Garbin TR, Dainese CA, Kirner C. Sistema de realidade aumentada para trabalho com crianças com necessidades especiais. In: Tori R, Kirner C, Siscouto R. *Fundamentos e tecnologias de realidade virtual e aumentada.* VIII Symposium on Virtual Reality:2006. Cap. 17, p. 289-297.
24. Shih CH, Yeh JC, Shih CT, Chang ML. Assisting children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder actively reduces limb hyperactive behavior with a Nintendo Wii Remote Controller through controlling environmental stimulation. *Res Dev Disabil.* 2011; 32(5):1631-1637.

25. Machado LS. Conceitos básicos da realidade virtual [Internet] . São José dos Campos: INPE; 1995 [citado em abril 2011]. 45p. Disponível em: <http://www.lsi.usp.br/~liliane/conceitosrv.html>.
26. Corrêa CG, Nunes FLS. Interação com dispositivos convencionais e não convencionais utilizando integração entre linguagens de programação. IN: Nunes FLS, Machado LS, Pinho MS, Kirner C. Abordagens práticas de realidade virtual e aumentada. XI Symposium on Virtual and Augmented Reality SRV; Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação - SBC; 2009.
27. Botega LC, Cruvinel PE. Realidade virtual: histórico, conceitos e dispositivos. In: Costa RM, Ribeiro MWS. Aplicações de Realidade Virtual e Aumentada. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação-SBC; 2009.
28. Araújo RB. Especificação e análise de um sistema distribuído de realidade virtual [tese de Doutorado]. São Paulo: Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: 1996. p 144 .
29. Mcallister D. Stereo and 3D Display Technologies. In: Encyclopedia of Imaging Science and Technology; 2002. p. 1327-1344.
30. Jacobson L. Realidade virtual em casa. Rio de Janeiro: Berkeley; 1994.
31. Krueger MW. Artificial Reality II. Reading, MA: Addison-Wesley; 1991.
32. Watkins C, Marenk ASR. Virtual reality excursions. Cambridge, MA: Academic Press; 1994.
33. Kalawsky RS. The science of virtual reality and virtual environments. Reading, MA: Addison-Wesley; 1993.
34. Burdea G, Coiffet P. Virtual reality technology. New York: John Wiley & Sons; 1994.
35. Sony Computer Entertainment America. Playstation Move [Internet]. Sony; 2011. Disponível em: <http://us.playstation.com/ps3/playstation-move/product-information/>.

36. Perani I, Bressan RT. Wii will rock you: Nintendo Wii e as relações entre interatividade e corpo nos videogames. VI Simpósio Brasileiro de Jogos para Computador e Entretenimento Digital – SBGames; São Leopoldo: Unisinos; 2007.
37. Yong Joo L, Soon Yin T, Xu D, Thia E, Pei Fen C, Kuah CW et al. A feasibility study using interactive commercial off-the-shelf computer gaming in upper limb rehabilitation in patients after stroke. *J Rehabil Med.* 2010; 42(5):437-441.
38. Clark RA, Paterson K, Ritchie C, Blundell S, Bryant AL. Design and validation of a portable, inexpensive and multi-beam timing light system using the Nintendo Wii hand controllers. *J Sci Med Sport.* 2011; 14(2):177-182.
39. Worley JR, Rogers SN, Kraemer RR. Metabolic responses to Wii Fit™ video games at different game levels. *J Strength Cond Res.* 2011; 25(3):689-693.
40. Newbon B. Virtual reality: immersion through input. 6th Annual Multimedia Systems, Electronics and Computer Science; University of Southampton; 2006.
41. Morrow K, Docan C, Burdea G, Merians A. Low-cost virtual rehabilitation of the hand for patients poststroke. International Workshop on Virtual Rehabilitation; New York: 2006.
42. Biddiss E, Irwin J. Active video games to promote physical activity in children and youth: a systematic review. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2010; 164(7):664-672.
43. Shih CH, Chang ML, Shih CT. A limb action detector enabling people with multiple disabilities to control environmental stimulation through limb action with a Nintendo Wii Remote Controller. *Res Dev Disabil.* 2010; 31(5):1047-1053.
44. Clark R, Kraemer T. Clinical use of Nintendo Wii bowling simulation to decrease fall risk in an elderly resident of a nursing home: a case report. *J Geriatr Phys Ther.* 2009; 32(4):174-180.
45. Graves LE, Ridgers ND, Stratton G. The contribution of upper limb and total body movement to adolescents' energy expenditure whilst playing Nintendo Wii. *Eur J Appl Physiol.* 2008; 104(4):617-623.

46. Lanningham-Foster L, Foster RC, McCrady SK, Jensen TB, Mitre N, Levine JA. Activity-promoting video games and increased energy expenditure. *J Pediatr*. 2009; 154(6):819-823.
47. Graf DL, Pratt LV, Hester CN, Short KR. Playing active video games increases energy expenditure in children. *Pediatrics*. 2009; 124(2):534-540.
48. Hurkmans HL, van den Berg-Emons RJ, Stam HJ. Energy expenditure in adults with cerebral palsy playing Wii Sports. *Arch Phys Med Rehabil*; 2010; 91(10):1577-1581.
49. Jordan M, Donne B, Fletcher D. Only lower limb controlled interactive computer gaming enables an effective increase in energy expenditure. *Eur J Appl Physiol*. 2011; 111(7):1465-1472.
50. Bailey BW, McInnis K. Energy Cost of Exergaming: A Comparison of the Energy Cost of 6 Forms of Exergaming. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2011; 165(7):597-602.
51. White K, Schofield G, Kilding AE. Energy by boys playing active video games. *J Sci Med Sport*. 2011; 14(2):130-134.
52. Jones C, Hammig B. Case report: injuries associated with interactive game consoles: preliminary data. *Phys Sportsmed*. 2009; 37(1):138-140.
53. Anderson F, Annett M, Bischof WF. Lean on Wii: physical rehabilitation with virtual reality Wii peripherals. *Stud Health Technol Inform*. 2010; 154:229-234.
54. Saposnik G, Teasell R, Mamdani M, Hall J, McIlroy W, Cheung D et al. Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in stroke rehabilitation: a pilot randomized clinical trial and proof of principle. *Stroke*. 2010; 41(7):1477-1484.
55. Hsu JK, Thibodeau R, Wong SJ, Zukiwsky D, Cecile S, Walton DM. A "Wii" bit of fun: the effects of adding Nintendo Wii(®) Bowling to a standard exercise regimen for residents of long-term care with upper extremity dysfunction. *Physiother Theory Pract*. 2011; 27(3):185-193.

CAPÍTULO 4

**APRENDIZAGEM
MOTORA:
um elo entre deficiência
e realidade virtual**

Carlos Bandeira de Mello Monteiro

Camila Torriani-Pasin

1. INTRODUÇÃO

A aplicação de conhecimentos acadêmico-científicos na intervenção é necessária para consolidar as profissões denominadas de academicamente orientadas¹ e para garantir a elas uma identidade profissional. Todavia, é importante reconhecer que, especialmente naquelas profissões ainda incipientes, não se pode esperar a existência de um corpo de conhecimentos organizado e robusto que respalde os métodos, programas e procedimentos de intervenção profissional de uma forma abrangente.

Pode-se considerar que a atuação com a realidade virtual e sua aplicação em intervenções com deficientes físicos está iniciando-se, posicionando esta área, ainda, em configuração no que tange aos profissionais que irão contribuir para seu avanço no futuro.

Interessante citar as colocações de Heilborn (2004)², no livro “Antropologia e Ética”, o qual esclarece que as formas de produção do conhecimento obedecem a premissas que podem se alimentar de contribuições vindas de outras áreas, mesmo não existindo uma mistura ideal, um equilíbrio perfeito entre as premissas vindas de uma área e de outra. Nos projetos específicos de pesquisa na área da saúde, tendem a prevalecer premissas oriundas de uma determinada disciplina, ou de um campo disciplinar. Os enfoques se alimentam de contribuições e de temas oriundos das outras disciplinas, mas eles guardam em si as marcas da sua história, da formação, da construção das suas regras de pensamento. Evidentemente, quando se trabalha com temas relacionados ao campo da saúde, que envolve uma quantidade de profissionais com formações muito diversas, é preciso estar atento a essas múltiplas formulações, o que constitui a importância do uso da palavra multidisciplinar e os benefícios de seus pensamentos e atuações para o indivíduo.

Pode-se, inclusive, supor que a utilização de realidade virtual na intervenção com deficientes seja considerada um

novo paradigma para diferentes profissionais. É importante a existência de diferentes paradigmas para a efetiva consolidação de determinada área de conhecimento, Kuhn^{3,4} citado por Abernethy e Sparrow⁵ considera paradigma como uma descrição de um conceito particular, problemas relevantes, com associação de termos e teorias e suas visões do mundo e realidade. Provavelmente a utilização da realidade virtual esteja na fase de Pré-ciência, conforme determina Abernethy e Sparrow¹, período este de desenvolvimento precoce de pesquisas em um determinado campo, no qual se está encontrando seus pés e se demarcando o sujeito e planos de ação. É o período no qual nenhum paradigma individual ou proposição de teoria é suficientemente forte para serem bem aceitos e garantirem processo de pesquisa.

Para uma efetiva intervenção prática sabe-se da importância da tomada de decisões baseada nas evidências encontradas por meio de trabalhos científicos. No entanto, as pesquisas na área aplicada têm como objetivo resolver as necessidades do dia a dia de uma determinada população-alvo. Seguindo esse raciocínio e verificando que a utilização de realidade virtual no programa de intervenção de diferentes profissionais que trabalham com a deficiência já existe, faz-se necessária uma verificação e atualização da atuação profissional, de modo a reunir as melhores evidências científicas e associá-las às experiências práticas dos diversos profissionais com a realidade virtual aplicada aos deficientes, a fim de fundamentar a organização de programas de intervenção e futuras pesquisas nesta área.

Assim, conforme descrevem Sackett et al.,(2003)⁶,o estreitamento entre a ciência e a prática baseadas na tríade composta pelo conjunto de evidência científica, experiência do profissional e a preferência do indivíduo deve ser o caminho para a consolidação de uma profissão orientada academicamente e, principalmente, um direcionador para a organização de programas de intervenção.

Por outro lado, apesar de ser recente e incipiente, cabe reconhecer que a área de realidade virtual aplicada na reabilitação de deficientes, como área de conhecimento, demonstrou nesses últimos anos um avanço científico acentuado com um expressivo crescimento em organização de congressos específicos e formação de grupos de estudo multidisciplinares. Nesse sentido, utilizar esses conhecimentos na intervenção possibilita melhorar a qualidade da prática profissional, elevar o seu reconhecimento social⁷ e estreitar os caminhos entre ciência e prática.

No contexto específico da intervenção com a realidade virtual na Paralisia Cerebral (PC), de certo modo, estendendo-o para outras deficiências, a produção de conhecimentos na área não é suficiente, até o momento, para fornecer respostas, subsídios ou *insights* para as muitas questões clínicas e científicas relativas às alterações no comportamento motor de crianças com PC ou alguma deficiência. Este conjunto de resultados científicos ainda não é suficiente também para efetivar o uso da realidade virtual como estratégia de intervenção benéfica aos deficientes, habilitando-os para planejar, realizar e aprender novas habilidades motoras.

Assim, um olhar para a área de conhecimento denominada de Comportamento Motor, mais especificamente para a sub-área de Aprendizagem Motora, pode colaborar no sentido de se compreender tal fenômeno e subsidiar teoricamente sua utilização na organização de programas de intervenção por meio das modernidades oferecidas pela realidade virtual. Por isso, não resta dúvida sobre a relevância do conhecimento acadêmico-científico na utilização da tecnologia propiciada pela computação, mas é preciso destacar a necessidade de senso crítico para não extrapolar os limites na sua valorização e cair no cientificismo ingênuo⁷.

Para profissionais que optem por utilizar realidade virtual, analisar os conhecimentos produzidos na área de Aprendizagem

Motora obviamente torna-se útil e um caminho promissor para os profissionais da reabilitação⁸. Porém, deve-se enfatizar que são necessárias pesquisas científicas específicas que unam a deficiência (população-alvo), realidade virtual (intervenção) e aprendizagem motora (pressupostos teóricos). É importante enfatizar que transpor os achados científicos de aprendizagem motora e realidade virtual (eminentemente orientadas à população saudável) para pessoas com deficiência e tecer implicações clínicas terapêuticas é um passo cujo cuidado deve ser extremo. É fundamental esclarecer que, na deficiência, existem diferentes fatores que influenciam em uma decisão e organização de programas de intervenção e estes fatores devem ser considerados de acordo com as necessidades do indivíduo.

Sabe-se que a intervenção é um fenômeno muito complexo, com inúmeros fatores intervenientes e não previsíveis, o que torna crucial discernir qual conhecimento é útil para quais situações e objetivos. Além disso, uma lesão neurológica de origem pré, peri ou pós-natal pode gerar o mais variado quadro clínico, tornando os pacientes com PC, por exemplo, bastante diferenciados entre si, o que dificulta, ainda mais, a generalização de resultados científicos. Este mesmo fato repete-se quando consideramos as pessoas com Acidente Vascular Encefálico, Doença de Parkinson ou, até mesmo, lombalgias.

Com essas considerações em mente, o objetivo deste texto é procurar contribuir para uma maior compreensão da realidade virtual como opção/estratégia de reabilitação embasada pelos conhecimentos teóricos advindos da Aprendizagem Motora, especificamente nas deficiências, trazendo os conhecimentos acumulados sobre fatores que afetam a aquisição de habilidades motoras e discutindo suas possíveis implicações e aplicações para a melhoria da prática profissional nesta população por meio da realidade virtual. Nesse sentido, os conhecimentos produzidos pela Aprendizagem Motora podem representar importantes subsídios

para uma tomada de decisão mais coerente e consistente acerca dos programas e procedimentos de intervenção^{1,9-11}.

No entanto, é preciso esclarecer que esses conhecimentos não dizem respeito a como deve ser essa intervenção. Em outras palavras, o estudo dos fatores que afetam a aquisição de habilidades motoras com objetivo de compreender os processos e mecanismos de aprendizagem resulta em conhecimentos básicos que podem servir fundamentalmente como hipóteses ou *insights* para a intervenção, mas não como prescrição da mesma.

Levac et al (2009)¹² descrevem que os profissionais, instrutores e terapeutas que trabalham com reabilitação de deficientes têm experimentado os enormes desafios de tentar fazer uso dos conhecimentos da Aprendizagem Motora na prática profissional. Tais desafios ocorrem, pois os princípios e assunções da prática clínica foram generalizados a partir de estudos em sujeitos saudáveis e, em geral, adultos, desempenhando tarefas de laboratório. Assim, embora os estudos em sujeitos adultos saudáveis e alguns em pacientes neurológicos tenham gerado algumas evidências sobre os fatores relacionados à Aprendizagem Motora, sua generalização para diferentes deficiências deve ser cuidadosamente avaliada. Com certeza, as propostas dos capítulos seguintes, unindo Aprendizagem Motora, realidade virtual e algumas deficiências, podem direcionar futuras pesquisas e um raciocínio para as intervenções.

Deste modo, apesar desta enorme lacuna entre a ciência e a intervenção nas deficiências, por meio de realidade virtual, a Aprendizagem Motora pode ser a base teórica para fundamentar as intervenções nesta área.

2. APRENDIZAGEM MOTORA: UMA ÁREA DO COMPORTAMENTO MOTOR

Verifica-se que indivíduos sem alterações da postura e

movimento apresentam capacidade para diferentes atividades e adequado desempenho na participação de tarefas vitais do dia a dia, sem qualquer limitação ou restrição. Utilizando a taxonomia proposta pela Organização Mundial da Saúde (OMS) por meio da Classificação Internacional de Funcionalidade Incapacidade e Saúde (CIF, 2003)^{13,14}, essas atividades e participações podem ser consideradas desde as funções na mobilidade, como mudar a posição do corpo, sentar, levantar, transferir, puxar e empurrar até funções em cuidado pessoal, como lavar e secar partes do corpo, vestir-se ou calçar-se. Nesse sentido, ao conseguir realizar movimentos funcionais, facilita-se o desempenho de funções de vida doméstica, relações interpessoais, vida comunitária, social e cívica.

É fundamental, então, inserir a pessoa com deficiência neste contexto e compreender suas limitações e restrições a partir deste universo. Exemplificando com a Paralisia Cerebral, como consequência desta doença, as alterações na postura e movimento geram dificuldades em realizar tarefas funcionais de mobilidade, autocuidado e função social¹⁵⁻¹⁸.

A desordem motora na PC é frequentemente acompanhada por distúrbios de sensação, percepção, cognição, comunicação e comportamental, por epilepsia e por problemas musculoesqueléticos secundários¹⁹.

Para compreender as razões destas alterações apresentadas na PC, o profissional de habilitação e reabilitação tem como uma das opções buscar soluções teóricas e práticas na área de Comportamento Motor. Portanto, entender como o Sistema Nervoso Central (SNC) atua em ação conjunta com os músculos para produzir ações motoras coordenadas e controladas é uma das maiores preocupações dos pesquisadores da área de Comportamento Motor^{20,21}. Apesar do Comportamento Motor ser considerado uma área de pesquisa básica e, desta forma, não ter a obrigação

de produzir conhecimentos que apontem soluções adequadas para problemas relacionados à intervenção profissional, acredita-se que estes conhecimentos podem contribuir para o esclarecimento de vários aspectos relacionados a atuação prática de diferentes profissionais^{9,22}.

Citando o raciocínio apresentado por Krebs (2008)²³, é preciso que os pesquisadores de Comportamento Motor capturem a natureza humana em toda a sua riqueza e variação, ao invés de reduzirem pessoas a um estereótipo unidimensional. Mesmo que o pesquisador delimite o seu estudo a um conjunto reduzido de variáveis, ou até mesmo a uma única variável, as conclusões de seu estudo não podem encerrar-se na mera aceitação ou rejeição de hipótese. Os resultados devem ser contextualizados para que possam, efetivamente, ser aplicados à solução de problemas do cotidiano de diferentes profissionais. Por outro lado, os profissionais de habilitação e reabilitação devem constantemente estar atualizados com o que é produzido na área de Comportamento Motor, para então adequar os conhecimentos advindos da pesquisa ao contexto de suas necessidades práticas. Para melhorar a condição de saúde humana, descobertas científicas precisam, inevitavelmente, ser traduzidas em aplicações práticas. Precisamos do que, no jargão da ciência, denomina-se de pesquisa translacional - a pesquisa que transforma descobertas científicas em ferramentas de uso do profissional²⁰.

Para tanto, é fundamental compreender o que é Comportamento Motor: as investigações neste campo remetem-se, basicamente, a questões relativas ao funcionamento do Sistema Nervoso (SN) na realização de movimentos, aquisição de novos movimentos em razão da prática e da experiência e às modificações nas capacidades para movimento ao longo do ciclo da vida. Essas questões têm sido investigadas respectivamente em três

subáreas, denominadas Controle Motor, Aprendizagem Motora e Desenvolvimento Motor²⁴.

Gallahue e Ozmun (2005)²⁵ citam que o Comportamento Motor é o estudo de alterações no aprendizado motor, controle motor e desenvolvimento motor, proporcionadas pela interação do aprendizado e dos processos biológicos. A subárea denominada de Controle Motor é um campo de estudo preocupado em compreender como os movimentos são coordenados e regulados e quais estruturas neurais são responsáveis por esse mecanismo. Ou seja, como o SNC é organizado de maneira que músculos e articulações tornam-se coordenados em movimentos e como informações sensoriais do meio ambiente e do próprio corpo são usadas na coordenação e controle de movimentos²⁶. Controle motor implica na habilidade do SNC em usar informações prévias e atuais para coordenar efetiva e eficientemente os movimentos funcionais, transformando energia neural em energia cinética²⁷.

A subárea denominada de Desenvolvimento Motor estuda as mudanças no comportamento motor dentro do ciclo de vida das pessoas²⁶. Desenvolvimento motor é a contínua alteração no comportamento motor ao longo do ciclo da vida, proporcionada pela interação entre as necessidades da tarefa, a biologia do indivíduo e as considerações do ambiente. Caracteriza-se como um processo permanente que se inicia na concepção e cessa somente na morte²⁵.

Já a subárea de Aprendizagem Motora, por sua vez, investiga os fatores que influenciam a aquisição de habilidades motoras e mecanismos e processos que a influenciam, ou seja, como a pessoa torna-se eficiente na execução de movimentos para alcançar uma meta desejada, por meio da prática e experiência²⁶. Aprendizagem motora é um processo interno que produz alterações consistentes no comportamento individual em decorrência da interação da experiência, da educação e do treinamento com processos biológicos.

Relaciona-se diretamente com a prática, ou seja, é um fenômeno no qual a experiência é pré-requisito para transformar o desempenho de habilidades.

Como a aprendizagem está diretamente relacionada com as habilidades motoras, é fundamental esclarecer e conceituar este fenômeno. Segundo Gallahue e Ozmun (2005)²⁵, as habilidades motoras podem ser definidas como tarefas com finalidade específica a ser atingida, que exigem movimentação voluntária, ou como padrão motor fundamental realizado com precisão, exatidão e controle. Outra definição bastante utilizada é a apresentada por Guthrie (1952)²⁸, citado por Schmidt (1993)²⁹, na qual a habilidade consiste na capacidade adquirida de atingir um resultado final com um máximo de certeza e um mínimo dispêndio de energia, ou de tempo. Uma habilidade motora é uma habilidade para a qual o principal determinante do sucesso é a qualidade do movimento que o executante produz³⁰.

A aprendizagem motora não pode ser medida diretamente, mas pode ser inferida por meio do comportamento motor observado³¹. Mudanças no desempenho de uma habilidade motora ao longo de um período de prática podem não refletir a capacidade adquirida para o movimento, tendo em vista que variáveis como fadiga ou motivação podem ter efeito sobre o desempenho^{31,32}. Para separar estes efeitos temporários, visando melhor inferir sobre a aprendizagem, testes de retenção e/ou de transferência podem ser utilizados experimentalmente^{33,34}, bem como no dia a dia da intervenção.

O teste de retenção consiste em verificar o desempenho do indivíduo em uma habilidade já praticada em um momento posterior à aquisição³¹ e, portanto, sem prática³⁵. Quando se escolhe observar a aprendizagem por meio de teste de transferência, ou seja, não somente por meio de testes de retenção, torna-se possível, também,

verificar se a capacidade adquirida é generalizável a condições similares (mas não as mesmas) àquela em que a habilidade motora foi praticada^{33,34}.

Deve-se enfatizar que a Aprendizagem Motora procura estudar processos e mecanismos envolvidos na aquisição de habilidades motora e os fatores que a influenciam, ou seja, como a pessoa torna-se eficiente na execução de movimentos para alcançar uma meta desejada, com a prática e experiência³².

Embora distintos, esses campos que compõem a área de Comportamento Motor estão intimamente ligados, sendo difícil uma diferenciação muito rigorosa²⁶. Após o esclarecimento sobre a área de Comportamento Motor, sem qualquer desvalorização às subáreas de Desenvolvimento e Controle Motor, a proposta deste livro é utilizar conhecimentos advindos da Aprendizagem motora para fundamentar a intervenção por meio da realidade virtual nas deficiências. Carr e Shepherd (2006)³³ e Bar-Haim et al (2010)³⁶ afirmam que uma das mudanças no perfil dos tratamentos neurológicos atuais está nos avanços e utilização dos conhecimentos da Aprendizagem Motora para estruturar os programas de intervenção, sendo que esta é a proposta do presente livro.

Desta forma, o desenvolvimento de pesquisas em realidade virtual por meio do conhecimento existente em Aprendizagem Motora pode ser uma proposta de desenvolvimento científico com reflexos diretos na intervenção profissional, oferecendo subsídios para a organização de programas e reabilitação para os deficientes físicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tani G. Área de conhecimento e intervenção profissional. In: Corrêa UC. Pesquisa em comportamento motor: a intervenção profissional em perspectiva. São Paulo: 2008.
2. Heilborn ML. Antropologia e saúde: considerações éticas e conciliação multidisciplinar. In: Victora C, Oliven RG, Maciel ME, Oro AP, Organizadores. Antropologia e ética: o debate atual no Brasil. Niterói: EdUFF; 2004. p. 57-63.
3. Kuhn TS. The structure of scientific revolution. Chicago: University of Chicago Press; 1962.
4. Kuhn TS. The structure of scientific revolution. 2nd edition. Chicago: University of Chicago Press; 1970.
5. Abernethy B, Sparrow WA. The rise and fall of dominant paradigms. In: Motor behavior research. Summers JJ. Approaches to the study of motor control and learning. Amsterdam; 1992.
6. Sackett DL, Straus SE, Richardson WS, Rosenberg W, Haynes RB. Medicina baseada em evidências: prática e ensino. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2003.
7. Tani G, Meira CM Jr, Cattuzzo MT. Aprendizagem motora e educação física: pesquisa e intervenção. In: Bento JO, Tani G, Prista A. Desporto e Educação Física em português. Porto: Faculdade de Desporto da Universidade do Porto; 2010. p. 36-56.
8. Torriani-Pasin C. Aprendizagem de uma habilidade motora com demanda de planejamento em pacientes com Acidente Vascular Encefálico em função do lado da lesão [tese de Doutorado]. São Paulo: Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo; 2010.
9. Tani G. Comportamento motor e sua relação com a educação física. *Brazilian Journal of Motor Behavior*. 2006; 1:21-30.
10. Tani G, Corrêa UC. Da aprendizagem motora a pedagogia do movimento: novos insights acerca da prática de habilidades motoras. In: Lebre E, Bento JO, editores. Professor de educação física: ofícios da profissão. Porto:2004. p. 76-92.

11. Tani G, Freudenheim AM, Meira CM Jr, Corrêa UC. Aprendizagem motora: tendências, perspectivas e aplicações. *Revista Paulista de Educação Física*. 2004; 18:55-72.
12. Levac D, Wishart L, Missiuna C, Wright V. The application of Motor Learning strategies within functionally based interventions for children with neuromotor conditions. *Pediatr Phys Ther*. 2009; 21:345-355.
13. Organização Mundial da Saúde (OMS); Organização Panamericana da saúde (OPAS). CIF Classificação Internacional de funcionalidade, incapacidade e saúde. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2003.
14. Faria N, Buchalla CM. A classificação internacional de funcionalidade, incapacidade e saúde da organização mundial de saúde: conceitos, usos e perspectivas. *Rev Bras Epidemiol*. 2005; 8(2):187-193.
15. Kerr C, Mcdowell B, Mcdonough S. The relationship between gross motor function and participation restriction in children with cerebral palsy: an exploratory analysis. *Child Care Health Dev*. 2007; 33(1):22-27.
16. Dickinson HO, Parkinson KN, Ravens-Sieberer U, Schirripa G, Thyen U, Arnaud C et al. Self-reported quality of life of 8-12-year-old children with cerebral palsy: a cross-sectional European study. *Lancet*. 2007; 369:2171-2178.
17. Chagas PSC, Defi Lipo EC, Lemos RA, Mancini MC, Frônio JS, Carvalho RM. Classificação da função motora e do desempenho funcional de crianças com paralisia cerebral. *Rev Bras Fisioter*. 2008; 12(5):409-416.
18. Josenby AL, Jarnlo GB, Gummesson C, Nordmark EVA. Longitudinal Construct Validity of the GMFM-88 Total Score and Goal Total Score and the GMFM-66 Score in a 5-Year Follow-up Study. *Phys Ther*. 2009; 89(4):342-350.
19. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl*. 2007; 109:8-14.
20. Oliveira MA, Petersen RDS. Pesquisas translacionais: um desafio para a área de controle motor. In: Corrêa UC. Pesquisas

- em comportamento motor: a intervenção profissional em perspectiva. São Paulo; 2008.
21. Oliveira CM. A construção do conhecimento científico em aprendizagem motora: história e perspectivas. *Rev da Ed Fís.* 1998; 9(1):67-74.
 22. Fischman MG. Motor learning and control foundations of Kinesiology: defining the academic core. *Quest.* 2007; 59:67-76.
 23. Krebs RJ. A teia do conhecimento produzido em comportamento motor e ciência do desenvolvimento humano. In: Corrêa UC. *Pesquisas em comportamento motor: a intervenção profissional em perspectiva.* São Paulo; 2008.
 24. Corrêa UC. Das motivações para reflexões sobre a árvore e a floresta. In: Corrêa UC. *Pesquisas em comportamento motor: a intervenção profissional em perspectiva.* São Paulo; 2008.
 25. Gallahue DL, Ozmun J. *Compreendendo o desenvolvimento motor.* 3ª ed. São Paulo: Editora Phorte; 2005.
 26. Tani G. *Comportamento motor, aprendizagem e desenvolvimento.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2005.
 27. Horak FB. Assumption underlying motor control for neurologic rehabilitation. In: *Contemporary management of motor control problems.* II STEP Conference; 1991.
 28. Guthrie ER. *The psychology of learning.* New York: Harper & Row; 1952.
 29. Schmidt RA. *Aprendizagem e performance motora: dos princípios à prática.* Editora movimento; 1993.
 30. Schmidt RA, Wrisberg CA. *Aprendizagem e performance motora: uma abordagem da aprendizagem baseada na situação.* 4ª ed. São Paulo: Artmed; 2010.
 31. Magill RA. *Aprendizagem motora: conceitos e aplicações.* 5ª ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher; 2000.
 32. Mulder T. A process-oriented model of human motor behavior: toward a theory-based rehabilitation approach. *Physical Therapy.* 1991; 71:157-164.

33. Carr JH, Shepherd RB. The changing face of neurological rehabilitation. *Rev bras fisioter.* 2006; 10(2):147-156.
34. Emanuel M, Jarus T, Bart O. Effects of focus of attention and age on motor acquisition, retention, and transfer: a randomized trial. *Physical Therapy.* 2008; 88(2):251-260.
35. Tani G. Processo adaptativo em aprendizagem motora: o papel da variabilidade. *Revista Paulista de Educação Física.* 2000; 3:55-61.
36. Bar-Haim S, Harries N, Nammourah I, Oraibi S, Malhees W, Loepky J et al. Effectiveness of motor learning coaching in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2010; 24(11):1009-1020.

Aplicação do conhecimento em pesquisas

Paralisia Cerebral

PARTE II

CAPÍTULO 5

PARALISIA CEREBRAL E APRENDIZAGEM DE JOGO ELETRÔNICO (Nintendo Wii)

Carlos Bandeira de Mello Monteiro

Livia Simonetti Amorim

Mariana Moura

Jaqueline Freitas de Oliveira Neiva

Talita Dias da Silva

Fernanda Moreira Teles

Cassio de Miranda Meira Júnior

**Apoio: Ministério do Esporte – Centro de Desenvolvimento do
Esporte Recreativo e do Lazer (REDE CEDES)**

RESUMO

INTRODUÇÃO: A Paralisia Cerebral (PC) é um grupo de desordem permanente do desenvolvimento da postura e movimento, causando limitação em atividades, que são atribuídas a um distúrbio não progressivo que ocorre no desenvolvimento encefálico fetal ou na infância. A desordem motora na Paralisia Cerebral é frequentemente acompanhada por distúrbios de sensação, percepção, cognição, comunicação e comportamental, por epilepsia e por problemas musculoesqueléticos secundários. Desta forma, a possibilidade de inclusão social, juntamente com benefícios físicos e cognitivos para o indivíduo com PC, é a prática de atividades que possibilita a vivência de novas tarefas e sensações, além da melhora da qualidade de vida. Uma opção de atividade física atual e que utiliza os avanços tecnológicos são os consoles eletrônicos virtuais, utilizados como intervenção na recuperação e desenvolvimento em diversas populações com alterações sensoriais e motoras.

OBJETIVO: O objetivo deste estudo é verificar a ocorrência de aprendizagem motora em uma tarefa de jogo eletrônico em indivíduos com Paralisia Cerebral.

MÉTODO: Participaram da intervenção cinco crianças com diagnóstico médico de Paralisia Cerebral com idades entre oito e doze anos, sendo 2 do sexo feminino e 3 do masculino. Ambos os grupos com dificuldade leve relacionada ao tônus muscular, funções mentais de orientação, intelectuais e de atenção e com dificuldade moderada no controle dos movimentos voluntários segundo a Classificação Internacional de Funcionalidade Incapacidade e Saúde. A execução da tarefa consistiu em jogar boliche no console eletrônico Nintendo Wii. Para verificar a ocorrência de aprendizagem motora realizou-se 10 tentativas de jogar a bola de boliche em uma distância de 2 metros da televisão nas fases de aquisição; 5 tentativas na fase

de retenção e 5 na fase de transferência imediata que foi realizada a uma distância de 3 metros. Para organização dos resultados e comparação dos dados, optou-se por apresentar o valor das médias de pinos derrubados em cada fase da tarefa.

RESULTADOS: A seguir estão os dados das fases avaliadas por meio das médias da última tentativa de cada fase, Aquisição 1 (3,8); Aquisição 2 (5,3), Retenção (4,2) e transferência (4,2).

DISCUSSÃO: Ao analisar os resultados, em relação ao desempenho na fase de aquisição, pode-se deduzir a ocorrência de aprendizagem, pois os participantes obtiveram melhora de desempenho na direção de um ponto inicial a um ponto posterior no tempo (aquisição 1 em relação à aquisição 2). Além disso, as curvas de desempenho apresentaram padrão exponencial negativamente acelerado, sendo possível identificar claramente, com o transcorrer do tempo, um platô de desempenho. Esse padrão reflete melhora substancial no início da prática e melhora tênue com o avanço das tentativas. Importante enfatizar a necessidade de outros estudos com um número maior de participantes.

Palavras-chave: Controle Tecnológico de Ambientes, Pessoas com Deficiência, Atividade Motora, Paralisia Cerebral.

1. INTRODUÇÃO

A Paralisia Cerebral (PC) pode ser definida como um grupo de desordem permanente do desenvolvimento da postura e movimento, causando limitação em atividades, que são atribuídas a um distúrbio não progressivo que ocorre no desenvolvimento encefálico fetal ou na infância. É necessário que o indivíduo apresente uma desordem ou distúrbio da postura e do movimento para ser diagnosticado com PC, sendo que os distúrbios de postura e movimento podem ser definidos como a falta de capacidade do corpo de enfrentar com eficiência os efeitos da gravidade, e de relacionar-se com a superfície da terra por meio da base de apoio¹. A Paralisia Cerebral tem como características a incapacidade física, as limitações nas atividades e os distúrbios sensoriais, perceptuais, cognitivos, comunicativos e de comportamento, epilepsia e problemas osteomusculares secundários^{2,3}. Papavasiliou⁴ cita que os indivíduos com PC apresentam alterações motoras complexas, sendo que os déficits primários são: tônus muscular anormal, afetando a postura e o movimento; alteração do equilíbrio e coordenação; diminuição de força; perda do controle motor seletivo com problemas secundários de contraturas e deformidades ósseas.

Devido às alterações em diferentes áreas, é fundamental que o indivíduo com PC seja acompanhado por uma equipe de reabilitação multidisciplinar^{5,6}. Deste modo, é possível influenciar no desempenho não só de marcos motores básicos (rolar, sentar, engatinhar e andar), mas também de atividades da rotina diária, como tomar banho, alimentar-se, vestir-se, locomover-se em ambientes variados, entre outras⁷.

Brasileiro et al. (2009)⁸ apresentam dados que demonstram a satisfação de pais de indivíduos com PC ao serem acompanhados por uma equipe multidisciplinar de saúde, bem como informados quantitativamente sobre as dificuldades e sobre a real situação

do indivíduo. A equipe multidisciplinar é responsável por realizar avaliações, organização do programa terapêutico, verificação dos reais benefícios propiciados ao indivíduo, sendo que a abrangência e o gerenciamento adequado de uma equipe multidisciplinar é um fator importante para o sucesso do programa de reabilitação⁹. Dentro deste conceito multidisciplinar várias são as possibilidades de oferecer benefícios ao indivíduo com PC, podendo citar alguns importantes: minimizar o desenvolvimento de problemas secundários (contratura e deformidades) por meio de alongamento muscular adequado e aumento de amplitude de movimento ativa; fortalecer grupos musculares; melhorar a mobilidade e a aquisição de habilidades motoras funcionais; promover a independência funcional em casa, na escola e na comunidade⁴.

Para propiciar tais benefícios um grande desafio para os profissionais envolvidos em habilitação e reabilitação dos indivíduos com PC é desenvolver um conceito de intervenção, no qual os métodos selecionados estão ligados à compreensão e comprovação científica e baseados em verificações práticas¹. Os profissionais desejam soluções e teorias de tratamento que sejam confiáveis, válidas e constantes¹. Apesar de não existir nenhuma proposta de tratamento que seja comprovadamente efetiva na Paralisia Cerebral, várias propostas são organizadas e apresentadas, inclusive citadas em artigos científicos e livros da área, algumas baseadas em abordagens convencionais como os trabalhos de Hari e Akos (1988)¹⁰, Botath e Bobath (1989)¹¹, Minor (1991)¹², Scheilchkorn (1992)¹³, Maytson (1992)¹⁴, Levitt (1995)¹⁵, Vojta (2000)¹⁶; outros autores compararam intervenções, como Fetters (1996)¹⁷, Odman e Oberg (2005)¹⁸, Bar-Haim et al.,(2006)¹⁹ e, mais atualmente, existem publicações propondo alternativas de tratamento – Weisleder (2010)²⁰ – modificando conceitos de tratamento – Carr e Shepherd (2006)²¹ – e repensando as propostas existentes – Anttila et al.,(2008)²², Damiano (2006)²³.

Além das diferentes abordagens de tratamento existentes uma tendência que se observa crescer no âmbito da reabilitação da Paralisia Cerebral, sendo mais uma possibilidade dentre várias existentes, é a utilização de jogos eletrônicos; os videogames ativos, tais como Wii Sports da Nintendo, são atrativos e ferramentas complementares para melhorar os níveis de atividade diária e aumento de aptidão física de pessoas com doenças crônicas e deficiências físicas²⁴.

Vários dispositivos de assistência especializada por meio de tecnologias inovadoras têm sido propostos para satisfazer as necessidades das pessoas com deficiência. No entanto, eles são normalmente muito caros, e muitas vezes são mais difíceis de obter ou manter quando comparados à praticidade dos dispositivos comerciais comuns. Em realidade, os produtos comerciais têm muitas vantagens, como: (1) baixo custo, (2) bom apoio técnico, (3) acessibilidade e facilidade de atualização com a tecnologia mais recente (ou seja, sem fio ou tecnologia *bluetooth*). Para as pessoas com deficiência, com o auxílio de tecnologia de *hardware* ou *software*, muitos produtos de alta tecnologia (aqueles que possuem funções especiais, tais como *mouse*, *trackball*, e Nintendo Wii) podem ser usados com alto desempenho e auxílio de dispositivos de resolução de movimento, com a condição de que estes produtos podem ser modificados para corresponder às necessidades especiais do deficiente físico²⁵.

Shih et al. (2010)²⁵ citam que o uso de tecnologia nos jogos eletrônicos por meio das atuais conexões sem fio com múltiplas opções para detecção de movimentos permitiu às pessoas com deficiência melhorarem os seus níveis de resposta ao ambiente, possibilitando o controle de estímulo e oferta de possibilidades funcionais. Esta conquista de engajamento ambiental e exercício de auto-determinação é considerada relevante para a qualidade de vida do indivíduo com deficiência física.

Uma vantagem prática é que as pessoas com deficiência física podem praticar jogos de vídeo em casa com os seus familiares, *on-line*, interagindo com outros jogadores ou sob a supervisão de um profissional responsável, diminuindo, assim, a necessidade de viajar para centros de reabilitação. Jogando-se em casa, elimina-se os desafios do transporte e da falta de acessibilidade das lojas e edifícios, que são barreiras importantes para dificultar a participação de deficientes em atividades físicas^{24,26}.

Outra característica interessante é a motivação oferecida por jogos eletrônicos, o que os torna uma atividade recreativa, bastante diferente do conceito existente nas terapias, assim como os detalhes de desempenho imediatos oferecidos por meio de áudio e vídeo fornecem informações precisas do progresso do indivíduo^{24,27}.

Jogos eletrônicos implicam na realização de tarefas motoras com controle. Nesse particular, a área de Comportamento Motor oferece evidências científicas aos profissionais da saúde que trabalham com PC, conhecimentos importantes que podem ser aplicados no diagnóstico e na organização de programas de tratamento⁴. Dentro da área de comportamento motor, pode-se oferecer subsídios para a intervenção por meio de jogos virtuais nos conhecimentos obtidos na sub-área de Aprendizagem Motora.

Aprendizagem motora é um fenômeno que se refere às mudanças internas relativamente permanentes na capacidade de realizar habilidades motoras. Essas mudanças ocorrem no sentido de garantir o alcance da meta e são frutos da experiência e da prática, resultando na aquisição, retenção e transferência de habilidades motoras^{28,29,30,31,32}. O fenômeno de aprendizagem motora, embora não observável diretamente, permite discernir claramente mudanças na interação com objetos e com outros seres humanos. Dessa forma, a aprendizagem motora pode ser inferida por meio do desempenho, enquanto sua melhora pode ser observada pelo

aumento da consistência, fluência no movimento, diminuição do erro de execução e redução no tempo total de movimento para a realização da tarefa ³⁰.

Em outras palavras, aprendizagem motora é o processo ao longo do qual as habilidades tornam-se facilmente desempenhadas com auxílio de prática e de informação^{30,34}. Durante a prática de aquisição da habilidade, o aprendiz necessita executar tentativas para alcançar um desempenho, critério ou estabilizar um comportamento^{34,35}. Ao longo desse processo, ocorre seleção entre os sistemas de memória que permitem a aquisição de alguns aspectos mais relevantes para a cognição, emoção, atenção³⁶, a aquisição de estruturas cognitivas, tais como programas ou planos de ação³⁵, esquemas³¹ ou traços ³⁷, ou a formação de sinergias neuromusculares complexas³⁸, dependendo de qual arcabouço teórico dá suporte aos conhecimentos relativos à aprendizagem.

Retenção e transferência são outros dois conceitos cruciais no processo de aprendizagem motora^{30,31} porque medem o grau de permanência do que foi adquirido após um período sem prática (retenção) e a capacidade de adequação de um comportamento motor praticado em um contexto diferente, mediante alteração na tarefa motora (transferência). Assim, para verificar se a aprendizagem ocorreu com solidez, mais do que comparar o desempenho na fase inicial em relação à fase final de aquisição, é necessário recorrer ao desempenho em testes de aprendizagem, isto é, de retenção e/ou de transferência^{39,40}.

Como campo científico, a Aprendizagem Motora acumula mais de cem anos de tradição. A partir do final da década de 1980, os estudos sobre o processo de aquisição de habilidades motoras voltaram-se especialmente no que se refere a fatores que afetam o processo de aprendizagem motora. Isso ocorreu em razão de uma mudança de postura dos pesquisadores. Antigamente, os

estudos em Aprendizagem Motora eram vistos como dependentes do avanço nos estudos em Controle Motor. Gradativamente, esse campo de investigação passou a assumir temas e problemas de pesquisa genuinamente intrínsecos, os quais poderiam ser acatados, utilizando-se dos conhecimentos produzidos em Controle Motor, mas sem deles depender. Além da busca de respostas para problemas de pesquisa genuinamente intrínsecos, há também uma forte tendência de investigação sobre o que muda com a aprendizagem motora e como muda em relação a aspectos observáveis do comportamento, por exemplo, como a coordenação articular, a variabilidade comportamental e as adaptações espaciais e temporais ocorrem em virtude da prática e experiência, e, ainda, como tais mudanças acontecem em relação às diferentes populações³³.

Assim, conhecimentos advindos da Aprendizagem Motora são importantes para profissionais de diferentes áreas, como técnicos esportivos, professores de Educação Física, Dança, Artes Cênicas e Música, fonoaudiólogos, terapeutas ocupacionais e fisioterapeutas. Todos estes estão envolvidos de alguma forma com o ensino de habilidades motoras. Faz parte da atuação destes profissionais do movimento planejar, implementar e avaliar o ensino de uma variedade de habilidades motoras. Isso requer tomada de decisão em relação a vários aspectos, como meta a ser estabelecida, estrutura de prática a ser adotada, tipo de instrução e de *feedback* a ser fornecido, ou seja, decisões importantes para favorecer a aprendizagem, seja de alunos, clientes ou pacientes³².

Considerando que, para que haja a aquisição de habilidades motoras faz-se necessário a prática de uma tarefa motora, é importante especificar que existem incontáveis métodos para se organizar esta prática no processo de intervenção^{30,31,41}. As pesquisas sobre prática na Aprendizagem Motora têm focalizado, basicamente, os efeitos de sua organização na aprendizagem de habilidades motoras em

termos da distribuição ou espaçamento entre tentativas ou blocos de tentativas⁴², variabilidade de prática⁴³ e da característica/natureza da tarefa de aprendizagem⁴⁴. Além disso, independentemente da organização da prática, a verificação da ocorrência de aprendizagem também tem sido objeto de investigação nessas pesquisas^{4,33}.

Poucos foram os estudos realizados com a aprendizagem de indivíduos com PC no contexto motor. Duff e Gordon (2003)⁴⁶ analisaram indivíduos com PC para verificar se existe um controle antecipatório da força de extremidades superiores; durante um movimento típico de elevação de diferentes pesos, verificaram que, ao levantar diferentes objetos familiares com pesos e tamanhos diferentes, os indivíduos conseguiram se adaptar à tarefa e antecipar com um programa motor eficaz (executando aumento de força em objetos mais pesados), assim como se verificou que existe uma representação estável de tamanho e peso dos objetos apresentados. Esse mesmo grupo de autores realizou pesquisa com PC utilizando prática em bloco e aleatória durante levantamento de objetos com diferentes pesos, e utilizaram as fases de aquisição e retenção. Um grupo realizou prática em bloco e outro aleatória; nesse caso, o volume do objeto era o mesmo, variando o peso. Verificaram que ambas as práticas proporcionaram benefícios na aquisição e retenção em indivíduos com PC, ao comparar os grupos; na aquisição, a prática bloqueada apresentou melhores valores de diferenciação de peso, no entanto, não se observou diferença entre os grupos em testes de retenção. Os autores enfatizam que esses valores indicam que crianças com PC podem adquirir e reter representações internas de objetos, possibilitando controle antecipatório de movimento, independente do tipo de prática⁴⁶.

Mutsaerts et al. (2006)⁴⁷ avaliaram indivíduos com PC e verificaram déficit no planejamento antecipatório dos participantes da pesquisa, quando comparado com o grupo sem alterações, e

sugerem que este déficit seja devido à dificuldade de identificação de imagens motoras; quando modificaram a tarefa, verificaram que os indivíduos com PC predominantemente são influenciados por informações diretamente disponíveis no contexto das tarefas.

Rieckmann e Bäckman (2009)⁴⁸ e Orban et al.(2010)⁴⁹ optaram em investigar a aprendizagem de indivíduos com PC por meio de mudanças em estruturas neuronais (via exames de neuroimagem) e verificaram a ocorrência da aprendizagem sob o ponto de vista neural, detectando ativação em áreas corticais e correlações entre a *performance* na execução de tarefas motoras e a atividade cerebral em diferentes áreas encefálicas.

Monteiro et al.(2010)⁷ analisaram o processo de aprendizagem motora em crianças com PC por meio de uma tarefa (ou paradigma) de labirinto que foi utilizada pela sua facilidade e adaptabilidade para analisar a aprendizagem de uma habilidade motora; nesse caso, utilizaram o tempo de realização do labirinto como tarefa meta, ou seja, os indivíduos tinham como objetivo cumprir uma tarefa de labirinto o mais rápido possível e também utilizaram as fases de aquisição, retenção e transferência. Os autores verificaram diminuição significativa do tempo de execução da tarefa entre o primeiro e o último bloco da aquisição e manutenção desses valores na transferência; isso significa melhora de desempenho ocorrida em função da prática. Durante o processo, o aprendiz passa de uma fase inicial - caracterizada por elevado número de erros, inconsistência e alta demanda de atenção - para uma fase posterior, que se caracteriza por consistência, poucos erros e demanda reduzida de atenção. Provavelmente em indivíduos com PC, como em outras deficiências, com a prática, ocorrem menos movimentos desnecessários e, conseqüente, otimização de energia e tempo de realização da tarefa, fazendo com que a seqüência de movimentos ganhe progressivamente fluência e harmonia⁷.

Hemayattalab e Rostami (2010)⁵⁰ investigaram o efeito da frequência do conhecimento dos resultados sobre a aprendizagem do lançamento de dardos em indivíduos com PC. Participaram do estudo crianças com idades entre 5 e 17. De acordo com os resultados deste estudo, indivíduos com PC têm a capacidade de aquisição e manutenção de uma nova habilidade motora sob a condição de fornecimento de *feedback*. Curiosamente, verificou-se que muito *feedback* interfere com aprendizagem de tarefas em indivíduos com PC, como ocorre com a média da população. Esta constatação mostra que regras sobre *feedback* também se aplicam a pessoas com PC.

Trabalho importante com a utilização de tecnologia assistiva e aprendizagem motora foi realizado por Marchal-Crespo et al. (2010)⁵¹. Os autores investigaram possibilidade de propiciar treinamento de controle da cadeira de rodas por meio de *Joystick*. Em realidade, desenvolveram um sistema de controle de cadeira de rodas com o objetivo de propiciar benefícios na mobilidade de indivíduos com PC, com certeza a mobilidade independente é fundamental para o desenvolvimento cognitivo, emocional e psicossocial da criança. Fornecer para uma criança com PC a possibilidade de auto-controlar sua mobilidade potencializando sua motivação para participar de atividades sociais é bastante importante para o deficiente. Apesar do trabalho apresentar resultados referentes a um estudo de caso, verificou-se que o participante com PC conseguiu aprender os movimentos de forma funcional, inclusive se aproximando dos valores do grupo controle formado por crianças sem qualquer alteração da postura e movimento.

Outros trabalhos, como o de Reid, (2002)⁵² e Chen et al. (2007)⁵³, também verificaram que indivíduos com PC aprenderam tarefas de realidade virtual, com melhora da qualidade de movimento. Logo, é possível notar que esses estudos reportados acima apresentam

viés aplicado, ou seja, são orientados a produzir conhecimento para o profissional que atua com o indivíduo com PC.

Acompanhando a linha dos estudos apresentados, o presente trabalho teve como objetivo verificar a aprendizagem motora em indivíduos com PC; no entanto, optou-se por uma tarefa realizada em ambiente virtual por meio de jogo eletrônico (vídeogame Nintendo Wii).

2. MÉTODOS

2.1. CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES.

Para a realização da pesquisa, participaram da intervenção cinco crianças com diagnóstico médico de Paralisia Cerebral, com idades entre oito e doze anos, sendo dois do sexo feminino e três masculinos. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa e os representantes legais dos participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, concordando com a participação dos indivíduos na pesquisa.

Os critérios de inclusão para a participação do estudo foram: aceite de participação no trabalho por meio da assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido realizado por um dos responsáveis pela criança, diagnóstico médico de PC e alterações motoras que caracterizam indivíduos com diparesia espástica (alterações motoras mais evidentes em membros inferiores). Somente participaram desta pesquisa indivíduos com nível II e III, segundo o Gross Motor Function Classification System (GMFCS). Para a caracterização dos indivíduos e viabilização de um grupo homogêneo utilizou-se, também, a Classificação Internacional de Funcionalidade Incapacidade e Saúde⁵⁴.

Os critérios de exclusão foram: presença de deformidades ósteo-articulares estruturadas e realização de cirurgia ou bloqueio

químico neuromuscular há menos de 6 (seis) meses em membros superiores; outras doenças associadas e indivíduos com alterações nas funções cognitivas que impedissem a colaboração e compreensão de ordens simples nas atividades propostas.

2.2. INSTRUMENTOS PARA CLASSIFICAÇÃO DOS INDIVÍDUOS

2.2.1. GMFCS

O GMFCS (Gross Motor Function Classification System) foi desenvolvido por Palisano et al. (1997)⁵⁵, traduzido e adaptado para o português por Hiratuka et al. (2010)⁵⁶ e utilizado em diferentes trabalhos com Paralisia Cerebral^{24,57,58,59}, o qual tem como objetivo classificar crianças com PC em cinco níveis, de acordo com a função motora.

O GMFCS baseia-se no movimento iniciado voluntariamente, enfatizando particularmente o sentar (controle de tronco) e o andar. As distinções entre os níveis de função motora são baseadas nas limitações funcionais, na necessidade de tecnologia assistiva, e, em menor grau, na qualidade de movimento. Enfatiza-se o desempenho habitual da criança em casa, na escola e nos espaços comunitários. Deve-se lembrar que o objetivo é classificar a função motora grossa atual da criança, e não julgar a qualidade do movimento ou o potencial de melhora, a classificação da função motora depende da idade, especialmente durante a fase do bebê e a primeira infância. Para cada nível, portanto, são fornecidas descrições separadas para crianças em diferentes faixas etárias, com características funcionais específicas, conforme descrito abaixo:

Nível I: as crianças andam, sobem escadas correm e saltam sem dificuldades. Equilíbrio e coordenação reduzidos.

Nível II: andam e sobem escadas, segurando-se no corrimão, apresentam dificuldades para andar em superfícies irregulares e inclinadas. Dificuldades para correr e saltar.

Nível III: andam com aparelhos auxiliares de locomoção, independentemente do tipo de superfície. Sobem escadas segurando-se no corrimão e podem conseguir manejar uma cadeira de rodas. Para distâncias maiores ou terrenos mais acidentados, podem também ser carregadas.

Nível IV: as crianças podem manter os níveis funcionais alcançados antes dos seis anos de idade ou depender de cadeira de rodas em casa, na escola e na comunidade. As crianças podem alcançar autolocomoção usando cadeira de rodas motorizada.

Nível V: as deficiências físicas restringem o controle voluntário de movimento e a capacidade para manter posturas antigravitacionais de cabeça e tronco. Funções motoras todas limitadas. O uso de tecnologia assistiva ainda não consegue compensar as limitações para o sentar e ficar de pé; nesse nível estão os indivíduos mais graves que não demonstram sinais de locomoção independente e são transportados – somente algumas crianças alcançam a auto locomoção usando cadeira de rodas motorizada com extensas adaptações.

2.2.2. CIF

A Classificação Internacional de Funcionalidade Incapacidade e Saúde (CIF, 2003)⁵⁴ é utilizada para a caracterização dos indivíduos e viabilização de um grupo homogêneo. Gunnar e Stucki (2007)⁶⁰ afirmam que a CIF é um instrumento que pode ser utilizado para caracterização de grupos em pesquisas científicas. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), trata-se de um sistema de classificação útil para a organização de grupos homogêneos em pesquisas científicas, servindo como uma linguagem para a classificação da funcionalidade e capacidade.

Diante disso, os indivíduos selecionados para este trabalho apresentavam a mesma característica funcional no domínio

de “funções do corpo” (funções neuromusculo-esqueléticas, relacionadas ao movimento e funções mentais) e no domínio de “atividades e participação” (mobilidade, realização de tarefas, comunicação, habilidades básicas, concentração e atenção). Dessa forma, considerando-se as funções do corpo, os indivíduos avaliados apresentavam funções músculo-esqueléticas relacionadas ao tônus muscular e ao controle dos movimentos voluntários com deficiência leve e moderada (respectivamente, b735.1 e b760.2) e funções mentais de orientação, intelectuais e de atenção com deficiência leve (respectivamente, b114.1, b117.1 e b140.1).

Considerando-se atividade e participação, quanto à mobilidade, os indivíduos conseguem manter-se sentados sem dificuldades (d4153.0) e apresentam dificuldade leve para pegar e manipular objetos (respectivamente, d4400.1 e d4402.1). Quanto à tarefa e demanda, têm dificuldade leve para realizar uma tarefa complexa (d2101.1). No que diz respeito à comunicação, não apresentam dificuldades na recepção, produção e conversação (respectivamente, d310.0, d330.0 e d350.0). Quanto à aprendizagem e aplicação de conhecimentos, não apresentam dificuldades em habilidades básicas (d1550.0) e apresentam dificuldade leve em concentração/atenção e habilidades complexas (respectivamente: d160.1 e d1551.1).

Após a apresentação dos sistemas de classificação utilizados, a tabela 1 apresenta a caracterização do grupo avaliado informando idade, classificação funcional pelo GMFCS e CIF.

Tabela 1- Apresentação das características dos indivíduos que participaram da pesquisa.

Participante	Gênero	Idade	GMFCS*	CIF**
1	Feminino	10	II	d4153.0, d310.0, d330.0, d350.0,
2	Masculino	8	III	d1550.0, b735.1, b114.1, b117.1, b140.1,
3	Masculino	11	II	d4400.1, d4402.1
4	Feminino	12	II	d2101.1,d160.1 e d1551.1
5	Masculino	10	II	e b760.2

* GMFCS (Gross Motor Function Classification System)

**CIF (Classificação Internacional de funcionalidade, incapacidade e saúde)

xxx.0 NENHUMA deficiência (nenhuma, ausente, escassa,...) 0-4 %

xxx.1 Deficiência LIGEIRA (leve, pequena,...) 5-24 %

xxx.2 Deficiência MODERADA (média,...) 25-49 %

xxx.3 Deficiência GRAVE (grande, extrema,...) 50-95 %

xxx.4 Deficiência COMPLETA (total,...) 96-100 %

xxx.8 não especificada

xxx.9 não aplicável

2.3. TAREFA, DESIGN EXPERIMENTAL E PROCEDIMENTOS DE COLETA

Os instrumentos utilizados para a intervenção foram o jogo eletrônico (vídeogame) Nintendo Wii e uma televisão de LCD de 52 polegadas. A tarefa foi o arremesso do boliche, habilidade motora fechada em que o ambiente é estável³⁰, pois o executante não é perturbado por nenhuma influência ambiental externa. Além disso, a tarefa é de simples realização (poucos componentes) e de fácil entendimento.

A tarefa foi executada em uma sala ampla, bem iluminada e livre de obstáculos. O *design* foi desenvolvido ao longo de quatro etapas: Aquisição 1, Aquisição 2, Retenção, Transferência Imediata. Os dois blocos de aquisição foram realizados em sequência (cada bloco composto por dez jogadas, com duas tentativas cada jogada). Após trinta minutos, realizou-se o bloco de retenção; cinco minutos depois disso, realizou-se o bloco de transferência imediata (ambos com cinco jogadas, com duas tentativas cada jogada).

Houve demonstração e explicação prévia da tarefa, além de uma familiarização com o jogo, através de cinco tentativas antes do iniciar-se a contagem dos escores, que foram utilizados como parâmetros na verificação da aprendizagem da habilidade. Nos blocos de aquisição e retenção, a TV foi posicionada a dois metros do participante, e no bloco de transferência a três metros de distância.

3. RESULTADOS

A organização dos dados foi realizada por meio do somatório dos escores atingidos em cada fase (aquisição 1, aquisição 2, retenção e transferência imediata); assim sendo, foi realizada a soma da quantidade de pinos derrubados a cada duas tentativas, dessa forma o valor máximo possível foi de 10 pinos a cada duas tentativas. Para análise da tarefa, foram contabilizados os escores do jogo nos blocos de aquisição, retenção e transferência imediata.

A análise estatística será apresentada de forma descritiva, primeiramente analisando o grupo e posteriormente analisando o desempenho de cada indivíduo. Os resultados serão apresentados por meio de gráfico e tabelas.

3.1. RESULTADOS ORGANIZADOS POR GRUPO

A análise estatística foi realizada de forma descritiva, optou-se por utilizar a média como medida de tendência central por esta

fornecer a indicação de um escore típico da amostra. Por meio dos valores de média e desvio padrão em destaque no QUADRO 1, é possível observar que houve um aumento no número de pinos derrubados quando se compara a fase de aquisição 2 em relação à aquisição 1. Essa informação também fica nítida no GRÁFICO 1, o qual propõe a ocorrência de uma curva típica de aprendizagem. Outro dado importante é a verificação do teste de retenção. Os dados do gráfico 1 mostram que não ocorreu retenção da aprendizagem da tarefa nos indivíduos observados, pois os valores se mostraram inferiores aos obtidos no final da fase de aquisição. Neste estudo também foi aplicado o teste de transferência, no qual foi possível observar uma melhora de desempenho dos participantes (QUADRO 1, GRÁFICO 1).

Aquisição 1	Média	3,2	2,9	2,7	1,6	2,5	2,8	3,3	3	2,6	3,8
	DP	2,9	2,5	2,4	1,4	2,2	2,5	2,5	2,8	2,4	3,3
Aquisição 2	Média	5,8	5,3	5	5,5	6,7	3,6	6,4	5,8	4,4	5,3
	DP	3,9	1,8	1,5		4,7	3,5	3,7	2,3	0,9	2,2
Retenção	Média	5,2	3,5	4	5	4,2					
	DP	2,5	3,3	3,2	2,3	2,4					
Transferência	Média	6,9	4,1	3,8	5,4	4,2					
	DP	3,3	3,3	3	3,5	3,4					

QUADRO 1: Média e desvio padrão em cada fase.

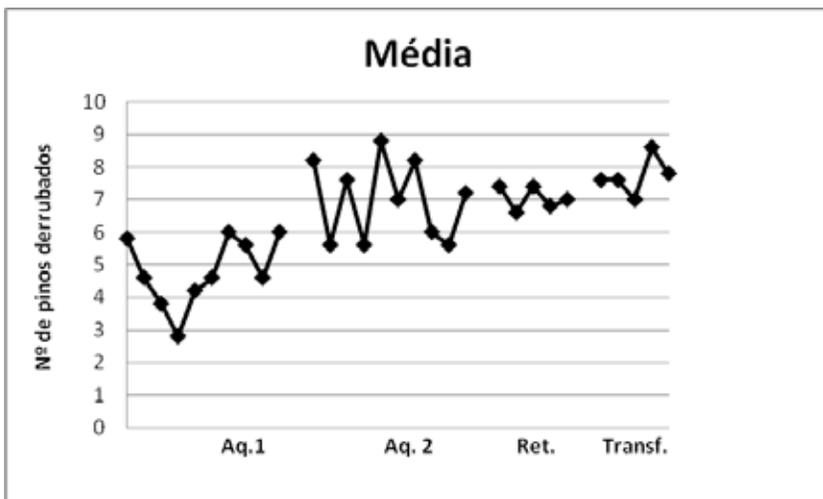
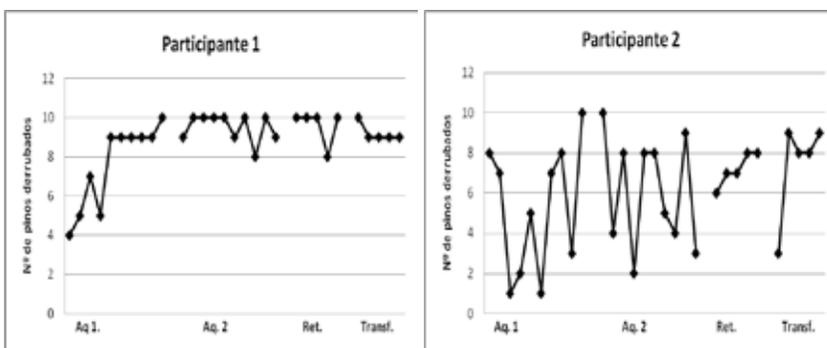


GRÁFICO 1: Valores das média em cada fase.

3.2. RESULTADOS INDIVIDUAIS

Quando observados os desempenhos individualmente, é notória a melhora de desempenho no teste de transferência imediata dos participantes 2, 3 e 5 (Gráfico 2) quando comparado com o último teste da fase de aquisição 2. Isso mostra que na maioria ocorreu aprendizagem. A seguir, serão apresentados os resultados individuais nas fases: aquisição 1, aquisição 2, retenção e transferência imediata.



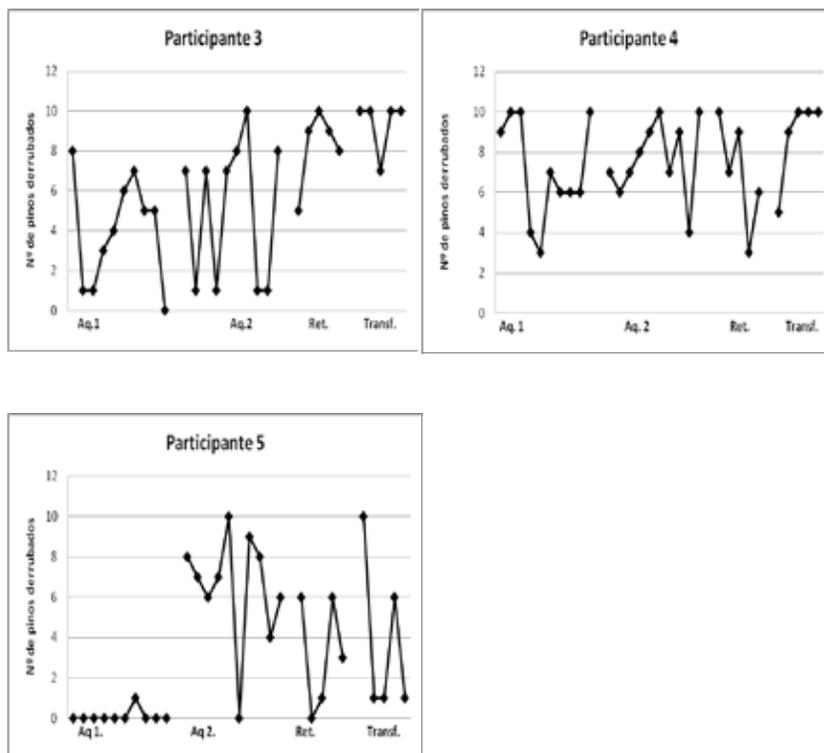


GRÁFICO 2: Gráfico de desempenho de cada participante

4. DISCUSSÃO

Antes de iniciar uma discussão com relação aos achados obtidos, é interessante informar que, ao analisar a evolução das pesquisas na área de Aprendizagem Motora, identifica-se duas fases históricas bastante características: a primeira é aquela que se inicia no final do século 19 e se estende até os anos 1970, caracterizada por uma abordagem orientada à tarefa ou ao produto. Tal abordagem procurava investigar os efeitos de diferentes variáveis, como quantidade de prática, prática massificada ou distribuída, fadiga, motivação, conhecimento de resultados, entre outras, sobre a “performance” de certas tarefas motoras. Nessa abordagem,

os pesquisadores não estavam preocupados com os processos ou mecanismos subjacentes à produção do movimento ou com a investigação da forma através da qual uma habilidade motora era adquirida^{34,61,62}. Por volta de 1970, houve uma importante transformação ou mudança de paradigma que foi a troca da abordagem com orientação à tarefa para uma abordagem orientada ao processo, como resultado da aplicação da teoria de processamento de informações ao estudo do comportamento motor⁶³. Essa nova abordagem, que continua até o presente momento, procura dar ênfase às operações mentais que acontecem entre o estímulo e a resposta, ou seja, as atividades cognitivas que precedem a ação motora propriamente dita⁶⁴. Seguindo esta última tendência, é interessante avaliar o processo de aprendizagem motora no indivíduo com PC, considerando o desempenho em tarefas funcionais, principalmente verificando capacidades e identificando dificuldades motoras.

Mackenzie et al. (2009)⁶⁵ relatam que não está claro o motivo da incapacidade de indivíduos com PC em completar uma tarefa motora, podendo ser resultado de problemas na função motora, dificuldade na compreensão da tarefa, déficits visuais, ou outra dificuldade não motora que influencia na função do indivíduo. Ao analisarmos a aprendizagem motora de pessoas com deficiência, não podemos desconsiderar a atuação de suas habilidades cognitivas (atenção, memória, resolução de problemas, generalização da aprendizagem) durante todo o processo. As dificuldades para a aprendizagem de um determinado movimento ou tarefa dependem da deficiência e nível de comprometimento que o indivíduo apresenta, estando diretamente relacionadas com alguma das fases do ciclo perceptivo-motor (*input*, decisório, *output* e *feedback*) dentro do processo de aprendizagem motora⁶⁵.

Como surgimento da abordagem orientada ao processo, o organismo humano é considerado um sistema autorregulatório capaz

de receber, processar, armazenar, transmitir e utilizar informações, tornou-se possível aos pesquisadores investigarem os processos ou mecanismos subjacentes que contribuem para a “performance” motora, como seleção da resposta, programação de movimentos, armazenamento de informações, detecção e correção de erros, entre outros, e não apenas os efeitos de variáveis sobre a “performance”³⁷. Nesse contexto, o fenômeno aprendizagem motora é visto como um conjunto de processos, relacionados com a prática ou experiência, que leva às mudanças relativamente permanentes na capacidade para responder⁶⁶. Tal mudança na capacidade para responder ou para executar habilidades motoras é considerada uma decorrência de melhora nos processos ou mecanismos internos subjacentes. Todo o comportamento envolve processos neurais específicos, os quais ocorrem desde a percepção do estímulo até a efetivação da resposta selecionada. Esses processos neurais possibilitam o comportamento e o aprendizado, que acontecem de maneiras diferentes no cérebro.

Uma grande dúvida é se indivíduos com PC conseguem participar de forma efetiva em atividades do dia a dia, entre elas realizar tarefas em jogos eletrônicos que se tornam cada vez mais presentes na casa de várias famílias e com tendência a um grande crescimento na sociedade. Ou seja, indivíduos com PC - que possuem alterações na postura e na capacidade de movimentação - conseguem aprender uma tarefa motora, realizando-a de forma funcional e ajustando-se às novas demandas ambientais. O objetivo precípua da prática não é facilitar o desempenho de efeitos temporários durante a aquisição, mas, sim, possibilitar melhor desempenho duradouro (atribuído à aprendizagem) nos testes de retenção e transferência^{30,35,67,68}.

A tarefa escolhida foi o arremesso de boliche do Nintendo Wii, que implica em movimentação de segmentos corporais para alcançar a meta. Deve-se enfatizar que as características motoras dos indivíduos avaliados são de nível II e III do GMFCS, portanto,

crianças que não possuem total autonomia para realizar as atividades da vida diária. Essas limitações não as impediram de realizar a tarefa, ainda que precisassem de algum apoio durante a execução da mesma.

Ao analisar os resultados, em relação ao desempenho na fase de aquisição, pode-se deduzir a ocorrência de aprendizagem, pois os participantes obtiveram melhora de desempenho na direção de um ponto inicial a um ponto posterior no tempo (aquisição 1 em relação à aquisição 2). Além disso, as curvas de desempenho apresentaram padrão exponencial negativamente acelerado, sendo possível identificar claramente, com o transcorrer do tempo, um platô de desempenho. Esse padrão reflete melhora substancial no início da prática e melhora tênue com o avanço das tentativas³⁰.

O teste de retenção foi realizado para inferir a ocorrência de aprendizagem. Por meio deste teste é possível observar se ocorreram mudanças observáveis no desempenho, o que implica em mudanças relativamente permanentes. Para que seja detectada a ocorrência de aprendizagem, o desempenho no teste de retenção necessita ser igual ou superior ao desempenho nas últimas tentativas da fase de aquisição, o que não ocorreu neste estudo (GRÁFICO 1). No entanto, o teste de retenção se mostra limitado para explicar a produção de movimentos novos (problema da novidade) e, a partir do armazenamento de uma estrutura para cada ação, pode ocorrer um problema de provável superlotação da memória³⁷.

Neste estudo também foi aplicado o teste de transferência, o qual permite observar a aprendizagem como um processo que viabiliza a capacidade de transferir a habilidade adquirida, mesmo após modificações impostas na tarefa, desde que os movimentos a serem executados pertençam a uma mesma classe⁶⁶. Na presente pesquisa a modificação utilizada foi a distância entre o participante e a televisão, aumentada em um metro (50%), sendo de dois metros nas três primeiras fases e três metros na última. Foi possível observar

uma melhora no desempenho dos participantes, principalmente, na quarta tentativa do teste de transferência imediata em que os sujeitos pontuaram com média em aproximadamente 9 acertos (quase dois pontos acima da pontuação da última tentativa da fase de aquisição). Quando observados os desempenhos individuais, é notória a melhora de desempenho no teste de transferência imediata dos participantes 2, 3 e 5 (GRÁFICO 2), quando comparado com o último teste da fase de aquisição 2. Isso mostra que, na maioria, ocorreu aprendizagem, mas é prudente afirmar que é necessária a realização de um pesquisa mais abrangente do ponto de vista amostral para os achados serem mais generalizáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Stokes M. Neurologia para fisioterapeutas. São Paulo: Premier; 2000.
2. Gorter JW. Rehabilitative therapies for the child with cerebral palsy: focus on family, function & fitness. *Minerva Pediatrica*. Aug 2009; (4):425-440.
3. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M. The definition and classification of cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 2007; 49 :8-14.
4. Papavasiliou AS. Management of motor problems in cerebral palsy: a critical update for the clinician. *Eur J Paediatr Neurol*. 2009; 13(5):387-396.
5. Bent N, Tennant A, Swift T, Posnett J, Scuffham P, Chamberlain MA. Team approach versus ad hoc health services for young people with physical disabilities: a retrospective cohort study. *Lancet*. 2002; 360:1280-1286.
6. Grimby G. Focused multidisciplinary services for young people with disabilities. *Lancet*. 2002; 360:1264-1265.
7. Monteiro CBM, Jakabi CM, Palma GCS, Torriani-Passin C,

- Meira CM Jr. Aprendizagem motora em crianças com paralisia cerebral. *Rev Bras Crescimento Desenvolvimento Hum.* 2010; 20(3):11-23.
8. Brasileiro IC, Moreira TMM, Jorge MSB. Interveniência dos fatores ambientais na vida de crianças com paralisia cerebral. *Acta Fisiatr.* 2009; 16(3):132-137.
 9. O'shea TM. Diagnosis, treatment, and prevention of cerebral palsy. *Clinical Obstetrics and gynecology.* 2008; 51(4):816-828.
 10. Hari M, Akos K. *Conductive education.* London: Tavistock/Routledge; 1988.
 11. Botath B, Bobath K. *Desenvolvimento motor nos diferentes tipos de paralisia cerebral.* São Paulo: Manole; 1989.
 12. Minor, MAD. Proprioceptive neuromuscular facilitation and the approach of Rood. In: *Contemporary management of motor control problems. II STEP Conference;* 1991.
 13. Scheilchkorn J. *The Bobaths: a biography of Berta e Karel Bobath.* Arizona: Skill Builders; 1992.
 14. Maytson JM. *The Bobath concept: evolution and application.* *Med Sport Sci.* Basel. 1992; 36:1-6.
 15. Levitt S. *Treatment of cerebral palsy and motor delay.* 2ª ed. Oxford: Blackwell; 1995.
 16. Vojta V, Peters A. *O princípio Vojta.* 2 ed. São Paulo: Manole; 2000.
 17. Fettes L, Kluzik J. The effects of neurodevelopmental treatment versus practice on the reaching of children with spastic cerebral palsy. *Phys Ther.* 1996; 76:346-358.
 18. Odman PE, Oberg BE. Effectiveness of intensive training for children with cerebral palsy: a comparison between child and youth rehabilitation and conductive education. *J Rehabil Med.* 2005; 37:263-270.
 19. Bar-Haim S, Harries N, Belokopytov M, Frank A, Copeliiovitch L, Kaplanski J, Lahat E. Comparison of efficacy of adeli suit and neurodevelopmental treatments in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2006; 48:325-330.

20. Weisleder P. Unethical prescriptions: alternative therapies for children with cerebral palsy. *Clinical Pediatrics*. 2010; 49(1):7-11.
21. Carr JH, Shepherd RB. The changing face of neurological rehabilitation. *Rev. bras. fisioter.* 2006; 10(2):147-156.
22. Anttila H, Autti-Ramo I, Suoranta J, Makela M, Malmivaara A. Effectiveness of physical therapy interventions for children with cerebral palsy: a systematic review. *BMC Pediatr.* 2008;8(14), 1-10.
23. Damiano DL. Activity, activity, activity: rethinking our physical therapy approach to cerebral palsy. *Phys Ther.* 2006; 86:1534-1540.
24. Hurkmans HL, van den Berg-Emons RJ, Stam HJ. Energy expenditure in adults with cerebral palsy playing Wii Sports. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010 Oct; 91(10):1577-1581.
25. Shih CH, Chang ML, Shih CT. A new limb movement detector enabling people with multiple disabilities to control environmental stimulation through limb swing with a gyration air mouse. *Res Dev Disabil.* 2010; 31:875-880.
26. Vissers M, Berg-Emons R, Sluis T, Bergen M, Stam H, Bussmann H. Barriers to and facilitators of everyday physical activity in persons with a spinal cord injury after discharge from the rehabilitation centre. *J Rehabil Med.* 2008; 40:461-467.
27. Betker AL, Desai A, Nett C, Kapadia N, Szturm T. Game-based exercises for dynamic short sitting balance rehabilitation of people with chronic spinal cord and traumatic brain injuries. *Phys Ther.* 2007; 87:1389-1398.
28. Schmidt RA, Lee TD. *Motor control and learning: a behavioral emphasis*. Champaign, IL: Human Kinetics; 1999.
29. Ugrinowitsch H, Corrêa UC, Tani G. Perturbação perceptiva e processo adaptativo na aprendizagem de uma tarefa de “timing” coincidente. *Rev bras Educ Fís Esp.* 2005;19(4):277-284.
30. Magill RA. *Aprendizagem motora: conceitos e aplicações*. 5th ed. São Paulo: Edgard Blücher; 2000.
31. Schmidt R, Wrisberg C. *Aprendizagem e performance motora: uma abordagem da aprendizagem baseada no problema*. 3rd ed. Porto Alegre: Artmed; 2001.

32. Tani G, Freudenheim AM, Meira CM Jr, Corrêa UC. Aprendizagem motora: tendências, perspectivas e aplicações. *Revista Paulista de Educação Física*. 2004; 18: 55-72.
33. Tani G, Meira CM Jr, Ugrinowitsch H, Benda RN, Chiacowaky S, Corrêa UC. Pesquisa na área de comportamento motor: modelos teóricos, métodos de investigação, instrumentos de análise, desafios, tendências e perspectivas. *Revista da Educação Física/UEM*. 2010; 21(3): 329-80.
34. Manoel E. A dinâmica do estudo do comportamento motor. *Revista Paulista de Educação Física*. 1999; 13:52-61.
35. Tani G. Aprendizagem motora: tendências, perspectivas e problemas de investigação. In: Tani G. *Comportamento motor: aprendizagem e desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2005.
36. Lent R. Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência. São Paulo: Atheneu; 2001. p. 587-617
37. Adams JA. A closed-loop theory of motor learning. *Journal of Motor Behavior*. 1971; 3:111-50.
38. Teixeira LA. Aprendizagem de habilidades motoras na ginástica artística. In: Nunomura M, Nista-Piccolo VL. *Compreendendo a ginástica artística*. São Paulo: Phorte; 2004.
39. Mulder TA. A process-oriented model of human motor behavior: toward a theory-based rehabilitation approach. *Physical Therapy*. 1991; 71:157-64.
40. Emanuel M, Jarus T, Bart O. Effects of focus of attention and age on motor acquisition, retention, and transfer: a randomized trial. *Physical Therapy*. 2008; 88(2):251-260
41. Wrisberg C. *Sports skill instruction for coaches*; Champaign, Illinois: Human Kinetics, 2007.
42. Lee TD, Wishart LR. Motor learning conundrums (and possible solutions). *National Association for Kinesiology and Physical Education in Higher Education*. 2005; 57:67-78.
43. Corrêa UC, Gonçalves LA, Barros JAC, Massigli M. Prática constante-aleatória e aprendizagem motora: efeitos da quantidade de prática constante e da manipulação de exigências motoras da

- arefa. *Brazilian Journal of motor behavior*. 2006; 1:41-52.
44. Corrêa UC, Tani Go, Ugrinowitsch H, Benda RN. Stabilization of performance and disturbance in adaptive process in motor learning. *Journal of Sport & Exercise Psychology*. 2004; 26:S191-S191.
 45. Benda RN. Sobre a natureza da aprendizagem motora: mudança, estabilidade... e mudança. *Rev. bras. Educ. Fís. Esp.* 2006; 20:43-45.
 46. Duff SV, Gordon AM. Learning of grasp control in children with hemiplegic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2003; 45(11):746-757.
 47. Mutsaerts M, Steenbergen B, Bekkering H. Anticipatory planning deficits and task context effects in hemiparetic cerebral palsy. *Exp Brain Res*. 2006; 172(2):151-62.
 48. Rieckmann A, Bäckman L. Implicit learning in aging: extant patterns and new directions. *Neuropsychol Rev*. 2009; 19:490-503.
 49. Orban P, Peigneux P, Lungu O, Albouy G, Breton E, Laberenne F et al. The multifaceted nature of the relationship between performance and brain activity in motor sequence learning. *NeuroImage*. 2010; 49: 694-702.
 50. Hemayattalab R, Rostami LR. Effects of frequency of feedback on the learning of motor skill in individuals with cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*. 2010; 31:212-217.
 51. Marchal-Crespo L, Furumasu J, Reinkensmeyer DJ. A robotic wheelchair trainer: design overview and a feasibility study. *J Neuroeng Rehabil*. 2010; 13(7):40.
 52. Reid D. The use of virtual reality to improve upper-extremity efficiency skills in children with cerebral palsy: a pilot study. *Tech Disabil*. 2002; 14:53-61.
 53. Chen YP, Kang LJ, Chuang TY, Doong JL, Lee SJ, Tsai MW et al. Use of virtual reality to improve upper-extremity control in children with cerebral palsy: a single-subject design. *Physical Therapy*. 2007; 87(11):1441-57.
 54. CIF – Classificação Internacional de funcionalidade, Incapacidade e Saúde. São Paulo: Editora da Universidade;

2003. Centro Colaborador da Organização Mundial da Saúde para Família de Classificações Internacionais, organização e coordenação da tradução Cássia Maria Buchalla.
55. Palisiano R, Rosenbaun P, Walter S, Russel D, Wood E, Galuppi B. Sistema de Classificação da Função Motora Grossa para Paralisia Cerebral (GMFCS). *Dev Med Child Neurol.* 1997; 39:214-223.
 56. Hiratuka E, Matsukura TS, Pfeifer LI. Cross-cultural adaptation of the Gross Motor Function Classification System into Brazilian-Portuguese (GMFCS). *Rev Bras Fisioter.* 2010; 14(6):537-544.
 57. Souza KES, SankakoAN, Carvalho SMR, Bracciali LMP. Classificação do grau de comprometimento motor e do índice de massa corpórea em crianças com paralisia cerebral. *Rev Bras Cres Desenv Hum.* 2011; 21(1):11-20.
 58. Gagliardi C, Tavano A, Turconi AC, Pozzoli U, Borgatti R. Sequence learning in cerebral paralysis. *Pediatr Neurol.* 2011; 44(3):207-213.
 59. Murphy N, Caplin DA, Christian BJ, Luther BL, Holobkov R, Young PC. The function of parents and their children with cerebral palsy. *PM&R.* 2011; 3(2):98-104.
 60. Gunnar G, Stucki G. Organizing human functioning and rehabilitation research into distinct scientific fields Part II: conceptual descriptions and domains for research. *Journal of Rehabilitation Medicine.* 2007; 39(4):293-8.
 61. Tani G, Chiviacowsk S. Efeitos da frequência de conhecimento de resultados na aprendizagem de diferentes programas motores generalizados. *Rev Paulista de Educação Física.* 1997; 11(1):15-26.
 62. Davis WE, Kelso JA. Analysis of invariant characteristics in the motor control of Downs Syndrome and normal subjects. *Journal of Motor Behavior.* 1982; 14(3):194-212.
 63. Pew RW. Toward a process-oriented theory of human skilled performance. *Journal of Motor Behavior.* 1970; 2:8-24.
 64. Stelmach GE, editor. *Motor control: issues and trends.* New York: Academic Press; 1976.
 65. Mackenzie SJ, Getchell N, Modlesky CM, Miller F, Jaric S. Using

- rasping tasks to evaluate hand force coordination in children with hemiplegic cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009; 90:1439-1442.
66. Schmidt RA. *Motor control and learning: a behavioral emphasis.* Champaign: Human Kinetics Publisher; 1982.
67. Karni A, Meyer G, Rey-Hipolito C, Jezzard P, Adams MM, Turner R et al. The acquisition of skilled motor performance: fast and slow experience-driven changes in primary motor cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences.* 1998; 95:861-68.
68. Wulf G, Shea G, Lewthwaite R. Motor skill learning and performance: a review of influential factors. *Med Educ.* 2010; 44:75-84.

CAPÍTULO 6

APRENDIZAGEM MOTORA EM CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL: tarefa de labirinto no computador.

Carlos Bandeira de Mello Monteiro

Cristiane Matsumoto Jakab

Gisele Carla dos Santos Palma

Camila Torriani-Pasin

Cassio de Miranda Meira Junior

APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

Uma proposta diferenciada, por meio da utilização dos conhecimentos de aprendizagem motora em uma tarefa de labirinto executada na tela do computador foi realizada por MONTEIRO et al., (2010)* e publicada na Revista Brasileira de Crescimento e Desenvolvimento Humano, devido a sua relevância para o tema do livro este artigo será apresentado a seguir.

*Monteiro CBM, Jakabi, CM, Palma, GCS, Torriani C, Meira Junior CM . Aprendizagem motora em crianças com Paralisia Cerebral. Revista Brasileira de Crescimento e Desenvolvimento Humano, v. 20, p. 250-262, 2010.

RESUMO

INTRODUÇÃO: a Paralisia Cerebral (PC) tem como característica causar alterações na postura e movimento que dificultam a realização de atividades funcionais. Diante das dificuldades motoras, a reabilitação torna-se essencial e tem como uma opção basear-se na aprendizagem motora. Porém, é importante a investigação do processo de aprendizagem motora em indivíduos com PC para viabilizar a organização de programas de tratamento mais efetivos.

OBJETIVO: analisar o processo de aprendizagem motora em crianças com PC.

MÉTODO: Para a realização deste trabalho utilizou-se um grupo experimental (GE) e um grupo controle (GC) ambos formados por 4 crianças pareadas em relação ao gênero (um do gênero feminino e três do gênero masculino) e idade (entre sete e doze anos). A tarefa consistia em realizar um caminho em um labirinto, no menor tempo possível. O trabalho consistiu de duas fases, sendo inicialmente a fase de aquisição (AQ) e depois as transferências (Imediata-TI; Curto Prazo-TC e Longo Prazo-TL). **RESULTADO-** Verificou-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre a AQ e as transferências avaliadas com os valores a seguir: TI ($z = -1,83$ e $p = 0,07$), TC ($z = -1,83$ e $p = 0,07$) e a TL [GE ($z = -1,83$ e $p = 0,07$) e GC ($z = -1,46$ e $p = 0,14$)]. **CONCLUSÃO:** No processo de aprendizagem da tarefa de labirinto, analisando-se os resultados entre as fases de AQ e Transferência não se observou diferença, ou seja, os indivíduos com PC mostraram capacidade de aprendizagem preservada por meio da adaptação da tarefa, fato este que ocorreu de forma equivalente aos indivíduos sem PC.

Palavras-chave: Paralisia Cerebral, Aprendizagem em Labirinto, Fisioterapia.

1. INTRODUÇÃO

A Paralisia Cerebral (PC) pode ser definida como uma desordem da postura e do movimento, persistente, porém não imutável causada por lesão no Sistema Nervoso Central (SNC) em desenvolvimento, antes, durante o nascimento ou nos primeiros meses da infância^{1,2}. Stokes² cita que os distúrbios de postura e movimento podem ser definidos como a falta de capacidade do corpo em enfrentar com eficiência os efeitos da gravidade e de relacionar-se com a superfície da terra por meio da base de apoio. Desta forma, a PC causa dificuldades variáveis na coordenação da ação muscular, com resultante incapacidade da criança em manter posturas e realizar movimentos normais^{1,3-7}. Neste sentido, os indivíduos apresentam alterações motoras complexas sendo que os déficits primários descritos por Papavasiliou⁸ são: tônus muscular anormal influenciando a postura e movimento; alteração do balance e coordenação; diminuição de força; perda do controle motor seletivo com problemas secundários de contraturas e deformidades ósseas.

Considerando-se as alterações apresentadas e a dificuldade em realizar alinhamento e retificação de posturas que permitam vivenciar suas atividades diárias, é fundamental para o indivíduo com PC a inclusão em programas de habilitação e reabilitação contínuos, os quais podem interferir de forma significativa na interação da criança em contextos relevantes. Deste modo, é possível influenciar no desempenho não só de marcos motores básicos (rolar, sentar, engatinhar e andar), mas também de atividades da rotina diária, como tomar banho, alimentar-se, vestir-se, locomover-se em ambientes variados, entre outras. Devido à insuficiência de respostas sobre benefícios de programa de reabilitação na melhora do indivíduo com PC⁸ e ao aumento de interesse pela função motora^{9,10}, o fisioterapeuta e outros profissionais da saúde que trabalham com PC podem aplicar os conhecimentos advindos da aprendizagem motora

para organizar um programa de tratamento baseado em evidências científicas provenientes desta área básica de conhecimento⁸.

Como fenômeno, a aprendizagem motora pode ser definida como a capacidade do indivíduo em desempenhar uma habilidade motora induzindo uma melhora relativamente permanente no desempenho, devido à prática ou à experiência^{11,12}. Em outras palavras, é o processo ao longo do qual as habilidades tornam-se facilmente desempenhadas com auxílio de prática e de informação¹³⁻¹⁵. Durante a prática de aquisição da habilidade, o aprendiz necessita executar tentativas para alcançar um desempenho crítico ou estabilizar um comportamento^{11,13}.

Ao longo desse processo, ocorre a seleção entre os sistemas de memória que permitem a aquisição de alguns aspectos mais relevantes para a cognição, emoção e atenção¹⁶, bem como a aquisição de estruturas cognitivas, tais como programas ou planos de ação¹¹, esquemas¹⁷ ou traços¹⁸, ou a formação de sinergias neuromusculares complexas¹⁹, dependendo de qual arcabouço teórico é escolhido para dar suporte aos conhecimentos relativos à aprendizagem.

Retenção e transferência são outros dois conceitos cruciais no processo de aprendizagem motora^{13,17,20}. São formas de observação e testagem da aprendizagem (vista como fenômeno) que medem, respectivamente: o grau de permanência do que foi adquirido após um período sem prática (retenção) e a capacidade de adequação de um comportamento motor praticado em um contexto diferente, mediante alteração na tarefa motora (transferência).

Assim, para verificar se a aprendizagem ocorreu com solidez, mais do que comparar o desempenho na fase inicial em relação à fase final de aquisição, é necessário recorrer ao desempenho em testes de aprendizagem, isto é, de retenção e/ou de transferência²¹⁻²⁴. Diante do exposto, é fundamental que o profissional que atua com o indivíduo com PC utilize instrumentos de fácil aplicação e que permitam analisar os fatores que interferem nas fases de

aquisição, retenção e transferência de habilidades motoras²⁵. Uma tarefa que permite avaliar diversos aspectos neuropsicológicos de planejamento, execução, organização espacial e memória implícita e que envolve a operacionalização da intenção de movimentar-se para alcançar um objetivo - e o planejamento desta ação - é a tarefa de labirinto. Esta consiste em realizar no computador um caminho, no menor tempo possível, em um labirinto com uma entrada e uma saída e um único caminho a ser percorrido. Sendo assim, a estabilização do desempenho pode indicar a utilização de estratégias cognitivas e formação de um programa de ação, os quais poderão ser testados na transferência²⁵.

Souza et al (2006)²⁵ afirmam que a tarefa do labirinto pode ser aplicada na avaliação diagnóstica de indivíduos com alterações no controle e na aprendizagem motora, a fim de identificar que aspectos estão comprometidos durante a execução de uma tarefa motora: processamento da informação e planejamento estratégico (número de erros), função executiva (tempo de execução da tarefa), aprendizagem (estabilização do desempenho) e memória espacial (manutenção do desempenho após tarefa distratora e intervalo de retenção). Além disso, tarefas de labirintos têm a vantagem de poderem ser adaptadas para um número diverso de sujeitos, na medida em que requerem habilidades motoras básicas, podendo ser aplicadas em crianças, idosos e pessoas acometidas por alterações neurológicas²⁵.

Dessa forma, este trabalho tem por objetivo analisar o processo de aprendizagem motora da tarefa de labirinto de crianças com PC em comparação a crianças sem alterações da postura e movimento, da mesma faixa etária. O conhecimento mais aprofundado acerca do processo de aprendizagem de uma habilidade motora em indivíduos com PC pode contribuir significativamente para a organização adequada e efetiva de programas de tratamento para essa população.

2. MÉTODO

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética para análise de Projetos de Pesquisa da Universidade Cidade de São Paulo sob protocolo CEP número 13364889 e desenvolvido mediante assinatura de um termo de consentimento livre e esclarecido assinado pelo (a) responsável legal dos participantes.

2.1. CASUÍSTICA

O grupo experimental (GE) foi formado por 4 (quatro) indivíduos com PC residentes na região metropolitana de São Paulo e que frequentavam a Clínica de Fisioterapia do Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas (FMU). O grupo controle (GC) foi formado por 4 (quatro) crianças sem alterações da postura e movimento. Os grupos foram pareados em relação a gênero (um do gênero feminino e três do gênero masculino) e idade (entre sete e doze anos).

Os critérios de inclusão para a participação do estudo foram: aceite de participação no trabalho por meio da assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido realizado por um dos responsáveis pelo paciente, diagnóstico médico de PC e alterações motoras que caracterizam indivíduos com diparesia espástica (alterações motoras mais evidentes em membros inferiores). Somente participaram desta pesquisa indivíduos com nível II, segundo o Gross Motor Function Classification System (GMFCS), desenvolvido por Palisano et al. (1997)²⁶. Este sistema classifica crianças com PC em cinco níveis de acordo com a função motora, o que significa que todos os pacientes avaliados tinham condições de andar sem dispositivos auxiliares da mobilidade.

Para a caracterização dos indivíduos e viabilização de um grupo homogêneo utilizou-se, também, a Classificação Internacional de Funcionalidade Incapacidade e Saúde (CIF)²⁷. Gunnar e Stucki

(2007)²⁸ afirmam que a CIF é um instrumento que pode ser utilizado para caracterização de grupos em pesquisas científicas. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), trata-se de um sistema de classificação útil para a organização de grupos homogêneos em pesquisas científicas, servindo como uma linguagem para a classificação da funcionalidade e capacidade. Diante disso, os indivíduos selecionados para este trabalho apresentavam a mesma característica funcional no domínio de “funções do corpo” (funções neuromusculo-esqueléticas, relacionadas ao movimento e funções mentais) e no domínio de “atividades e participação” (mobilidade, realização de tarefas, comunicação, habilidades básicas, concentração e atenção). Dessa forma, considerando-se as funções do corpo, os indivíduos avaliados apresentavam funções músculo-esqueléticas relacionadas ao tônus muscular e ao controle dos movimentos voluntários com deficiência leve (respectivamente b735.1 e b760.1) e funções mentais de orientação, intelectuais e de atenção também com deficiência leve (respectivamente b114.1, b117.1 e b140.1).

Considerando-se atividade e participação, quanto à mobilidade, os indivíduos conseguem manter-se sentado sem dificuldades (d4153.0) e apresentam dificuldade leve para pegar e manipular objetos (respectivamente: d4400.1 e d4402.1). Quanto à tarefa e demanda, não têm dificuldade para realizar uma tarefa complexa (d2101.0). No que diz respeito à comunicação, não apresentam dificuldades na recepção, produção e conversação (respectivamente: d310.0, d330.0 e d350.0). Quanto à aprendizagem e aplicação de conhecimentos, não apresentam dificuldades em habilidades básicas (d1550.0) e apresentam dificuldade leve em concentração/atenção e habilidades complexas (respectivamente: d160.1 e d1551.1).

Os critérios de exclusão foram: presença de deformidades ósteo-articulares estruturadas e realização de cirurgia ou bloqueio

químico neuromuscular há menos de 6 (seis) meses em membros superiores; outras doenças associadas e indivíduos com alterações nas funções cognitivas que impedissem a colaboração e compreensão de ordens simples nas atividades propostas.

2.2. INSTRUMENTAÇÃO E DELINEAMENTO

Utilizou-se como instrumento de avaliação a tarefa (ou paradigma) de labirinto que foi utilizada pela sua facilidade e adaptabilidade para analisar a aprendizagem de uma habilidade motora²⁵. Para realização da tarefa, optou-se pelo programa desenvolvido pelo Departamento de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, a apresentado por Souza et al. (2006), disponibilizado no site www.mat.ufrgs.br. Dois desenhos de labirintos com apenas um caminho correto a ser percorrido foram escolhidos; o primeiro foi utilizado na fase de aquisição (AQ) e o segundo nas fases de transferência (Transferência imediata – TI, Transferência de curto prazo - TC e Transferência de longo prazo – TL). As figuras 1 e 2 ilustram as variações da tarefa em cada fase do experimento.

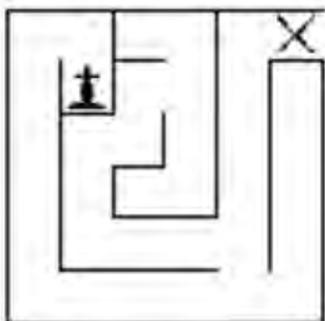


Figura 1 – Desenho de labirinto da fase de aquisição.

Fonte: Sousa et al. (2006)²⁵

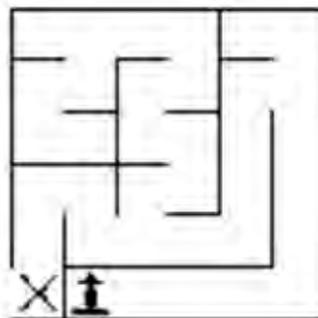


Figura 2 – Desenho de labirinto das fases de transferência.

Fonte: Sousa et al. (2006)²⁵

O experimento consistiu de quatro fases (tabela 1). Primeiro, realizou-se o pré-teste, composto de três tentativas a fim de possibilitar ao participante o conhecimento da tarefa. Na segunda fase (Aquisição - AQ), os indivíduos praticaram 30 tentativas ao longo das quais o sujeito completou o percurso da figura 1. A terceira fase foi a TI, que consistiu em, após 5 minutos de descanso, realizar 5 tentativas utilizando o labirinto da figura 2. Na quarta fase (TC), os sujeitos repetiram a tarefa da TI depois de mais 5 minutos de descanso. A quinta e última fase foi a TL, realizada sete dias depois, na qual os indivíduos executaram a mesma tarefa da TI e da TC.

Tabela 1 – Tabela do delineamento experimental.

Pré-teste	Aquisição						TI	TC	TL		
	30 tentativas										
GE 3 tentativas	Labirinto 1	BL1	BL2	BL3	BL4	BL5	BL6	BL1	BL1	BL1	
		30 tentativas						5 tentativas	5 tentativas	5 tentativas	
		Labirinto 2	BL1	BL2	BL3	BL4	BL5	BL6	BL1	BL1	BL1
			30 tentativas						5 tentativas	5 tentativas	5 tentativas
			Labirinto 1						5 tentativas	5 tentativas	5 tentativas
			Labirinto 2						5 tentativas	5 tentativas	5 tentativas
	Labirinto 2						5 tentativas	5 tentativas	5 tentativas		
	Labirinto 2						5 tentativas	5 tentativas	5 tentativas		
	GC 3 tentativas	Labirinto 1	BL1	BL2	BL3	BL4	BL5	BL6	BL1	BL1	BL1
			30 tentativas						5 tentativas	5 tentativas	5 tentativas
			Labirinto 2						5 tentativas	5 tentativas	5 tentativas
			Labirinto 2						5 tentativas	5 tentativas	5 tentativas
Labirinto 2						5 tentativas	5 tentativas	5 tentativas			
Labirinto 2						5 tentativas	5 tentativas	5 tentativas			

Legenda - GE: Grupo experimental; GC: Grupo controle; BL: Bloco; Labirinto 1: fase de aquisição (AQ); Labirinto 2: fases de transferência; (TI) Transferência Imediata; TC [Transferência de curto prazo; (TL) transferência de longo prazo]

2.3. PROCEDIMENTOS

As crianças foram recrutadas individualmente em sala apropriada com um computador, mesa, cadeira e a participação de um avaliador responsável pela instrução e anotação dos valores de tempo em papel, com tabela dos números das tentativas. Os valores

foram marcados considerando-se o tempo total da finalização da tarefa, valor fornecido pelo próprio programa. Optou-se em utilizar a tarefa de labirinto no computador, por ser um instrumento tecnológico e facilitador para indivíduos com PC²⁹.

Cada criança foi posicionada adequadamente, sentada à frente da tela do computador; a tarefa foi explicada concomitantemente com a apresentação do labirinto, ao longo do qual a criança deveria percorrer o caminho com o desenho (apontado na tela pelo avaliador) até a saída do labirinto identificado por um “X” (apontado na tela pelo avaliador). A criança foi instruída a executar a tarefa o mais rápido possível utilizando os botões do teclado identificados pelas setas de: acima, abaixo, lateral direita e lateral esquerda.

Os dados foram organizados em blocos (BL) de seis tentativas e analisados por meio de análises descritivas e inferenciais.

2.4. ANÁLISE DOS DADOS

Em virtude da quantidade reduzida de observações e pela violação dos pressupostos de normalidade e igualdade de variâncias, os dados foram analisados por meio de técnicas não paramétricas. Três análises foram desenvolvidas:

1. Intragrupo de aquisição: com vista a detectar a evolução do desempenho do início para o final da aquisição, comparou-se os blocos de aquisição em cada um dos grupos separadamente, por intermédio da análise de variância de Friedman.
2. Intragrupo de transferência: comparação em cada grupo separadamente entre o último bloco de aquisição e cada uma das fases de transferência (teste de Wilcoxon).
3. Intergrupo de transferência: comparação em cada uma das três fases separadamente do desempenho do GC com o do GE (teste U de Mann-Whitney).

Para todos os testes, o nível de significância estatístico adotado foi de 5%. O programa estatístico foi o SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*), versão 13.0.

3. RESULTADOS

A seguir, os resultados serão apresentados em duas partes: caracterização da amostra e estatística dos dados.

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A seguir, estão as características dos indivíduos do GE com a idade, gênero, valores do GMFCS e CIF (tabela 2).

Tabela 2: Caracterização da amostra do grupo experimental (GE).

Sujeito	Idade	Gênero	GMFCS*	CIF**
1	7 anos	Masculino		Funções do corpo b114.1; b117.1; b140.1;
2	8 anos	Masculino		b735.1 e b760.1
3	11 anos	Masculino	II	Atividades e Participação d4153.0; d4400.1; d4402.1; d2101.0;
4	12 anos	Feminino		d310.0; d330.0; d350.0; d1550.0; d160.1 e d1551.1

*GMFCS (Gross Motor Function Classification System); **CIF (Classificação Internacional de funcionalidade, incapacidade e saúde); II- segundo nível do Sistema de Classificação da Função motora Grossa.

3.2. ESTATÍSTICA DOS DADOS

A tabela 3 mostra os resultados, em segundos, da tarefa de labirinto do GE e do GC com os valores dos seis blocos da fase de aquisição, seguidos dos valores das transferências.

Tabela 3 – Resultados (segundos) dos blocos de aquisição e das transferências.

<i>Indivíduos</i>	<i>Grupo</i>	<i>Idade</i>	<i>Gênero</i>	<i>BL1</i>	<i>BL2</i>	<i>BL3</i>	<i>BL4</i>	<i>BL5</i>	<i>BL6</i>	<i>TI</i>	<i>TC</i>	<i>TL</i>
1		7	M	133	70	70	69	70	68	100	98	178
2	GE	8	M	94	81	69	66	64	53	109	60	63
3		11	M	25	19	18	23	15	18	23	20	21
4		12	F	26	30	27	28	22	21	36	31	27
5		7	M	57	41	40	48	43	36	67	60	49
6	GC	8	M	63	50	33	35	38	40	56	57	49
7		11	M	72	49	49	35	35	34	63	38	32
8		12	F	42	23	25	26	23	21	63	30	29

GE- Grupo Experimental; GC- grupo controle; BL- bloco; TI- Transferência Imediata;

TC- Transferência a curto prazo; TL- Transferência a longo prazo.

3.2.1. ANÁLISE INTRAGRUPO DE AQUISIÇÃO

O objetivo dessa análise foi identificar em cada um dos grupos a existência de melhora de desempenho ao longo dos seis blocos de aquisição. A Anova de Friedman demonstrou diferenças estatisticamente significativas tanto no GE ($X^2=12,78$; $p=0,026$) como no GC ($X^2=11,72$; $p=0,039$). A direção das diferenças pode ser identificada com a inspeção das medianas (tabela 4), que indica, em ambos os grupos, a queda do tempo para realizar a tarefa. Portanto, pode-se inferir que houve melhora significativa do desempenho do início para o final na fase de aquisição inclusive para o grupo com Paralisia Cerebral.

Tabela 4 - Valores das medianas (em segundos) em cada grupo nos seis blocos de aquisição

Blocos	GE	GC
1	5,25	6
2	4,75	3,75
3	3,63	2,88
4	3,75	3,63
5	2,25	3
6	1,38	1,75

GE - grupo experimental; GC- grupo controle

3.2.2. ANÁLISE INTRAGRUPO DE TRANSFERÊNCIA

As comparações entre o último bloco da aquisição com cada bloco da transferência – TI, TC e TL – foram realizadas por

intermédio de três análises pareadas (BL6 X TI, BL6 X TC e BL6 X TL) de Wilcoxon. Verificou-se que não houve diferença significativa entre o BL6 e a TI para ambos os grupos ($z = -1,83$ e $p = 0,07$), entre o BL6 e a TC para ambos os grupos ($z = -1,83$ e $p = 0,07$) e entre o BL6 e a TL [GE ($z = -1,83$ e $p = 0,07$) e GC ($z = -1,46$ e $p = 0,14$)]. Assim, por não ocorrer diferença significativa, pode-se inferir que ocorreu adaptação à modificação da tarefa. Isso pode ser interpretado como refletindo que os sujeitos adquiriram a capacidade de transferir o que foi praticado na aquisição para uma situação nova, imposta pela modificação da tarefa de labirinto.

3.2.3. ANÁLISE INTERGRUPO DE TRANSFERÊNCIA

Os testes U de Mann-Whitney, que compararam o GE e o GC em cada uma das transferências, não indicaram diferenças significativas entre os grupos na TI ($z = 0$ e $p = 1$), na TC ($z = -0,15$; $p = 0,88$) e na TL ($z = 0$ e $p = 1$).

4. DISCUSSÃO

A pergunta de pesquisa que se apresenta neste estudo é: indivíduos com PC - que possuem alterações na postura e na capacidade de movimentação - conseguem aprender uma tarefa motora e realizá-la de forma funcional, com capacidade para ajustar as novas demandas ambientais? A tarefa escolhida foi a de labirinto, que implica em movimentação motora fina para manuseio do teclado do computador por meio de segmentos corporais superiores; portanto, pode ser considerada uma ação motora cotidiana de grande importância nos dias atuais²⁹. Na tarefa de labirinto, crianças sem alterações motoras têm como principal desafio escolher o caminho correto; já os indivíduos com PC têm, além da escolha do caminho correto, dificuldade em realizar o movimento.

De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que toda

a amostra (GE e GC) apresentou diminuição significativa do tempo de execução da tarefa entre o primeiro e o último BL da aquisição. Isso significa melhora de desempenho ocorrida em função da prática, o que permite analisar os testes de transferência e, a partir deles, inferir ocorrência de aprendizagem. Durante o processo, o aprendiz passa de uma fase inicial - caracterizada por elevado número de erros, inconsistência e alta demanda de atenção - para uma fase posterior, que se caracteriza por consistência, poucos erros e demanda reduzida de atenção. Com a prática, ocorrem menos movimentos desnecessários e consequente otimização de energia e diminuição no tempo de realização da tarefa, fazendo com que a sequência de movimentos ganhe progressivamente fluência e harmonia. Segundo definições clássicas de habilidade motora, a prática com informação complexa e intencional envolve mecanismos (perceptivo, decisório e efetor) que, mediante o processo de aprendizagem, torna-se organizada e coordenada de tal forma a alcançar objetivos predeterminados com máxima certeza e mínimo dispêndio de energia^{30,31}.

Assim, a prática proporciona a estabilização funcional na tarefa, ou o alcance de controle ótimo na execução, teoricamente levando à padronização funcional, momento a partir do qual o sistema está apto a adaptar-se a novas condições^{11,32}. A padronização da função é alcançada por meio de prática e feedback negativo. Deste modo, o aprendiz passa por um processo de diferenciação, em que um estado instável, geral e homogêneo dá lugar a um estado estável, específico e heterogêneo³³. Nas tentativas iniciais, a magnitude e variabilidade dos erros são grandes, caracterizando os movimentos como inconsistentes e desordenados. Com as repetições, a relação meio-fim para atingir a meta da tarefa é reforçada até que se alcancem estados estáveis, ou seja, a execução de movimentos torna-se ordenada e consistente, caracterizada pela redução da magnitude e variabilidade dos erros.

Vale ressaltar que, pela comparação descritiva dos valores das medianas na aquisição, o desempenho dos indivíduos com PC foi melhor que dos indivíduos sem PC, na maioria dos blocos. Esse resultado na aquisição pode ser discutido, provavelmente, pela motivação durante a execução da tarefa; os indivíduos com PC mostraram-se mais motivados, ao passo que os indivíduos sem PC parecem ter considerado a tarefa fácil e desmotivadora. A motivação é um dos fatores que afetam o processo de aprendizagem motora, sobretudo na fase de aquisição porque viabiliza um melhor processamento de informações, favorecendo a retenção e a transferência do que foi adquirido ao longo do processo de prática^{11,13,32}. Ainda neste âmbito, a motivação parece afetar também o desempenho de habilidades motoras, uma vez que faz o aprendiz prestar mais atenção na execução da tarefa, aumentando o envolvimento e a participação³⁴⁻³⁶.

Os resultados mais importantes do presente estudo dizem respeito às comparações intra e entre os grupos na fase de transferência, já que a modificação da tarefa exige dos aprendizes a capacidade de adaptação. O objetivo precípua da prática não é facilitar a performance de efeitos temporários durante a aquisição, mas sim possibilitar melhor desempenho duradouro (atribuído à aprendizagem) nos testes de retenção e transferência^{11,13,37,38}. Então, um aspecto fundamental da aprendizagem motora é que as habilidades são executadas em ambientes que demandam constante capacidade de adaptação^{11,15}. Esta adaptação, no entanto, só ocorre na medida em que existam situações desafiadoras à capacidade de movimento já adquirida, de forma que novas estruturas de ação tenham que ser formadas para atender às exigências impostas pelo ambiente. Para tanto, inicialmente o indivíduo precisa identificar o problema motor que, a título de exemplo, poderíamos colocar a tarefa de labirinto.

Nos testes de labirinto têm-se a possibilidade de avaliar diversos aspectos neuropsicológicos, tais como, função executiva, aprendizagem espacial e memória implícita²⁵. Após a identificação do problema, o sujeito precisa formular um plano de ação, em que deverá gerar uma hipótese de como seria possível realizar tal objetivo, prevendo e antecipando-se frente à execução da ação. O passo seguinte consiste em colocar em prática o plano de ação estabelecido, transformando uma imagem mental em movimentos efetivos. Nessa fase, é preciso coordenar um complexo sistema muscular, a fim de que vários músculos sejam ativados de forma organizada. Como raramente a transformação de planos de ação em movimento é perfeita nas tentativas iniciais, o indivíduo precisa analisar os erros cometidos e tentar corrigí-los nas tentativas seguintes. Quando o ciclo descrito acima é repetido suficientemente, ocorre a transição de ações mal-coordenadas de grande demanda cognitiva para movimentos altamente precisos, em que sinergias neuromusculares complexas são ativadas com mínimo envolvimento da atenção. A esse processo dá-se o nome de aprendizagem¹⁹.

A análise intragrupo do último bloco de aquisição, para cada uma das transferências indicou ausência de diferenças em ambos os grupos. Portanto, uma situação mais complexa, de alteração da tarefa, não ocasionou queda significativa de desempenho. Assim, os sujeitos, com PC e os sujeitos do GC, apresentaram boa adaptabilidade a uma situação nova na tarefa de labirinto. As análises entre os grupos na transferência confirmam a boa capacidade de adaptação de ambos os grupos sem diferenças entre eles, haja vista a ausência de diferença significativa de desempenho (tempo para execução da tarefa) entre o GE e o GC, em todos os testes de transferência.

Portanto, a PC parece não ter tido influência sobre o desempenho da tarefa de labirinto modificada, fato que se constitui

interessante, tanto sob o ponto de vista de caracterização dos sujeitos com PC, quanto sob o ponto de vista da intervenção com esta população. A hipótese inicial de dificuldade para os aprendizes com PC não foi corroborada, talvez porque na fase de aquisição, a motivação e perseverança desses aprendizes tenha sido maior quando comparada aos aprendizes sem PC. Isso pode ter compensado possíveis diferenças na comparação entre os grupos na fase de transferência. Uma das características da aquisição de habilidade motora é a execução da tarefa motora com menor tempo. Os tempos similares entre os grupos na tarefa de labirinto modificada (transferência) demonstram capacidades similares na velocidade de processamento de informações. Muitas tarefas motoras requerem respostas rápidas aos estímulos ambientais, assim como rápidos ajustes ou correções baseados em resultados de desempenhos anteriores. Um fator importante na velocidade de processamento central é a quantidade de informação que envolve os efeitos da complexidade da informação, do tempo utilizável para o processamento e da capacidade do sujeito^{39,40}. Parece que tanto os indivíduos com PC, como os sem PC foram capazes de lidar satisfatoriamente com essas três variáveis o que, também, se torna relevante sob o ponto de vista da intervenção com estes sujeitos, seja na reabilitação, seja na prática de atividade física.

Os achados do presente estudo podem ser contrastados com alguns poucos estudos que foram realizados com indivíduos com PC no âmbito da Aprendizagem Motora. O fato de os indivíduos com PC terem aprendido a tarefa corrobora aos achados de Hemayattalab e Rostami (2010)⁴¹, Reid (2002)⁴² e Chen et al. (2007)⁴³ com tarefas de lançamento de dardo e de realidade virtual, nas quais os indivíduos com PC melhoraram a qualidade de movimento. Alguns autores^{44,45} optaram em investigar a aprendizagem de indivíduos com PC por meio de mudanças em estruturas neuronais (via exames de

neuroimagem) e verificaram a ocorrência da aprendizagem sob o ponto de vista neural, detectando ativação em áreas corticais e correlações entre a performance na execução de tarefas motoras e a atividade cerebral em diferentes áreas encefálicas.

Pelo fato de haver poucos trabalhos utilizando-se dos conhecimentos advindos da Aprendizagem Motora em indivíduos com PC, é importante enfatizar a necessidade de outros estudos para maior compreensão dos fatores que afetam a aquisição de habilidades motoras nessa população particular. Sugere-se que as investigações futuras em Aprendizagem Motora possam manipular diferentes formas de prática (variabilidade, distribuição, fracionamento) e de informação (feedback extrínseco, demonstração/instrução, estabelecimento de metas, foco interno/externo) ao aprendiz com PC. A variabilidade de prática - que consiste em variações nas características do contexto ou variações da tarefa motora que está sendo praticada - parece ser uma prioridade, haja vista sua implicação direta nas intervenções propostas para estes sujeitos. Em indivíduos com deficiência mental, a prática variada proporcionou aumento da chance de sucesso em novas situações (teste de transferência)⁴⁶; em indivíduos com PC, o papel da variação tem sido apontado como fundamental na geração de estratégias motoras elaboradas⁴⁷.

5. CONCLUSÃO

No processo de aprendizagem da tarefa de labirinto, tanto os indivíduos com PC como os indivíduos sem PC apresentaram melhora de desempenho, observado por meio da diminuição do tempo de execução ao longo da aquisição. Quanto à aprendizagem, mensurada por meio do teste de transferência, os indivíduos com PC mostraram capacidade de adaptação equivalente aos indivíduos sem PC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aicardi J, Bax M. Cerebral palsy. In: Aicardi J. Diseases of the nervous system in childhood: clinics in developmental medicine. London: Mac Keith Press; 1992. p. 334-932.
2. Stokes M. Neurologia para Fisioterapeutas. São Paulo: Premier; 2000.
3. Parker DF, Carriere L, Hebestreit H, Salsberg A, Bar OR. Muscle performance and gross motor function of children with spastic cerebral palsy. *Developmental medicine and child neurology*. 1993; 35(1):17-23.
4. Boyce WF, Gowland C, Rosenbaum PL, Lane M, Plews N, Goldsmith CH et al. The gross motor performance measure: validity and responsiveness of a measure of quality of movement. *Physical Therapy*. 1995; 75(7):603-613.
5. Edwards S. Neurological physiotherapy. New York: Churchill Livingstone; 1996.
6. Bax M. Medical aspects of cerebral palsy. In: Finnie NR. Handling the young child with cerebral palsy at home. 3rd ed. London: Butterworth-Heinemann; 1997.
7. Diamant A, Cypel S. Neurologia infantil. 4ª ed. São Paulo: Atheneu; 2005.
8. Papavasiliou AS. Management of motor problems in cerebral palsy: a critical update for the clinician. *Eur J Paediatr Neurol*. 2009; 13(5): 387-396.
9. Bax M. Diagnostic assessment of children with cerebral palsy. *Lancet Neurol*. 2004;3:395.
10. Cans C. Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. *Dev Med Child Neurol*. 2007; 42(12):816-824.
11. Tani G. Aprendizagem motora: tendências, perspectivas e problemas de investigação. In: Tani G. Comportamento motor: aprendizagem e desenvolvimento. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2005.

12. Holmefur M, Krumlinde-Sundholm L, Bergstrom J, Eliasson A. Longitudinal development of hand function in children with unilateral cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2009; 52(4):352-357.
13. Magill RA. *Aprendizagem motora: conceitos e aplicações*. 5ª ed. São Paulo: Edgard Blücher; 2000.
14. Manoel EJ. A dinâmica do estudo do comportamento motor. *Revista Paulista de Educação Física*. 1999; 13:52-61.
15. Lemieux TS, Penhune VB. The effects of practice and delay on motor skill learning and retention. *Experimental Brain Research*. 2005; 161:423-431.
16. Lent R. Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência. São Paulo: Atheneu; 2001. p. 587-617.
17. Schmidt R, Wrisberg C. *Aprendizagem e performance motora: uma abordagem da aprendizagem baseada no problema*. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2001.
18. Adams JA. A closed-loop theory of motor learning. *Journal of Motor Behavior*. 1971; 3:111-150.
19. Teixeira LA. Aprendizagem de habilidades motoras na ginástica artística. In: Nunomura M, Nista-Piccolo VL. *Compreendendo a ginástica artística*. São Paulo: Phorte; 2004.
20. Kleim JA, Jones TA. Principles of experience-dependent neural plasticity: implications for rehabilitation after brain damage. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2008; 51:225-239.
21. Mulder TA. A process-oriented model of human motor behavior: toward a theory-based rehabilitation approach. *Physical Therapy*. 1991; 71:157-164.
22. Carr JH, Shepherd RB. The changing face of neurological rehabilitation. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 2006; 10(2):147-156.
23. Salmoni A, Schmidt RA, Walter CB. Knowledge of results and motor learning: a review and critical reappraisal. *Psychological Bulletin*. 1984; 95:355-386.

24. Emanuel M, Jarus T, Bart O. Effects of focus of attention and age on motor acquisition, retention, and transfer: a randomized trial. *Physical Therapy*. 2008; 88(2): 251-260.
25. Souza DE, França FR, Campos TF. Teste de labirinto: instrumento de análise na aquisição de uma habilidade motora. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 2006; 10(3): 355-360.
26. Palisano R, Rosenbaum P, Walters S, Russel DJ, Wood EP, Galuppi P. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 1997; 39:214-223.
27. CIF – Classificação Internacional de funcionalidade, incapacidade e saúde. São Paulo: Editora da Universidade; 2003. Centro Colaborador da Organização Mundial da Saúde para Família de Classificações Internacionais, organização e coordenação da tradução Cássia Maria Buchalla.
28. Gunnar G, Stucki G. Organizing human functioning and rehabilitation research into distinct scientific fields Part II: conceptual descriptions and domains for research. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2007; 39(4):293-298.
29. Sullivan KJ, Kantak SS, Burtner PA. Motor Learning in Children: feedback effects on skill acquisition. *Physical Therapy*. 2008; 88(6):720-732.
30. Benda RN. Sobre a natureza da aprendizagem motora: mudança e estabilidade... e mudança. *Revista Brasileira de Educação Física*. 2006; 20(5):43-45.
31. Pellegrini AM. A aprendizagem de habilidade motoras I: o que muda com a prática? *Revista Paulista de Educação Física*. 2000; 3:29-34.
32. Choshi K. Aprendizagem motora como um problema mal-definido. *Rev. Paul. Educ. Fís*. 2000; 3:16-23.
33. Bertalanffy LV. Teoria geral dos sistemas: aplicação à psicologia. In: Anohin PK, Bertalanffy LV, Rapoport A, Mackenzie WJM, Thompson JD. *Teoria dos sistemas*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas; 1976.
34. Paim MCC. Fatores motivacionais e desempenho no futebol. *Revista da Educação Física/UEM*. 2001; 12(2):73-79.

35. Valenteini NC. A influência de uma intervenção motora no desempenho motor e na percepção de competência de crianças com atrasos motores. *Rev. Paul. Educ. Fís.* 2002; 16(1):61-75.
36. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Controle motor. Teoria e aplicações práticas. 2ª ed. São Paulo: Manole; 2003.
37. Karni A, Meyer G, Rey-Hipolito C, Jezzard P, Adams MM, Turner R et al. The acquisition of skilled motor performance: fast and slow experience-driven changes in primary motor cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences.* 1998; 95: 861-68.
38. Wulf G, Shea G, Lewthwaite R. Motor skill learning and performance: a review of influential factors. *Med Educ.* 2010; 44:75-84.
39. Chiviawsky S, Neves C, Locatelli L, Oliveira C. Aprendizagem motora em crianças: efeitos da frequência autocontrolada de conhecimento de resultados. *Rev. Bras. Cienc. Esporte.* 2005; 26(3):177-190.
40. Chiviawsky S, Kaefer A, Medeiros FL, Pereira FM. Aprendizagem motora em crianças: “feedback” após boas tentativas melhora a aprendizagem?. *Rev. Bras. Educ. Fís. Esp.* 2007; 21(2):57-65.
41. Hemayattalab R, Rostami LR. Effects of frequency of feedback on the learning of motor skill in individuals with cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities.* 2010; 31:212-217.
42. Reid D. The use of virtual reality to improve upper-extremity efficiency skills in children with cerebral palsy: a pilot study. *Tech Disabil.* 2002; 14:53-61.
43. Chen YP, Kang LJ, Chuang TY, Doong JL, Lee SJ, Tsai MW et al. Use of virtual reality to improve upper-extremity control in children with cerebral palsy: a single-subject design. *Physical Therapy.* 2007; 87(11):1441-1457.
44. Rieckmann A, Bäckman L. Implicit learning in aging: extant patterns and new directions. *Neuropsychol Rev.* 2009; 19:490-503.
45. Orban P, Peigneux P, Lungu O, Albouy G, Breton E, Laberenne

- F et al. The multifaceted nature of the relationship between performance and brain activity in motor sequence learning. *NeuroImage*. 2010; 49:694-702.
46. Hemayattalab R, Movahedi A. Effects of different variations of mental and physical practice on sport skill learning in adolescents with mental retardation. *Research in Developmental Disabilities*. 2010; 31:81-86.
47. Straub K, Obrzut JE. Effects of cerebral palsy on neuropsychological function. *J Dev Phys Disabil*. 2009; 21:153-167.

**Aplicação do
conhecimento
em pesquisas**

Outras possibilidades

PARTE III

CAPÍTULO 7

Jogo eletrônico como Instrumento de Aprendizagem Motora em Crianças com Síndrome de Down

Carlos Bandeira de Mello Monteiro

Nathalia Padoan Reis

Edna Azevedo Guimarães

Jaqueline Freitas de Oliveira Neiva

Raquel Agnes Bello Graça

Cinthya Walter

Célia Regina Derwood Mills Costa Carvalho

**Apoio: Ministério do esporte – Centro de Desenvolvimento do
Esporte Recreativo e do Lazer (REDE CEDES)**

RESUMO

INTRODUÇÃO: A Síndrome de Down (SD) tem características físicas, motoras e cognitivas peculiares. Uma possibilidade de inclusão social, juntamente com benefícios físicos e cognitivos para o indivíduo com SD, é a prática de atividades que possibilita a vivência de novas tarefas e sensações, além da melhora da qualidade de vida. Uma opção de atividade física atual e que utiliza os avanços tecnológicos são os consoles eletrônicos virtuais, utilizados como intervenção na recuperação e desenvolvimento em diversas populações com alterações sensoriais e motoras.

OBJETIVO: O objetivo deste estudo é verificar a ocorrência de aprendizagem motora em uma tarefa de jogo eletrônico em indivíduos com Síndrome de Down.

MÉTODO: Participaram da intervenção sete indivíduos 4 do sexo feminino e 3 do masculino. Ambos os grupos de indivíduos com dificuldade moderada em funções mentais, como concentrar e manter a atenção, comunicar e receber mensagens orais e aprender conjuntos integrados de ações, segundo a Classificação Internacional de Funcionalidade Incapacidade e Saúde. A execução da tarefa consistiu em jogar boliche no console eletrônico Nintendo Wii; optou-se pelo boliche por ser uma habilidade motora fechada de fácil entendimento e execução, e que possibilita identificar acerto e erros pelo número de pinos derrubados. Para verificar a ocorrência de aprendizagem motora realizou-se 10 tentativas de jogar a bola – de boliche em uma distância de 2,5 metros da projeção com a mão dominante na fase de aquisição 5 na fase de retenção e 5 na fase de transferência imediata que foi realizada por meio do lançamento da bola com a mão não dominante. Para organização dos resultados e comparação dos dados, optou-se por apresentar o valor das médias de pinos derrubados em cada fase da tarefa.

RESULTADOS: A seguir estão os dados das fases avaliadas por meio das medias da última tentativa de cada fase, Aquisição 1 (9,1); Aquisição 2 (6,6), Retenção (7,9) e transferência (6,7).

DISCUSSÃO: Os dados obtidos não direcionaram a ocorrência de aprendizagem nos indivíduos com SD avaliados, mas mostram um bom desempenho na tarefa do boliche no jogo virtual; os participantes conseguiram resultados bastante funcionais derrubando uma média de 6 a 10 pinos em todas as fases do estudo, mesmo quando realizaram a tarefa com a mão não dominante. Provavelmente, não se observou aprendizagem devido às características funcionais dos indivíduos avaliados serem boas o suficiente para possibilitar altas pontuações em todas as fases avaliadas.

Palavras-chave: Controle Tecnológico de Ambientes, Pessoas com Deficiência, Atividade Motora, Síndrome de Down

1. INTRODUÇÃO

A Síndrome de Down (SD) é uma das disfunções genéticas mais frequentes em todo o mundo e é a causa mais comum de deficiência intelectual¹. De acordo com o Censo 2000 do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), no Brasil há mais de 300 mil pessoas com SD² e estima-se que a cada ano nascem oito mil crianças com esta disfunção. Pesquisas têm indicado um aumento no número de indivíduos com SD em escala mundial, por uma série de fatores: (1) cada vez mais mulheres com idade avançada estão tendo filhos - o aumento da idade materna no período da gestação, principalmente depois dos 35 anos, aumenta a incidência de nascimentos com SD; (2) mais mulheres estão escolhendo continuar a gravidez mesmo após um teste que indica maior possibilidade de ter um bebê com SD; (3) a expectativa de vida dos indivíduos com síndrome de Down tem aumentado e, além dessa crescente mudança na duração, a sua qualidade de vida também tem melhorado, devido à saúde preventiva, à intervenção precoce e à integração nas escolas^{3,4}.

A SD, também chamada de trissomia 21, por se tratar de uma cromossomopatia onde há a presença de um cromossomo a mais (cromossomo 21) faz com que o indivíduo apresente características físicas, cognitivas e motoras específicas; algumas alterações já estão presentes nos primeiros meses de gestação. Dentre as características típicas podem ser citadas: deficiência intelectual, atraso no desenvolvimento motor e na fala, crânio pequeno, redondo, com occipital achatado, face redonda com perfil plano, fendas palpebrais oblíquas, prega epicantal (no ângulo interno dos olhos), pescoço curto e largo (com excesso de pele nugal), orelhas pequenas e mal formadas, nariz com base plana e achatada, boca pequena com língua grande e geralmente protusa⁵. Existe também risco de cardiopatias, deficiência visual, deficiência auditiva, depressão, infecções, epilepsia, hipotireoidismo e doença de Alzheimer⁶. Cooley e

Graham (1991)⁷ apresentam quantitativamente alguns desses valores: cardiopatia congênita (40%); hipotonia (100%); problemas de audição (50 a 70%); problemas de visão (15 a 50%); alterações na coluna cervical (1 a 10%); distúrbios da tireóide (15%) e problemas neurológicos (5 a 10%).

As alterações apresentadas por pessoas com SD podem representar problemas no que diz respeito à sua funcionalidade e independência para a realização das atividades da vida diária mesmo durante a vida adulta^{8,9}. Mancini et al. (2003)¹⁰ demonstraram que indivíduos com SD apresentam alterações em diferentes áreas com desempenho funcional inferior ao de crianças normais, tanto em áreas cognitivas, motoras como de função social.

Devido às dificuldades apresentadas pelas pessoas com SD, a prática de atividades físicas é fundamental para o desenvolvimento e aprimoramento de movimentos necessários para a realização de tarefas essenciais no seu dia a dia, enfatizando atividades que levem em conta as suas capacidades, necessidades e limitações. A prática de atividades físicas é de extrema importância para qualquer ser humano; além dos benefícios orgânicos (aspectos metabólicos, cardiorrespiratório e músculo-ósteoarticular), contribui significativamente para a melhoria do convívio social, para promoção da independência, de um auto conceito mais positivo, enfim, encoraja as pessoas a fazerem tudo o que são capazes, buscando otimizar o seu potencial. Segundo Zuchettoe e Castro (2000)¹¹, a atividade física, quando bem orientada, possibilita uma melhora na qualidade de vida de qualquer indivíduo que apresente alguma deficiência.

Sabe-se que pessoas com SD tendem a ser mais sedentárias, pois, em geral, têm menos oportunidades de participar de algum tipo de atividade motora, portanto, o apoio social da família e dos amigos é considerado fundamental para que elas adotem um estilo de vida mais ativo. As interações estabelecidas no microsistema

família são as que trazem implicações mais significativas para o desenvolvimento da criança, embora outros sistemas sociais (ex.: escola, local de trabalho dos genitores, clube) também contribuam para o seu desenvolvimento¹². Com a prática de atividade física, a pessoa se torna capaz de conhecer melhor o mundo em que vive, a partir do momento em que passa a conhecer seu corpo e suas capacidades intelectuais por meio dos movimentos. Assim, além de ser um importante aspecto para a melhora na qualidade de vida, a atividade física contribui no desenvolvimento global do indivíduo. Estudos mostram que uma estimulação adequada precoce é capaz de gerar melhoras no desenvolvimento motor da criança com SD^{2,13, 14}. Moreira et al. (2000)¹⁵ afirmam que estudos permitem elaborar a hipótese de que, por meio da experiência ativa obtida por estimulação, pode ser construído um novo padrão de comportamento em pessoas com SD, levando a modificações funcionais.

Considerando a importância da prática da atividade física para a qualidade de vida de pessoas com SD, existem diferentes esportes que podem ser adaptados e criados especialmente para viabilizar uma função adequada. No entanto, é inegável o avanço da tecnologia e como isto afeta o cotidiano das pessoas. A utilização de tecnologia virtual é exemplo deste avanço tecnológico e vem sendo cada vez mais utilizada com uma estratégia no cuidado de indivíduos com necessidades especiais, simulando a vida real de uma forma funcional e ecologicamente válida, além de motivacional. Um exemplo desta tecnologia é o Nintendo Wii, que, por meio de jogos que simulam partidas esportivas, requer o uso de movimentos similares aos utilizados no jogo real. Além de ser um jogo de baixo custo, é divertido e de fácil manuseio¹⁶⁻¹⁸. Os movimentos físicos do Wii Remote são refletidos na projeção, de um modo que os movimentos virtuais sejam semelhantes àqueles empreendidos no plano material, como se o personagem, do lado de “dentro” do jogo,

tivesse as mesmas reações ou ações parecidas com as da pessoa que está portando o Wii Remote.

O objetivo do presente trabalho foi verificar a aprendizagem motora de um jogo eletrônico em indivíduos com SD.

2. MÉTODO

2.1. AMOSTRA

Participaram desta pesquisa sete indivíduos com diagnóstico médico de SD, com idades entre onze e dezoito anos, que frequentam a escola CEDE – Centro da Dinâmica de Ensino, em São Paulo. Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa e todos os responsáveis pelos participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Para a caracterização dos participantes e viabilização de um grupo bastante homogêneo, utilizou-se a Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde¹⁹. Conforme Gunnar e Stucki (2007)²⁰, a CIF é um instrumento que pode ser utilizado para caracterização de grupos em pesquisas científicas. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), trata-se de um sistema de classificação útil para a organização de grupos homogêneos em pesquisas científicas, servindo como uma linguagem para a classificação da funcionalidade e capacidade.

Todos os participantes do estudo apresentavam as seguintes características: Funções intelectuais- funções mentais gerais, necessárias para compreender e integrar construtivamente as várias funções mentais, incluindo todas as funções cognitivas e seu desenvolvimento ao longo da vida, com dificuldade moderada (b117.2); Manutenção da atenção- funções mentais que permitem a concentração pelo período de tempo necessário com dificuldade moderada (b1400.2); Concentrar a atenção- concentrar,

intencionalmente, a atenção em estímulos específicos, desligando-se dos ruídos que distraem com dificuldade moderada (d160.2); Realizar uma tarefa complexa, preparar, iniciar e organizar o tempo e o espaço necessários para uma tarefa complexa com dois ou mais componentes, que pode ser realizada em sequência ou em simultâneo, com dificuldade leve (d2101.1); Comunicar e receber mensagens orais- compreender os significados literais e implícitos das mensagens em linguagem oral com dificuldade moderada (d310.2); Comunicar e receber mensagens usando linguagem corporal com dificuldade leve (d3150.1); Adquirir competências complexas- aprender conjuntos integrados de ações, de acordo com regras, e realizar e coordenar os próprios movimentos de forma sequenciada com dificuldade moderada (d1551.2).

2.2. INSTRUMENTO E TAREFA

O instrumento utilizado para intervenção foi o Nintendo Wii. O jogo escolhido como tarefa foi o boliche, por se tratar de uma atividade fechada, de fácil entendimento e execução, além de ser uma atividade motivadora para os participantes.

2.3. PROCEDIMENTOS E DELINEAMENTO

O jogo foi projetado numa parede sendo que a dimensão da projeção foi de 1,5 metros de altura e 2 metros de largura, por meio de um projetor da marca DPL Texas Instruments modelo NEC NP115, posicionado a 2,5 metros do indivíduo. Os participantes foram posicionados de frente para a projeção, com o controle Wii na mão dominante e o avaliador auxiliava no início do jogo.

Antes de iniciar a tarefa, o pesquisador explicou o funcionamento do equipamento para o participante, inclusive com uma demonstração de como funciona o jogo. Em seguida, o pesquisador forneceu as seguintes instruções: informou ao

participante que a cada tentativa ele deveria apertar e manter o botão posterior do controle Wii apertado e, quando quisesse, deveria lançar a bola de boliche em direção aos 10 pinos posicionados no final da canaleta, soltando o botão no final do movimento de balanço do braço para a saída da bola. Assim como no jogo de boliche real, o indivíduo tinha duas chances para derrubar os 10 pinos.

Na fase de aquisição cada participante realizou vinte tentativas (cada uma com duas oportunidades). Após 10 minutos do término da aquisição realizou-se o teste de retenção, por meio de 5 tentativas (novamente, cada uma com duas oportunidades) para derrubar os pinos. Em seguida, foi realizado um teste de transferência imediata, no qual os participantes realizaram mais 5 tentativas com a mão não dominante .

2.4. MEDIDAS DE DESEMPENHO

O desempenho dos participantes foi avaliado durante a tarefa levando-se em conta o número de pinos derrubados em cada tentativa. Para tanto, foram utilizadas como medidas de desempenho aquelas relativas ao número de pinos derrubados. Estes dados são informados pelo escore do próprio jogo.

2.5. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para análise dos dados, foram contabilizados os escores do jogo nos blocos de aquisição (20 tentativas), retenção (5 tentativas) e transferência imediata (5 tentativas). A cada tentativa (duas oportunidades) foi realizada a soma da quantidade de pinos derrubados; desta forma, o valor máximo possível foi de 10 pinos por tentativa. Foi utilizada análise estatística descritiva representada por gráficos dos desempenhos individuais de cada participante e da média do grupo.

3. RESULTADOS

O objetivo deste trabalho foi verificar a aprendizagem motora da tarefa de jogar boliche no console Nintendo Wii em crianças com SD.

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Participaram deste estudo sete indivíduos, com o diagnóstico de Síndrome de Down, com idades entre 11 e 18 anos; a Tabela 1 mostra os dados dos participantes, com idade, gênero e valores da CIF.

Tabela 1: caracterização da amostra

Participante	Gênero	Idade	CIF*
1	Masculino	18	
2	Feminino	14	
3	Masculino	11	(b117.2),(b1400.2),(d160.2), (d2101.1), d310.2),(d3150.1),(d11551.2).
4	Feminino	14	
5	Feminino	16	
6	Feminino	14	
7	Masculino	16	

*CIF (Classificação Internacional de funcionalidade, incapacidade e saúde)

xxx.0 NENHUMA deficiência (nenhuma, ausente, escassa,...) 0-4 %

xxx.1 Deficiência LIGEIRA (leve, pequena,...) 5-24 %

xxx.2 Deficiência MODERADA (média,...) 25-49 %

xxx.3 Deficiência GRAVE (grande, extrema,...) 50-95 %

xxx.4 Deficiência COMPLETA (total,...) 96-100 %

xxx.8 não especificada

xxx.9 não aplicável

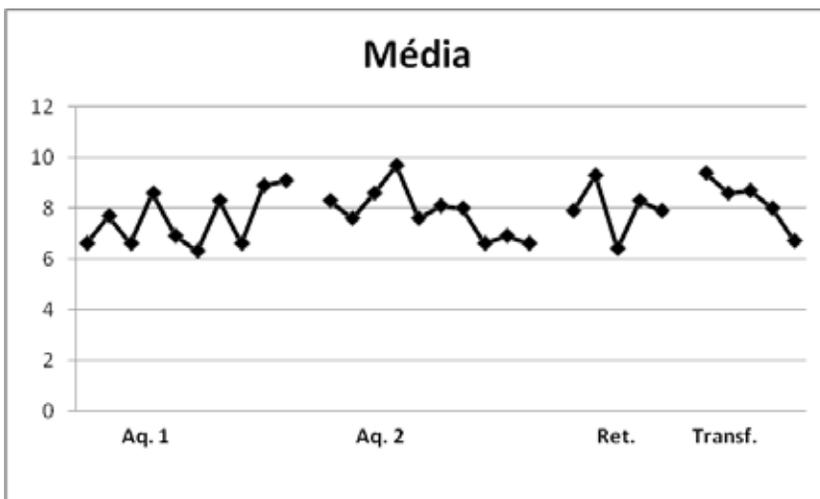
3.2. RESULTADOS DO DESEMPENHO DO GRUPO

Por meio dos valores de média e desvio padrão em destaque no QUADRO 1, é possível observar que não ocorreram grandes diferenças no desempenho entre as fases do estudo e nem grandes variações entre os participantes em cada tentativa. A média dos valores do desempenho ficou, aproximadamente, entre 6 e 10 (GRÁFICO 1). Nesse sentido, não ocorreu melhora no desempenho na fase de aquisição, na direção de um ponto inicial a um ponto posterior no tempo. Neste estudo foi realizado o teste de retenção para inferir a ocorrência de aprendizagem e o teste de transferência, para verificar a capacidade de transferir a habilidade adquirida, porém, como não ocorreu mudança no desempenho na fase de aquisição, não foi possível inferir a ocorrência de aprendizagem.

Tabela 2: Média e desvio padrão dos pontos em cada fase do estudo.

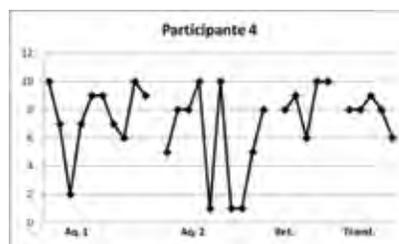
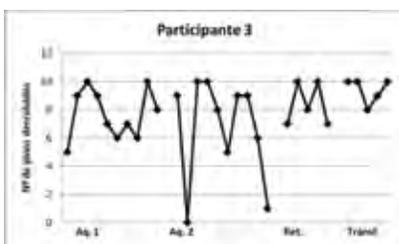
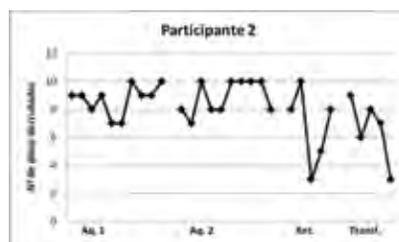
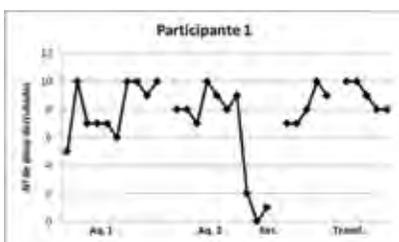
Aquisição 1	Média	6,6	7,7	6,6	8,6	6,9	6,3	8,3	6,6	8,9	9,1
	DP	3,6	1,8	2,9	1,3	2,7	2,9	1,2	3,4	1,8	1,2
Aquisição 2	Média	8,3	7,6	8,6	9,7	7,6	8,1	8	6,6	6,9	6,6
	DP	1,6	3,6	1,3	0,8	3	1,9	3,1	3,7	3,6	3,9
Retenção	Média	7,9	9,3	6,4	8,3	7,9					
	DP	1,1	1,1	2,2	2,1	1,9					
Transferência	Média	9,4	8,6	8,7	8	6,7					
	DP	0,8	1,5	0,8	0,8	3,5					

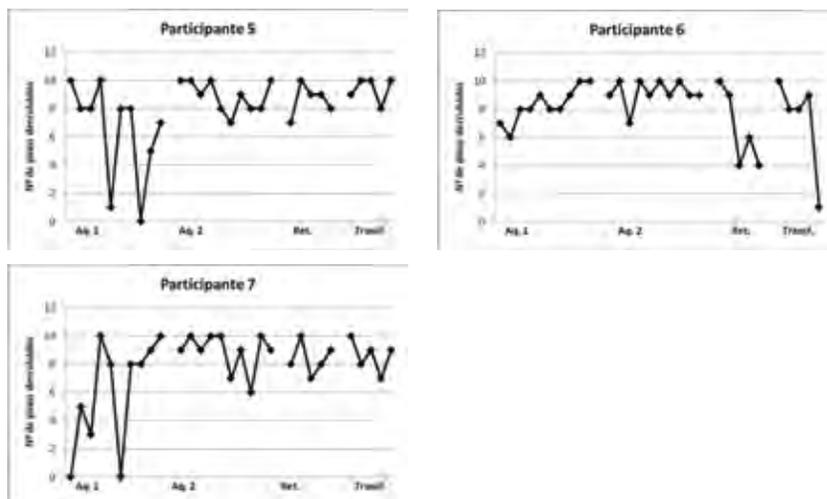
GRÁFICO 1: Valores médios dos pontos do grupo em cada fase do estudo.



3.3. RESULTADOS INDIVIDUAIS

A seguir serão apresentados os resultados individuais de cada participante nas fases do estudo.





3.4. DESEMPENHO DE CADA PARTICIPANTE EM CADA FASE DO ESTUDO

Os dados individuais demonstram que os participantes 2 e 6 apresentaram maior pontuação e maior consistência no desempenho na fase de aquisição. Os participantes 5 e 7 obtiveram baixa pontuação respectivamente em duas e quatro tentativas da primeira parte da fase de aquisição. Mais especificamente o participante 5 não pontuou em uma tentativa e obteve apenas um ponto em outra e o participante 7 não pontuou em duas tentativas. Os participantes 1 e 3, apesar de terem pontuação 5 na primeira tentativa da fase de aquisição, obtiveram baixa pontuação em três tentativas da segunda parte da fase de aquisição. E o participante 4, apesar de ter obtido pontuação máxima na primeira tentativa da fase de aquisição, obteve baixa pontuação em uma tentativa da primeira parte da fase de aquisição e em cinco tentativas da segunda parte da fase de aquisição.

Nas fases dos testes, os participantes 1, 3, 4, 5 e 7 obtiveram alta pontuação em todas as tentativas, já os participantes 2 e 6 apresentaram queda no desempenho respectivamente em três e quatro tentativas. Mais especificamente, o participante 2 obteve

baixa pontuação em duas tentativas do teste de retenção e na última tentativa do teste de transferência; o participante 6 obteve baixa pontuação nas três últimas tentativas da fase de aquisição e na última tentativa da fase de transferência.

4. DISCUSSÃO

As alterações apresentadas por indivíduos com SD podem se manifestar funcionalmente interferindo na capacidade de desempenhar de forma independente diversas atividades e tarefas da rotina diária. Embora a literatura disponibilize evidências sobre as limitações em termos das funções de órgãos e sistemas que compõem a estrutura do corpo (i.e., capacidades motoras e cognitivas), informações sobre o impacto destas dificuldades internas no desempenho de atividades diárias são menos frequentes. Entretanto, esse tipo de informação funcional é extremamente relevante para profissionais da área da saúde, uma vez que as expectativas dos pais de crianças com SD estão mais relacionadas à informação funcional do que a informação sobre sintomatologia e componentes específicos de desempenho. A escassez de evidências sobre o desempenho funcional da SD limita os profissionais a predizer desfechos e expectativas possíveis de serem alcançadas¹⁰.

Devido às dificuldades que a pessoa com SD apresenta para realizar diferentes tarefas do dia a dia, este trabalho teve como objetivo verificar a aprendizagem motora de um jogo eletrônico. Para tanto, a tarefa escolhida foi o jogo de boliche, atividade esta com baixas dificuldades de manuseio e entendimento. Os resultados obtidos não direcionaram a ocorrência de aprendizagem, mas mostram um bom desempenho na tarefa do boliche no jogo virtual, os participantes conseguiram resultados bastante funcionais, derrubando uma média de 6 a 10 pinos em todas as fases do estudo, mesmo quando realizaram a tarefa com a mão não dominante.

Wuang et al. (2010)²¹ realizaram um estudo para testar a hipótese de que a realidade virtual, utilizando tecnologia de jogos Wii, é potencialmente eficaz na melhora das funções sensório-motoras em crianças com SD. Para testar esta hipótese, os autores compararam o efeito da terapia ocupacional padrão e da realidade virtual com tecnologia de jogos Wii em crianças com SD e inseriram um grupo controle para uma interpretação válida dos efeitos dos tratamentos. Os participantes que receberam terapia por meio do Wii tiveram maior mudança no desempenho motor, na integração de habilidades visuais e nas funções de integração sensorial. Confirmando a hipótese levantada, a realidade virtual, utilizando a tecnologia dos jogos Wii, demonstrou benefícios na melhoria das funções sensório-motoras em crianças com SD. Os autores afirmam que esta terapia poderia ser utilizada de forma auxiliar a outras intervenções de reabilitação de sucesso no tratamento de crianças com SD.

O estudo de Gimenez et al. (2007)²² encontrou dificuldades na realização de uma tarefa por indivíduos com SD. Considerando que as habilidades motoras são representadas de forma abstrata em programas de ação e que, uma vez formados, esses programas constituem-se em módulos que minimizam as demandas de controle motor em tarefas complexas, este estudo investigou se há formação de módulos na aquisição de habilidades motoras em indivíduos normais e com SD. Para isso, um grupo de crianças, um grupo de adultos e outro grupo de adultos com SD praticaram a reprodução manual de um padrão gráfico composto de cinco linhas retas ao qual foi adicionado um novo padrão após 100 tentativas. O grupo de adultos com SD formou programas de ação com maior instabilidade, dificultando a formação de módulos e o seu desempenho foi similar ao do grupo de crianças. Foi observada muita variabilidade no tempo total de movimento e no tempo de total de pausa que não se alterou com a prática ou com a nova tarefa. Os autores questionam

se esta dificuldade é consequência de um sistema diferenciado, ou se é uma estratégia para contornar as especificidades da condição dada pela síndrome. A semelhança do desempenho do grupo de adultos com SD com o grupo de crianças denota que a sua dificuldade está provavelmente ligada à estabilização do programa de ação no desempenho de atos motores mais complexos. Tanto a tomada de decisão sobre o que deve ser executado quanto a seriação dos elementos no programa podem estar comprometidas na SD. Isso se evidenciou pela grande variabilidade do tempo de pausa relativo, do sequenciamento e da grande perturbação causada ao se introduzir novos elementos na tarefa. Em suma, segundo os autores a ausência de modularidade no comportamento pode explicar as dificuldades motoras muitas vezes enfrentadas por indivíduos com SD.

No presente estudo alguns fatores podem ter contribuído para que os participantes conseguissem um bom desempenho na tarefa proposta desde os primeiros lançamentos no boliche.

4.1. DIFICULDADE FUNCIONAL

Uma possível explicação pode ser pelo grupo ter sido constituído por indivíduos com SD que apresentavam dificuldade leve e moderada na execução de tarefas funcionais. Sabe-se que o grau de severidade deve ser considerado, pois o nível de desenvolvimento cognitivo pode afetar diretamente a formação de programas de ação^{23,24}.

A Síndrome de Down (SD) tem como uma das suas características o déficit intelectual, além de atrasos no desenvolvimento motor, déficit de desempenho sensorio-motor, disfunções perceptivas e limitações significativas no comportamento adaptativo. Apesar das questões e dúvidas existentes em avaliações quantitativas de deficiências intelectuais, verifica-se que a dificuldade gerada pelos diferentes graus de deficiência intelectual está

relacionada à execução funcional de tarefas da vida diária. Estas dificuldades podem influenciar no desempenho participativo nas atividades escolares, desempenho acadêmico, independência na vida diária, e a aceitação social pelos companheiros²¹.

4.2. CARACTERÍSTICA DA TAREFA ESCOLHIDA.

Indivíduos com SD podem apresentar uma tendência de melhora no desempenho dependendo do seu grau de dificuldade em tarefas funcionais ou mesmo da demanda da tarefa. Em tarefas mais complexas é possível que o indivíduo com SD necessite de mais tempo para aproveitar a prática, maior quantidade de prática para estabilizar o desempenho como também de uma prática mais qualitativa, isto é, mais voltada ao atendimento de suas necessidades motoras e cognitivas²⁴. O jogo de boliche do Nintendo Wii foi uma tarefa fácil em termos cognitivos e motores para este grupo com dificuldade leve e moderada na execução de tarefas funcionais, o que facilitou o seu desempenho desde os primeiros lançamentos. Brunamonti e Pani (2011)²⁵ testaram indivíduos com SD em tarefas motoras complexas em que uma demanda conflitante salientava a capacidade de controlar o comportamento. Neste estudo os indivíduos com SD apresentaram um desempenho reduzido tanto na geração como na supressão do movimento. A sua capacidade de reagir rapidamente a um determinado sinal é alterada, provavelmente em tarefas que exijam imprevisibilidade e cautela no desempenho.

Observou-se neste trabalho com o Wii, que a grande dificuldade na execução da tarefa do jogo de boliche estava no momento em que os participantes tinham que soltar o botão do controle do Wii junto com o balanço final do braço para que a bola de boliche fosse lançada. Dessa forma necessitaria uma combinação de movimentos, coincidindo parada do ato de balançar o braço com soltar o botão no momento correto. Muitas vezes os participantes

soltavam o botão antes de o braço chegar à frente, nesse caso o jogo não possibilitava o lançamento da bola e era necessária uma nova tentativa. No jogo de boliche do Wii, não existe marcação de erro para a pessoa que não consegue lançar a bola, mais especificamente, o jogo permite que o participante realize quantas tentativas forem necessárias, pois o erro é computado somente após o lançamento. Como os participantes da pesquisa tiveram dificuldade em soltar a bola, ou seja, a grande dificuldade estava em organizar a parada do movimento do braço concomitante com o soltar o botão e esse erro não foi mensurado quantitativamente; após este aprendizado os participantes conseguiram bons resultados de desempenho. Brunamonti e Pani (2011)²⁵ afirmam existir uma diferença com relação a processos de controle de movimento na SD; quando é necessário realizar uma parada de movimento, o processo se inicia mais lento ou com atraso.

Os estudos de Virji-Babul et al. (2011)²⁶, por meio de avaliação de circuitos neurais, indicam que os indivíduos com SD mostram diferenças nas redes corticais para a realização de um movimento, alteração em acoplamento entre hemisférios cerebrais, o que pode ser a justificativa por subjacentes deficiências na integração sensório-motora.

Devido à dificuldade em soltar o botão no momento exato, os avaliadores necessitaram, constantemente, oferecer instruções verbais, físicas e demonstração para que a tarefa pudesse ser realizada. Segundo Wuang (2010)²¹, crianças com SD demonstram problemas de movimento muito específico quando eles são necessários para organizar uma sequência de movimento com base em compreender informações verbais. As dificuldades específicas motoras-verbais têm implicações para a aprendizagem de habilidades motoras²¹. Para todos os participantes foram fornecidas instruções verbais simultaneamente à demonstração durante todo o período da prática,

provavelmente pela dificuldade de compreensão do que está sendo dito quando se executa outra tarefa motora simultaneamente^{22,23,27}. Estudos realizados na área de Aprendizagem Motora têm demonstrado que a combinação de demonstração e instrução verbal melhora o desempenho na aprendizagem de tarefas motoras²⁸.

O motivo das instruções com demonstrações simultâneas constantes também pode ter ocorrido devido à falta de entendimento da tarefa, e do propósito do jogo. De acordo com Ennes (2004)²⁸, a observação de um modelo apropriado durante o período de aprendizagem de uma tarefa motora pode trazer benefícios, uma vez que o aprendiz precisa de uma orientação quanto ao objetivo a ser alcançado e das estratégias adequadas; isto ocorre por meio de um quadro de referência que é útil tanto para a produção quanto à avaliação do movimento. A demonstração pode ser considerada como um dos principais meios de aquisição de comportamento e modificação de padrões pré-existentes. A instrução verbal conjunta é importante, pois visa fornecer ao aprendiz dicas para se identificar o que deve ser realizado e o caminho que deve ser percorrido para alcançar o objetivo. Age também como mediador que aperfeiçoa a representação cognitiva da demonstração, direcionando a atenção do aprendiz para os aspectos críticos da tarefa²⁹.

Provavelmente, a necessidade de dois padrões de movimento simultâneos, onde os participantes tinham que soltar o botão no final do movimento de balanço do braço dificultou o entendimento e a realização inicial dos participantes com SD, mas após as informações verbais, físicas e demonstração eles conseguiram bom entendimento e desempenho, considerando-se a média de pinos derrubados. Ou seja, após a compreensão da execução do lançamento da bola, os participantes conseguiram cumprir de forma eficaz a meta do jogo de derrubar o maior número possível de pinos. Em geral, a ordem de execução dos componentes e o grau de integração entre eles são

importantes para a sua realização. Desta forma, provavelmente, indivíduos com SD recorrem a estratégias motoras diferentes ou não usuais para a solução de um determinado problema motor. Nesse caso, as restrições do organismo constituiriam um fator relevante na escolha dos movimentos a serem utilizados no alcance de suas metas motoras³⁰. Padrões motores são qualitativamente diferentes e menos eficientes em pessoas com SD, os quais apresentam alterações no tempo de reação, lentidão no início do movimento e durante o desempenho. Além disso, aumentam as taxas de erro na execução, sugerindo déficits subjacentes na programação motora e sequências de execução dos movimentos^{26, 31-34}.

De acordo com Gimenez et al., (2004)³⁰ os estudos sobre movimentos fundamentais indicam que os indivíduos com SD podem atingir os estágios mais avançados desses padrões, embora apresentem um atraso nesse processo, como dificuldades no controle para sua implementação e nos ajustes para acomodar as variações nas demandas da tarefa e do ambiente. Com relação à combinação dos padrões fundamentais de movimento, segundo esses autores, ela não pode ser entendida a partir de uma simples relação aditiva entre os componentes, pois cada elemento se modifica em função do todo, permitindo que a execução ganhe em fluência e sincronia.

Outro fator citado por Gimenez (2007)²³ e Gimenez et al. (2006)²⁴ é a relação entre capacidade motora e a sincronização temporal na SD. A capacidade motora de sincronização temporal é importante no desempenho e na aquisição de habilidades motoras que impliquem a necessidade de ajustar as ações de um ou mais segmentos corporais com um objeto, pessoa, ou evento do ambiente que esteja em mudança. Considerando que as capacidades motoras constituem pilares de sustentação para a aquisição de habilidades, é possível que uma defasagem na capacidade motora de sincronização temporal resulte em dificuldades para o desempenho

em tarefas motoras em indivíduos com SD. No que diz respeito às medidas de desempenho, sobretudo nas tarefas de sincronização temporal, a dificuldade observada para o lançamento da bola de boliche no Nintendo Wii vai ao encontro da literatura que sugere uma dificuldade por parte dos indivíduos com SD em antecipar e responder adequadamente as tarefas motoras com maior demanda temporal^{23,24}.

Gimenez (2007)²³ comparou o desempenho de indivíduos com SD e normais numa tarefa de sincronização temporal em condições controladas de laboratório e em duas outras tarefas de maior validade ecológica, rebater e receber. Conforme esperado, indivíduos com SD apresentaram mais dificuldade para a realização de todas as tarefas motoras, possivelmente em razão de um grande déficit na capacidade de sincronização temporal. As diferenças entre os indivíduos com SD e grupos controle acontecem tanto em medidas de desempenho quanto no processo de execução, seja nas condições mais controladas de laboratório, seja nas de maior validade ecológica.

4.3. PECULIARIDADES SOCIOECONÔMICA DO GRUPO AVALIADO

Um terceiro fator que deve ser considerado foi que o grupo avaliado pertence a uma escola de classe socioeconômica média alta, onde os indivíduos frequentam diariamente e são atendidos por uma equipe multidisciplinar e, desta forma, têm contato diário com computador e fazem parte do dia a dia dos participantes atividades físicas planejadas e a prática de algum tipo de jogo eletrônico quando estão em casa. Rand et al. (2004)³⁴ citam que os avanços tecnológicos continuam influenciando as práticas regulares de esportes e enfatizam que ocasionalmente são criadas novas ferramentas para intervenção. A utilização da realidade virtual como

instrumento de intervenção na prática de atividade física é uma dessas novas ferramentas nas quais as mudanças se direcionaram para uma participação diferenciada em vários esportes, prática inovadora e que permite a sua inclusão em ambiente doméstico ou de fácil acesso¹⁸. Os jogos eletrônicos proporcionam uma experiência relacionando-se, também, com a valorização do uso do corpo nos processos interativos dos meios digitais, já que estes exigem uma postura pró-ativa de exploração do ambiente pelo seu usuário, que é realizada pelos sentidos físicos³⁵. Atualmente, os jogos eletrônicos estão presentes em várias casas no mundo e fazem parte da rotina interativa, por meio do movimento, entre pais e filhos, se tornando uma rotina familiar. Ao avaliar indivíduos com SD que tenham interação com a linguagem eletrônica, provavelmente, foi fácil sua adaptação às exigências do jogo de boliche do Nintendo Wii.

Verifica-se que, ao fazerem parte de uma escola que oferece todo apoio e acompanhamento aos participantes, eles têm muitas possibilidades de vivenciar práticas esportivas e cognitivas. Fica cada vez mais evidente a importância das pessoas envolvidas com os indivíduos com SD; o seu apoio é fundamental, como facilitadores da prática da atividade física³⁶. Geralmente, as pessoas com SD não iniciam a participação em atividade física por conta própria; muitas vezes, essa decisão é feita por um adulto ou responsável. Mahy et al. (2010)³⁶ encontraram resultados indicando que a prática de atividade física para SD foi mais efetiva quando ocorreu uma participação simultânea com adultos e familiares, ao invés de apenas ocorrer a instrução de como realizar os movimentos. Isto sugere que as estratégias de aumentar os níveis de atividade na SD devem incluir educar as pessoas responsáveis sobre a importância de apoiar a atividade física, incentivando-os a ser mais fisicamente ativos e ajudando-os a minimizar quaisquer encargos associados, tais como restrições de tempo e problemas de transporte³⁶.

Mahy et al. (2010)³⁶ apresentam três motivos que facilitam a inclusão do indivíduo com SD em prática de atividade física: (1) apoio dos outros; (2) atividade divertida ou interessante, e (3) rotina e familiaridade. Considerando os motivos citados, deve-se verificar como é realizado o apoio dos outros, as atitudes, empenho e ações dos profissionais e familiares mais próximas das pessoas com SD na facilitação da prática de atividade física, quantas vezes se estimula a pessoa com SD a ser ativo, como se iniciou a prática da atividade física e como familiares e profissionais envolvidos utilizam a criatividade, entusiasmo, interesse e motivação para manter a pessoa com SD praticante de atividade física.

Considerando a importância do “interessante e motivação” para a prática da atividade física na SD, provavelmente, a opção de utilizar jogos eletrônicos tenha essa vantagem. O jogo eletrônico permite esse caráter motivador principalmente devido ao envolvimento da realidade virtual, que se preocupa com a motivação do usuário em relação ao uso do sistema, até porque a realidade virtual é o uso de alta tecnologia para convencer o usuário de que ele está em outra realidade, promovendo completamente o seu envolvimento³⁷. A idéia de envolvimento, por sua vez, está ligada ao grau de motivação para o engajamento de uma pessoa em determinada atividade.

Este trabalho não verificou ocorrência de aprendizagem motora na tarefa do jogo eletrônico do Wii da Nintendo, pois os participantes com SD, que apresentavam dificuldade leve e moderada na execução de tarefas funcionais, conseguiram pontuação alta desde os primeiros lançamentos, mesmo quando foram solicitados a realizar a tarefa com a mão não dominante. Apesar dos participantes serem acostumados com computadores e com jogos eletrônicos, eles apresentaram dificuldades no momento de soltar a bola. Mas como o jogo de boliche do Wii não computava este erro, apenas não possibilitava o lançamento da

bola e permitia uma nova tentativa, e, além disso, o número de tentativas em que a bola não foi lançada não foi registrado, não foi possível acompanhar a melhora no desempenho dos participantes. É de fundamental importância a continuação de estudos que busquem informações funcionais dos indivíduos com SD.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Arya R, Kabra M, Gulati S. Epilepsy in children with Down syndrome. *Epileptic Disord.* 2011 Mar; 13(1):1-7.
2. Ribeiro CTM, Ribeiro MG, Araújo APQC, Torres MN, Neves MA. O Perfil do atendimento fisioterapêutico na Síndrome de Down em algumas instituições do município do Rio de Janeiro. *Revista de Neurociência.* 2007; 15:114-119.
3. Einfeld SI, Brown R. Down syndrome: new prospects for an ancient disorder. *JAMA.* 2010; 303:2525-2526.
4. McCabe LL, McCabe ER. Down syndrome: Issues to consider in a national registry, research database and biobank. *Mol Genet Metab.* 2011, 36(2):118-126.
5. Koiffman NCP, Diament A. Cromossomopatia. In: Diament A, Cypel S. *Neurologia infantil.* São Paulo: Atheneu; 2005. p. 383-414.
6. Määttä T, Määttä J, Tervo-Määttä T, Taanila A, Kaski M, Livananen M. Healthcare and guidelines: a population-based survey of recorded medical problems and health surveillance for people with Down syndrome. *J Intellect Dev Disabil.* Publicação futura em 2011.
7. Cooley WC, Graham JM. Down syndrome: an update and review for the primary pediatrician. *Clin Pediat.* 1991; 30:233-253.
8. Kozma C. O que é a Síndrome de Down? In: Etray-Gundersen K, organizadora. *Crianças com síndrome de Down: guia para pais e educadores [Internet].* Porto Alegre: Artmed; 2007. p 15-42. Disponível em: <http://www.livrariacultura.com.br/imagem/capitulo/5053298.pdf>.

9. Lifante SM. Estudo da correlação entre coordenação motora e habilidades motoras de pessoas com Síndrome de Down [dissertação de Mestrado]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2009. 103 f.
10. Mancini MC, Silva PC, Gonçalves SC, Matins SM. Comparação do desempenho funcional de crianças portadoras de síndrome de Down e crianças com desenvolvimento normal aos 2 e 5 anos de idade. *Arq Neuropsiquiatr*. 2003; 61(2B):15-409.
11. Zuchetto AT, Castro RLVG. As contribuições das atividades físicas para a qualidade de vida dos deficientes físicos. *Kinesis*. 2002; (26):52-166.
12. Silva NLP, Dessen MA. Crianças com Síndrome de Down e suas interações familiares. *Psicologia: Reflexão e Crítica*. 2003; 16(3):503-514.
13. Varela PMF. Coordenação motora em indivíduos portadores de Síndrome de Down praticantes e não praticantes de actividade física. Porto: Universidade do Porto; 2006.
14. Silva DR, Ferreira JS. Intervenções na Educação Física em crianças com Síndrome de Down. *Revista da Educação Física*. 2001; 12(1):69-76.
15. Moreira LMA, El-Hani CN, Gusmão FAF. A síndrome de Down e sua patogênese: considerações sobre o determinismo genético. *Rev Bras Psiquiatr*. 2000; 22(2):96-99.
16. Halton J. Virtual rehabilitation with vídeo games: a new frontier for occupational therapy. *Occupational therapy now* [Internet]. 2008; 9(6):12-14. Disponível em: <http://www.caot.ca/otnow/jan%2008/virtual.pdf>.
17. Perani L, Bressan RT. Wii Will Rock you: Nintendo Wii e as relações entre interatividade e corpo nos videogames. Disponível em: http://www.petfacom.ufjf.br/arquivos/artigos/Artigo_3_Wii.pdf
18. Rizzo A. Virtual reality and disability: emergence and challenge. *Disability and Rehabilitation*. 2002; 24:567-569.
19. CIF – Classificação Internacional de funcionalidade, Incapacidade e Saúde. São Paulo: Editora da Universidade;

2003. Centro Colaborador da Organização Mundial da Saúde para Família de Classificações Internacionais, organização e coordenação da tradução Cássia Maria Buchalla.
20. Gunnar G., Stuchi G. Organizing human functioning and rehabilitation research into distinct scientific fields Part II: conceptual descriptions and domains for research. *Journal of rehabilitation medicine*. 2007; 39(4):308-322.
 21. Wang YP, Chiang CS, Su CY, Wang CC. Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in children with Down syndrome. *Res Dev Disabil* [Internet]. 2011 Jan-Feb ; 32(1):312-321.
 22. Gimenez R, Stefanoni FF, Farias PB. Relação entre a capacidade de sincronização temporal e os padrões fundamentais de movimento rebater e receber em indivíduos com e sem Síndrome de Down. *R. bras. Ci. e Mov*. 2007; 15(3):95-101.
 23. Gimenez, R. Atividade motora para indivíduos portadores da Síndrome de Down. *Lecturas Educación Física y Deportes* (Buenos Aires). 2008;11:12-27.
 24. Gimenez R, Manoel EJ, Basso L. Modularidade de programas de ação em indivíduos normais e portadores da Síndrome de Down. *Psicologia: Reflexão & Crítica*. 2006; 19(1):60-65.
 25. Brunamonti E, Pani P, Papazachariadis O, Onorati P, Albertini G, Ferraina S. Cognitive control of movement in down syndrome. *Res Dev Disabil*. 2011, 32(5):1792-1797.
 26. Virji-Babul N, Moiseev A, Moiseeva N, Sun W, Ribary U, Lott I. Altered brain dynamics during voluntary movement in individuals with Down syndrome. *Neuroreport*. 2011 May 11; 22(7):358-364.
 27. McCullagh P. Modeling: learning, developmental, and social psychological considerations. In: Singer RN, Murphey M, Tennant LK. *Handbook of research on sport psychology*. New York: Macmillan Publishing Company; 1993. p. 106-126.
 28. Ennes FCM. Efeitos da combinação de demonstração, instrução verbal e frequência de conhecimento de resultados na aquisição de habilidades motoras [dissertação de Mestrado]. Universidade Federal de Minas Gerais; 2004.

29. Púbio NS, Tani G, Manoel EJ. Efeitos da demonstração e instrução verbal na aprendizagem de habilidades motoras da ginástica olímpica. *Revista Paulista de Educação Física*. 1995; 9(2);111-124.
30. Gimenez R, Manoel EJ, Oliveira DL, Basso L. Combinação de padrões fundamentais de movimento: crianças normais, adultos normais e adultos portadores da Síndrome de Down. *Rev Bras Educ Fís*. 2004; 18(1):101-116.
31. Frith U, Frith C. Specific motor disabilities in Down's syndrome. *J Child Psychol Psychiatry*. 1974; 15:293-301.
32. Anson JG. Neuromotor control and Down syndrome. In: Summers JJ, editor. *Approaches to the study of motor control and learning*. Amsterdam: North- Holland Publishing; 1992. p. 387-412.
33. Henderson SE, Morris J, Frith U. The motor deficit in Down's syndrome children: a problem of timing? *J Child Psychol Psychiatry*. 1981; 22:233-245.
34. Rand D, Kizony R, Weiss PL. Virtual reality rehabilitation for all: Vivid GX versus Sony Play Station II Eye Toy. 5th International Conference on Disability Virtual Reality and Associated Technologies; Oxford, UK.; 2004. p. 87-94.
35. Morrow k, Docan C, Burdea G, Merians A. Low-cost virtual rehabilitation of the hand for patients poststroke; International Workshop on Virtual Rehabilitation; New York 2006.
36. Mahy J, Shields N, Taylor NF, Dodd KJ. Identifying facilitators and barriers to physical activity for adults with Down syndrome. *J Intellect Disabil Res*. 2010 Sep; 54(9):795-805.
37. Braga M. Realidade virtual e educação. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*. 2001; 1(1):1-13.

CAPÍTULO 8

COMPARAÇÃO DE DESEMPENHO DE AMBIENTE REAL PARA VIRTUAL EM DEFICIENTES FÍSICOS

Carlos Bandeira de Mello Monteiro

Jaqueline Freitas de Oliveira Neiva

Mariana Moura

Miriele Alvarenga Marcelo

Joana Paula de Barros

Marcelo Massa

Apoio: Ministério do esporte – Centro de Desenvolvimento do
Esporte Recreativo e do Lazer (REDE CEDES)

RESUMO

O objetivo da presente pesquisa foi verificar o desempenho em indivíduos com deficiência física numa tarefa realizada no ambiente real quando praticada em ambiente de jogo virtual no Wii Sport Resort da Nintendo. O Nintendo Wii é uma tecnologia que se insere na tendência atual de valorização do corpo nos processos de interação. Participaram da pesquisa 15 atletas praticantes de tênis de mesa adaptado, inexperientes na tarefa de jogar tênis de mesa no Wii Sport Resort da Nintendo. A tarefa consistiu em receber a bola de tênis de mesa e devolver no campo adversário no jogo de tênis de mesa do Wii Sport Resort da Nintendo. O delineamento do estudo consistiu na realização de 100 tentativas, sendo 10 blocos de 10 tentativas para cada participante. Os resultados indicaram que os participantes apresentaram desempenhos semelhantes em cada bloco e tentativas, o que representa que houve bom desempenho de ambiente real para ambiente virtual. Atribuiu-se esse resultado ao fato de que a tarefa de tênis de mesa em ambiente real apresenta maior dificuldade, principalmente, pelo aumento de fatores extrínsecos, e desta forma realizá-la em ambiente virtual seja mais fácil.

Palavras-chave: Controle Tecnológico de Ambientes, Pessoas com Deficiência, atividade motora

1. INTRODUÇÃO

A modernização, a industrialização e a informatização dos dias atuais fazem com que o homem, apesar de ter uma vida muito atribulada, utilize-se cada vez menos de esforços físicos (caminhar, pedalar, nadar, trabalho braçal, etc.) para atingir os objetivos do dia a dia. A tecnologia tem facilitado muito a vida das pessoas nos seus afazeres mais difíceis. Se, por um lado, isto é muito bom, por outro, todas estas facilidades fazem com que o homem se torne mais sedentário e, conseqüentemente, fique mais exposto às doenças crônico-degenerativas, obesidade, entre outras¹.

É importante enfatizar que a prática regular de atividade física apresenta uma relação inversa com risco de doenças crônico-degenerativas e tem um efeito positivo na qualidade de vida de qualquer indivíduo. Pate et al. (1995)² citado por Oehlschlaeger et al. (2004)³, comenta que países desenvolvidos, por meio de instituições e organizações, têm concentrado seus esforços na área da saúde pública e na prevenção de várias doenças relacionadas ao sedentarismo, mediante planos de adoção de atividade física regular para melhoria da saúde individual e coletiva.

Assim, na medida em que os avanços da tecnologia trouxeram maior conforto, agilidade e até possibilidades inúmeras de entretenimento, o homem relegou a um segundo plano a sua interação direta com as tarefas cotidianas de exploração do espaço, suas dimensões e objetos por meio dos movimentos naturais de locomoção, estabilização e manipulação – em outras palavras, as tradicionais brincadeiras espontâneas de criança nas praças, ruas e parques, bem como a prática invariável dos jogos esportivos ao longo dos anos da infância e adolescência, gradualmente deram lugar ao ambiente atraente dos jogos de computador e videogames cada vez mais sofisticados. Neste sentido, nas últimas décadas, diversos estudos têm apontado que as variáveis relacionadas

ao desenvolvimento das capacidades físicas e das habilidades motoras parecem sofrer um impacto negativo, oriundo de hábitos contemporâneos de sedentarismo e de entrega total aos confortos da tecnologia.

Pitanga e Lessa (2005)⁴ realizaram trabalho interessante verificando a prática de atividade física em momentos de lazer e, analisando a população total do estudo, observaram valores elevados de sedentarismo, 60,4% dos homens e 82,7% das mulheres realizam atividades sedentárias em seus momentos de lazer. Nos estudos internacionais sobre esse mesmo tema, com grandes amostras, os autores citam que as prevalências do sedentarismo no lazer variaram, sendo descritas desde 28,9% para mulheres e 24,2% para homens em países da União Européia.

Da mesma forma, tratando-se de pessoas com deficiência, a prática de atividades físicas é de fundamental importância, enfatizando-se atividades que levem em conta a sua capacidade, necessidades e limitações, auxiliando no desenvolvimento e aprimoramento de movimentos necessários para a realização de tarefas essenciais no seu dia a dia¹.

Outro fator a se considerar é o aumento a cada dia do número de pessoas com deficiência física, principalmente decorrente de lesões na medula espinal. Como consequência, há um contingente de pessoas impossibilitadas de exercer as atividades da vida cotidiana em igualdade de condições com a população em geral, não só devido às dificuldades físicas causadas pela deficiência, mas também pelas barreiras do meio ambiente. Entre essas barreiras, a falta de rampas para a locomoção, a dificuldade de acesso aos locais pela ausência de transporte adaptado, o que facilitaria a integração desses indivíduos na comunidade, e a carga de estigma e discriminação existente⁵.

Neste sentido, a ausência de exercício físico gerado pela imobilização dos membros afetados conduz a mudanças na

composição corporal, tais como: redução do conteúdo de mineral ósseo, da massa muscular esquelética e da água corporal. Por outro lado o exercício físico exerce influência positiva para manter a normalidade dos parâmetros bioquímicos do grupo exercitado em relação ao grupo sedentário⁵. Silva et al. (2004)⁵ citam que indivíduos sedentários com lesão medular apresentam uma tendência a sobrepeso, aumento em algumas frações das lipoproteínas e da glicose plasmática. A consequência deste fato é o aumento do risco de doenças, quando comparados com o grupo praticante de exercício físico.

Também é possível acrescentar que as atividades físicas, além dos benefícios orgânicos (aspectos metabólicos, cardiorrespiratório e músculo-ostearticular), contribuem significativamente para a melhoria do convívio social, para promoção da independência, de um auto conceito mais positivo, enfim, fazem com que os deficientes físicos sejam encorajados a fazer tudo o que são capazes, buscando otimizar o seu potencial. Sabe-se que pessoas com deficiências tendem a ser mais sedentárias, portanto, o apoio social da família e dos amigos é considerado fundamental para que elas adotem um estilo de vida mais ativo. Quando bem orientada, a atividade física possibilitará uma melhora na qualidade de vida do deficiente físico¹.

O conceito de qualidade de vida é bastante complexo e envolve dimensões como bem-estar físico, familiar e emocional, habilidade funcional, espiritualidade, função social, sexualidade e função ocupacional, que, quando integradas, mantêm o indivíduo em equilíbrio consigo mesmo e com o mundo ao seu redor. Segundo a Organização Mundial da Saúde, qualidade de vida é a percepção do indivíduo acerca de sua posição na vida, de acordo com o contexto cultural e o sistema de valores com os quais convivem em relação a seus objetivos, expectativas, padrões e preocupações⁶⁻⁸.

Considerando a importância da prática da atividade física

para a qualidade de vida do deficiente, uma opção, dentre várias possibilidades, é a prática de esportes adaptados incluindo-se esportes de competição. O esporte de competição para deficientes físicos tornou-se mais conhecido após o surgimento das Paraolimpíadas, jogos para pessoas com deficiência, que acontecem na mesma época e lugar das já tradicionais Olimpíadas¹.

Dentre os esportes considerados Paraolímpicos, um esporte bastante interessante para o deficiente físico, principalmente por necessitar de pouca adaptação de regras, é o tênis de mesa adaptado, o qual pode ser jogado por deficientes físicos nas categorias masculina e feminina, por equipe e individual, sendo praticado em pé ou com a utilização de cadeira de rodas⁹.

Curioso é que, além da prática do tênis de mesa tradicional e com adaptações para o deficiente físico, acompanhando os avanços advindos da evolução tecnológica dos videogames e seus desdobramentos para um ambiente que integre ao sistema a realidade virtual, atualmente é muito comentada e praticada uma versão diferenciada, na qual se utiliza jogos eletrônicos virtuais; dentre vários, o console Nintendo Wii, provavelmente, é o mais citado na literatura¹⁰⁻¹².

A proposta deste jogo ratificou, sobretudo, a ideia de um aparelho simples e divertido, que interessa tanto a crianças quanto aos pais, fazendo do console um espaço de sociabilidade por meio do compartilhamento de uma experiência corporal, ou seja, a prática do jogo envolve determinados movimentos que podem colocar o praticante/jogador diante do emprego de habilidades motoras grossas, envolvendo outros grupamentos musculares além daqueles tradicionalmente ativados nos videogames mais antigos, nos quais apenas a manipulação e uma coordenação motora de característica mais fina eram presentes. É interessante observar que as discussões sobre o caráter inovador da interatividade com o usuário do

Nintendo Wii, ou seja, do uso corpóreo nos seus processos de aproveitamento das possibilidades dadas por este console, insere-se dentro de uma perspectiva de especial atenção aos estudos sobre o corpo nas ciências humanas e sociais, que de certa forma reconhece a importância dos aspectos corporais para o uso dos meios de comunicação¹³.

Ao praticar o tênis de mesa, tanto em ambiente real como virtual algumas semelhanças são verificadas; independentemente do ambiente, as habilidades de movimento têm características especializadas referentes à tarefa e constituem exercícios maduros de movimentos fundamentais refinados¹⁴. Desta forma, o ponto até onde tais habilidades são desenvolvidas depende de uma combinação de condições específicas das exigências da tarefa, da biologia do indivíduo e das condições do meio de aprendizagem.

Após as observações apresentadas, verifica-se que é bastante interessante a análise do desempenho de atletas de tênis de mesa adaptado inseridos em um contexto de execução da tarefa em um ambiente virtual. Os resultados poderão direcionar futuras pesquisas sobre tarefas semelhantes entre ambiente reais e virtuais. Para tanto, surgiu a seguinte pergunta: Será que o praticante de tênis de mesa adaptado consegue transferir seu desempenho quando está frente à mesma modalidade esportiva, no entanto em ambiente virtual?

2. OBJETIVO

O objetivo do presente estudo foi verificar se existe melhora no desempenho em uma tarefa realizada no mundo real para um ambiente de jogo virtual em indivíduos com deficiência física.

3. MÉTODO

Participaram deste estudo 15 atletas praticantes de tênis de mesa adaptado inexperientes na tarefa de jogar tênis de mesa

no Wii Sport Resort da Nintendo, sendo 10 do gênero masculino e 5 do gênero feminino (TABELA1), que participaram do III CAMPEONATO PARAOLÍMPICO RANKING PAULISTA “TALENTO ESPORTIVO” realizado no ano de 2010. Esta pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética em pesquisa com protocolo de aprovação número PP 13501130 e todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido concordando com a participação na pesquisa.

Para a realização da tarefa utilizou-se o jogo de tênis de mesa do Wii Sport Resort da Nintendo. Para tanto, os participantes ficaram a 3 metros de distância de uma televisão de 52 polegadas da marca Sony, e realizaram a tarefa de receber a bola de tênis de mesa e devolver no campo adversário. O delineamento do estudo consistiu na realização de 100 tentativas, sendo 10 blocos de 10 tentativas para cada participante.

TABELA1: Características dos participantes da pesquisa

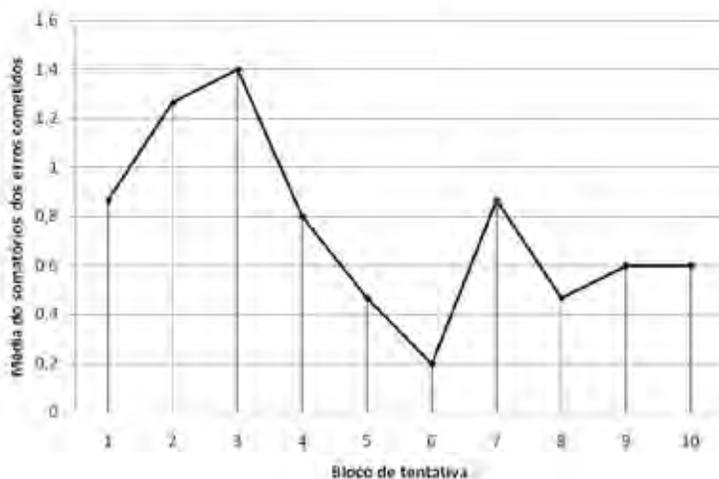
ID	GÊNERO	IDADE	DEFICIÊNCIA	CLASSIFICAÇÃO FUNCIONAL
1	Masculino	48	Lesão medular T7	3
2	Masculino	30	Lesão medular T1	3
3	Masculino	39	Lesão medular T12	4
4	Masculino	40	Lesão medular C6, C7	2
5	Feminino	20	Lesão medular T9	4
6	Feminino	12	Mielo - cadeirante	5
7	Masculino	22	Lesão medular L2, L3	3
8	Masculino	43	Lesão medular T10	4
9	Feminino	38	Poliomelite - cadeirante	4
10	Masculino	15	Mielo - cadeirante	5

ID	GÊNERO	IDADE	DEFICIÊNCIA	CLASSIFICAÇÃO FUNCIONAL
11	Masculino	14	AVE esquerdo – em pé	7
12	Feminino	39	Poliomelite - cadeirante	4
13	Masculino	19	Hemiparesia direita - em pé	8
14	Masculino	44	Lesão medular T11, T12	4
15	Feminino	40	Poliomelite - cadeirante	5

4. RESULTADOS

Os dados iniciais referentes a cada erro que os participantes cometeram foram anotados em uma planilha, posteriormente, organizados em blocos de 10 tentativas, e executado o somatório dos erros em cada bloco. Uma ANOVA a dois fatores (grupo1 X bloco10) de medidas repetidas no último fator foi executada. Em virtude da violação do pressuposto de esfericidade (simetria composta) das matrizes de covariância, o valor de F foi corrigido pelo procedimento de Greenhouse-Geisser. O teste estatístico indicou que não houve diferenças significativas no fator fixo “bloco” [$F(9,13) = 1,35$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,88$]. Sendo assim, os participantes apresentaram desempenhos semelhantes em cada bloco de 10 tentativas (GRAFICO1).

GRÁFICO1: Média do somatório de erros cometidos pelos participantes em cada bloco de 10 tentativas.



5. DISCUSSÃO

A qualidade de vida do deficiente físico caracteriza-se pelo acúmulo de incapacidades progressivas nas suas atividades funcionais e de vida diária, associada a condições socioeconômicas adversas. Sendo que os diferentes profissionais e todas as iniciativas de promoção de saúde, assistências e de reabilitação em saúde devem ter como meta aprimorar, manter ou recuperar a capacidade funcional do indivíduo, valorizar a autonomia e a independência física e mental^{15,16}. Podemos definir como capacidade funcional a capacidade de se manter as habilidades físicas e mentais necessárias para uma vida independente e autônoma^{17,18}.

Sabendo da importância da prática de atividade física e esporte para o desenvolvimento motor e cognitivo de qualquer ser humano, é fundamental a criação de iniciativas que verifiquem a possibilidade de participação do deficiente em práticas

esportivas adaptadas. Neste sentido, GORGATTI e GORGATTI (2008)¹⁹ definem esporte adaptado como o esporte modificado ou especialmente criado para ir ao encontro das necessidades únicas de indivíduos com algum tipo de deficiência.

Portanto, faz-se necessário que a pessoa com deficiência receba oportunidade, instrução e encorajamento para participar de programas de esporte adaptado, através dos quais poderá receber a orientação e o estímulo adequados para o desenvolvimento de suas habilidades, potencialidades e, inclusive, para a descoberta e desenvolvimento de suas aptidões e do talento esportivo.

A prática do tênis de mesa como modalidade esportiva paraolímpica tem justamente a função de possibilitar vários benefícios ao deficiente, sejam o desenvolvimento e melhoria de autoimagem, estímulo à independência, interação social, vivência de situações de sucesso e fracasso, estímulo de funções do tronco e membros superiores, desenvolvimento de habilidades físicas etc⁹. Outra possibilidade para indivíduos com deficiência é a prática de esportes por meio de consoles de jogos eletrônicos, os quais estão sendo investigados como uma forma adaptada de propiciar atividade física e vivência de movimento similar a diferentes esportes. É importante enfatizar que a utilização de jogos eletrônicos se torna cada vez mais utilizada no dia a dia do indivíduo; inclusive, o direcionamento de trabalhos por meio da utilização de jogos eletrônicos está bastante diversificado e abrange diferentes áreas como, por exemplo, a identificação de gasto energético¹², desenvolvimento de habilidades motoras no treinamento industrial e cirúrgico em medicina²⁰ e trabalhos com diferentes deficiências²¹.

No entanto, não se verificou na literatura estudos que comparem o desempenho em esporte adaptado real com sua versão em ambiente virtual. Na presente pesquisa, o resultado indicou que o desempenho entre os participantes foi bom ao realizar a tarefa em

ambiente virtual. O tamanho do efeito global ($\eta^2=0,88$) mostrou que, aproximadamente, 88% de variação de erros cometidos ao praticar o tênis de mesa no Nintendo Wii indica poucos erros na execução da tarefa; este bom desempenho pode ser creditado à experiência que os atletas tem na prática do tênis de mesa em ambiente real.

Uma justificativa para o resultado pode estar na existência do aumento de fatores extrínsecos em tarefas realizadas no ambiente real e, desta forma, realizar tarefa semelhante em ambiente virtual seja mais fácil. BAUMEISTER et al. (2010)¹¹ realizaram comparação entre o ambiente real e virtual considerando-se áreas corticais e verificaram que, em atividades no ambiente real, percebeu-se maior atenção e atividade neural quando realizada no ambiente virtual.

Outro fator que deve ser considerado é a facilidade da tarefa escolhida para o trabalho. No treinamento diário do atleta de tênis de mesa adaptado, a execução da tarefa no ambiente real se torna uma rotina que é aprimorada considerando-se padrões, variações de estilo e desenvolvimento de maior habilidade na precisão, acurácia, coordenação e controle motor¹⁴. Mesmo não tendo a experiência no ambiente virtual, as características da tarefa virtual foram fáceis. O desempenho adequado de uma tarefa depende da melhora na *performance*, baseada em maior competência física, que podem ser observadas de um momento para outro, principalmente devido ao indivíduo aprimorar a força muscular, a resistência, o tempo de reação, a velocidade de movimento, a coordenação e assim por diante⁹. Este aprimoramento não é necessário quando a tarefa é relativamente fácil para o indivíduo acarretando em execuções perfeitas desde o primeiro momento.

RAND et al. (2004)²² citam que os avanços tecnológicos continuam influenciando as práticas regulares de esportes e enfatizam que, ocasionalmente, são criadas novas ferramentas

para intervenção. Uma nova perspectiva utilizada pelos avanços tecnológicos é uma categoria particular de jogos desenvolvida para abordar aspectos que não apenas o de entretenimento, mas com um novo estilo, como por exemplo: a utilização da visualização estereoscópica e de dispositivos de interação intuitivos, a solução de problemas de processamento gráfico e de modelagem, bem como o uso de métodos de simulação física para comportamento de materiais – são exemplos de características comuns a um novo estilo de jogo chamado de “Serious Games”²³.

Machado et al. (2009)²³ citam que não há uma definição precisa sobre o termo *Serious Games*. Essa classe de jogos visa principalmente à simulação de situações práticas do dia a dia, com o objetivo de proporcionar o treinamento de profissionais, situações críticas em empresas, conscientização para crianças, jovens e adultos. Tais jogos, como *Serious Games*, utilizam a conhecida abordagem da indústria de jogos para tornar essas simulações mais atraentes e até mesmo lúdicas, ao mesmo tempo em que oferecem atividades que favorecem a absorção de conceitos e habilidades psicomotoras.

Assim, a forma lúdica e descontraída de um jogo faz com que ele se torne um excelente instrumento de aprendizado e treinamento, na medida em que incentiva seus usuários aos processos de pesquisa, construção de habilidades e de estratégias²⁴. Deste modo, o termo *Serious Games* passou a ser utilizado para identificar os jogos com um propósito específico, ou seja, que extrapolam a idéia de entretenimento e oferecem outros tipos de experiências, como aquelas voltadas ao aprendizado e ao treinamento²³.

Outro fator interessante é a interação proposta pelo Wii; o jogo permite que seu usuário estabeleça oportunidades de encontrar soluções e interagir com outros usuários, permitindo, então, o processo de atividades colaborativas e ampliando as estratégias coletivas de uma maneira estimulante e lúdica.

Filippo et al. (2007)²⁵ citam a idéia de colaboração de espaços virtuais; neste caso, colaboração designa a ação de trabalhar em conjunto ou a realização de um trabalho em comum com uma ou mais pessoas. Sistemas experimentais utilizando realidade virtual para colaboração são usados há décadas, mas apenas recentemente começaram a sair das esferas acadêmicas e militares. Esse aumento de popularidade se deve principalmente ao aumento da capacidade de processamento das máquinas e sua redução de custos, bem como à disponibilidade cada vez maior de redes com alta velocidade. Assim, ambientes virtuais colaborativos têm conseguido bastante popularidade com os jogos multiusuários e comunidades virtuais. Neste caso, usuários colocalizados podem compartilhar objetos reais e virtuais em meio a um espaço comum no mundo real, não precisando estar diante de um computador.

A introdução de objetos virtuais no espaço compartilhado é útil não só para possibilitar que o grupo manipule objetos inexistentes no mundo real, mas também para aumentar os objetos reais com informações que são consultadas e modificadas pelos usuários à medida que o trabalho progride. Filippo et al. (2007)²⁵ também afirmam que, apesar da crescente popularidade, sistemas colaborativos de jogos eletrônicos ainda apresentam uma série de desafios em seu desenvolvimento. Entre esses desafios, podem ser mencionados os problemas relacionados ao gerenciamento de recursos de rede, ao processamento gráfico em tempo real e à sincronização de visão em aplicações multiusuários. Existem também as dificuldades específicas, por exemplo, há a dificuldade de se manipular os objetos do mundo virtual e a necessidade de se criar avatares realistas para ampliar tanto a capacidade de comunicação entre os participantes quanto o sentimento de presença no grupo²⁵.

Desta forma, o jogo é reconhecido como meio de fornecer ao usuário um ambiente agradável, motivador, planejado e enriquecido,

proporcionando o desenvolvimento de várias habilidades²⁴. Nesse trabalho, a utilização do videogame como instrumento de intervenção na prática de atividade física e treinamento de atletas de tênis de mesa adaptado é uma dessas possibilidades, onde as mudanças se direcionaram para uma participação diferenciada em diferentes esportes, prática inovadora e que permite a inclusão e realização de diferentes deficientes²⁶.

Esta experiência relaciona-se, também, com a valorização do uso do corpo nos processos interativos dos meios digitais, já que estes exigem uma postura pró-ativa de exploração do ambiente pelo seu usuário, que é realizada pelos sentidos físicos²⁷.

Podemos concluir que o Nintendo Wii é uma tecnologia que se insere nesta tendência atual de valorização do corpo nos processos de interação, mas que, ao contrário dos outros consoles, teve grande impacto por ter investido na idéia de uma interação física “mais efetiva”, além da necessidade dada pelo console de uma participação grupal, dentro de um coletivo^{13,27}.

Dessa maneira, para se obter maior conhecimento sobre a relação do desempenho na tarefa realizada no ambiente real e virtual, é notória a necessidade de mais pesquisas que comparem tarefas destes dois ambientes.

6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Zuchetto AT, Castro RLVG. As contribuições das atividades físicas para a qualidade de vida dos deficientes físicos. *Kinesis*. 2002; (26): 52-166.
2. Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CQ, Bouchard C, et al. Physical activity and public health: recommendation from the centers for disease control and prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA*. 1995;273:402-407.
3. Oehlschlaeger MHK, Pinheiro RT, Horta B, Gelatti C, Sant’ana P. Prevalência e fatores associados ao sedentarismo em

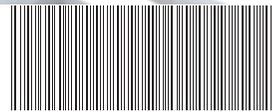
- adolescentes de área urbana. *Rev. Saúde Pública* [online]. 2004; 38(2):157-163. Disponível em: <http://www.scielosp.org/pdf/rsp/v38n2/19773.pdf>.
4. Pitanga GJG, Lessa I. Prevalência e fatores associados ao sedentarismo no lazer em adultos. *Cad. Saúde Pública*. 2005; 21(3):870-877.
 5. Silva RC, Tirapegui J, Ribeiro SML, Pires ISO. Estudo controlado da influência da atividade física em fatores de risco para doenças crônicas em indivíduos lesados medulares paraplégicos do sexo masculino. *Rev. bras. Educ. Fís.* 2004 abr./jun.;18(2):169-77.
 6. Whoqol Group. The world health organization quality of life Assessment (WHOQOL). Position paper from the World Health Organization Soc. *Sci Med*. 1995; 10(41):1403-1409.
 7. Vecchia RD, Ruiz T, Bocchi SCM, Corrente JE. Qualidade de vida na terceira idade: um conceito subjetivo. *Revista Brasileira de Epidemiologia*. 2005; 8(3):246-52.
 8. Minayo MCS, Hartz ZMA, Buss PM. Qualidade de vida e saúde: um debate necessário. *Ciênc. saúde coletiva*. 2000; 5(1):7-18.
 9. Freitas PS, Cidade RE. Desporto e deficiência. In: Freitas OS. *Educação física e esporte para deficientes*. Ministério do Esporte e Turismo; 2000. p. 25-37.
 10. Saposnik G, Teasell R, Mamdani M, Hall J, Mcilroy W, Cheung D, Thorpe KE, Cohen LG, Bayley M. Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in stroke rehabilitation: a pilot randomized clinical trial and proof of principle. *Stroke*. 2010 Jul; 41(7):1477-84.
 11. Baumeister J, Reinecke K, Cordes M, Lerch C, Weiss M. Brain activity in goal-directed movements in a real compared to a virtual environment using the Nintendo Wii. *Neurosci Lett*. 2010 Aug 30; 481(1):47-50.
 12. Foley L, Maddison R. Use of active video games to increase physical activity in children: a (virtual) reality? *Pediatr Exerc Sci*. 2010 Feb; 22(1):7-20.
 13. Newbon B. Virtual reality: immersion through input. In: 6th Annual Multimedia Systems, Electronics and Computer

- Science;University of Southampton, UK, 2006.
14. Gallahue DL. Conceitos para maximizar o desenvolvimento da habilidade de movimento especializado. *R. da Educação Física*. 2005; 16(2):197-202.
 15. Andrade A. O estilo de vida e a incidência e controle do stress: um estudo da percepção de bancários [Dissertação de Mestrado]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2001.
 16. Ericsson KA, Krampe RT, Tesch-Römer C. The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*. 1993; 100(3):363-406.
 17. Mota F. Atividade física e qualidade de vida associada a saúde em idosos participantes e não participantes em programas regulares de atividade física. *Revista Brasileira Educação Física Esportiva*. 2006; 20(3):223.
 18. Moraes H. O exercício físico no tratamento da depressão em idoso: revisão sistemática. *Revista de Psiquiatria do Rio Grande do Sul*. 2007;29(1):70-79.
 19. Gorgatti MG, Gorgatti T. O esporte para pessoas com deficiência. In: Gorgatti MG, Costa RF. *Atividade física adaptada. Qualidade de vida para pessoas com necessidades especiais* 2 ed. São Paulo: Manole, 2008.
 20. Bokhari R, Bollman-Mcgregor J, Kahoi K, Smith M, Feinstein A, Ferrara J. Design, development, and validation of a take-home simulator for fundamental laparoscopic skills: using Nintendo Wii for surgical training. *Am Surg*. 2010 Jun; 76(6):583-586.
 21. Cameirão MS, Badia SB, Oller ED, Verschure PF. Neurorehabilitation using the virtual reality based Rehabilitation Gaming System: methodology, design, psychometrics, usability and validation. *J Neuroeng Rehabil*. 2010 Sep 22; 7:48.
 22. Rand D, Kizony R, Weiss PL. Virtual reality rehabilitation for all: Vivid GX versus SonyPlay Station II EyeToy. In: *Proceedings of the 5th International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies*;Oxford, UK, 2004.
 23. Machado LS, Moraes RM, Nunes FLS. Serious games para saúde e treinamento Imersivo. In: Nunes FLS, Machado LS, Pinho MS,

- Kirner C. Abordagens práticas de realidade virtual e aumentada. XI symposium on virtual and augmented reality SRV; Editora Sociedade Brasileira de Computação – SBC; 2009.
24. Zhou Z, Cheok AD, Chan T, Pan JH, Li Y. Interactive Entertainment Systems Using Tangible Cubes. In: Australian Workshop on Interactive Entertainment; Sydney, 2004.
 25. Filippo D, Raposo A, Endler M, Fuks H. Ambientes colaborativos de realidade virtual e aumentada. In: Kirner C, Siscoutto R. Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações. 2007 p. 168-191. Livro do Pré-Simpósio IX Symposium on Virtual and Augmented Reality.
 26. Rizzo A. Virtual reality and disability: emergence and challenge. *Disability and Rehabilitation*. 2002; 24:567-569.
 27. Morrow K, Docan C, Burdea G, Merians A. Low-cost virtual rehabilitation of the hand for patients poststroke. In: 2006 International Workshop on Virtual Rehabilitation; New York, 2006.



Graduação em Fisioterapia (1993), graduação em Educação Física (1987), mestre em Distúrbios do Desenvolvimento pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (2001) e doutor em Ciências na área de neurologia pela Universidade de São Paulo (2007). Atualmente é professor do curso de Ciências da Atividade Física na Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH/USP) na área de Atividade Física e Esporte Adaptados e Comportamento Motor, no conjunto das disciplinas: Programa de Atividade Física para Portadores de Deficiências Neurológicas, Mentais e Motoras e Programa de Esporte Adaptado. Tem experiência na área de habilitação e reabilitação neuromotora e atividade física para deficientes, atua principalmente nos seguintes temas: deficiência física, funcionalidade em síndromes genéticas, paralisia cerebral, habilidades funcionais, mobilidade, função motora grossa, independência física e CIF (Classificação Internacional de funcionalidade, incapacidade e saúde).



978-85-7651-179-3

eP editora
Plêiade