

08

Desafios das Interfaces Gestuais para a Aprendizagem de Pessoas com Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação

Leonardo Ramon Nunes de Sousa¹

Ismar Frango Silveira²

Resumo: *Ferramentas computacionais que se utilizam de interfaces gestuais podem ajudar as pessoas com Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação (TDC) como um recurso para melhoria de sua aprendizagem. Este trabalho tem como objetivo discutir os desafios de pesquisa relacionados ao desenvolvimento de aplicativos touchless para a Educação Especial, juntamente com questionamentos sobre o desenho da interface, acessibilidade, criação de diretrizes, impacto financeiro e aspectos cognitivos a serem mobilizados, almejando-se um aluno com igualdade de condições de aprendizagem quer em contextos de aprendizagem colaborativa ou individualizada por meio de Tecnologias Assistivas.*

Palavras-Chave: *Interfaces Gestuais. Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação. Aprendizagem.*

Abstract: *Gestural interfaces-based computational tools can help people with Developmental Coordination Disorder (DCD) as a resource for their learning improvement. This paper discusses the research challenges related to the development of touchless applications for Special Education. The aspects of interface design, accessibility, guidelines, financial impact e the cognitive aspects are discussed, having as a target the use of assistive technologies to provide the same learning conditions for all, being in collaborative or individualized learnings contexts.*

Keywords: *Gestural Interfaces. Developmental Coordination Disorder. Learning.*

1. Universidade Federal do Piauí (UFPI), Centro de Educação Aberta e a Distância (CEAD), Teresina -- PI – Brasil; Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Computação (PPGEEC), São Paulo -- SP – Brasil; E-mail: leonardoramon@gmail.com

2. Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Computação (PPGEEC), São Paulo -- SP – Brasil; E-mail: ismarfrango@gmail.com

1 Introdução

Há uma diversidade de recursos tecnológicos que podem ajudar pessoas com necessidades educacionais especiais, sendo que conhecê-los apropriadamente é um desafio para os profissionais desta área. Se for particularizado para indivíduos comprometidos com os movimentos, percepções, pensamentos e a linguagem – as pessoas com Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação (TDC), as tecnologias que se utilizam de interfaces gestuais podem agilizar como meio de alfabetização, aprendizagem e comunicação.

Para tanto, necessita-se discutir os desafios necessários aos aplicativos voltados para pessoas com TDC ao se utilizarem dessas interfaces, com investigações aprimoradas para os próximos anos, já que atuariam como perspectivas de qualidade para a Educação Especial (EE) e que a comunidade brasileira de Informática na Educação contribuiria para discussão e reflexão.

Outros aspectos também precisam ser detalhados e discutidos, tais como custo financeiro ao se desenvolverem aplicações e dispositivos que suportem tal tecnologia, sua acessibilidade, impactos, nível de complexidade e aspectos cognitivos requeridos para pessoas com TDC ao se utilizarem de tais recursos, além das diretrizes que serão criadas ou melhoradas.

Esta pesquisa aborda algumas destas questões levantadas, sendo uma extensão do (Nunes e Silveira, 2015), com a troca do termo Dispraxia por TDC – em virtude da padronização de uso pelo meio acadêmico, o acréscimo de informações mais detalhadas sobre tecnologias assistivas, Pessoas com Deficiência, interfaces gestuais e TDC. Houve também a colocação de mais trabalhos no estado da arte de forma a enfatizar a relevância desta abordagem, seu aprofundamento e debate no âmbito científico.

Este artigo, portanto, encontra-se assim organizado: a Seção 2 aborda as tecnologias assistivas e as pessoas com deficiência, ressaltando as características das interfaces gestuais e do TDC. Na Seção 3, apresenta-se o panorama geral da pesquisa de forma a situar o estado da arte, os desafios existentes e a área de trabalho a ser destacada como futuro. Por fim, na 4 são colocadas as últimas considerações e potencialidades para os próximos estudos.

2 Tecnologias Assistivas e Pessoas com Deficiência

Terminologia originária do inglês *Assistive Technology*, a Tecnologia Assistiva (TA) é toda estratégia, recurso ou ferramenta, promovendo independência e autonomia para a Pessoa com Deficiência (PcD), além de qualidade de vida, inclusão educacional, digital e social (CARDOSO et al., 2014). Proporciona também ampliação de sua comunicação, igualdade de condições e de mobilidade, desenvolvimento de habilidades e integração com a família, amigos e sociedade.

De acordo com Kleina (2012), TA podem ser bengalas, lupas, óculos, teclados em Braille, sintetizadores de voz, sistemas para reconhecimento de voz ou sistemas computadorizados em nível de hardware ou software, permitindo interações para combater os impedimentos linguísticos, motores ou sensoriais das PcD, podendo ser categorizadas como:

- Adaptações em veículos;
- Adequação postural;
- Auxílios de mobilidade: para a vida diária e prática, para deficientes visuais com comprometimento total ou para pessoas com visão subnormal e para surdos ou indivíduos com algum grau de déficit auditivo;
- Comunicação aumentativa e alternativa (CAA);
- Projetos arquitetônicos para acessibilidade;
- Próteses e órteses;
- Recursos de acessibilidade ao computador;
- Sistemas de controle ao ambiente.

Em relação a Pessoa com Deficiência, o termo “deficiência” significa uma restrição física, mental ou sensorial, de natureza permanente ou transitória, que limita a capacidade de exercer uma ou mais atividades essenciais da vida diária, causada ou agravada pelo meio econômico e social (CONVENÇÃO, 2006), sendo categorizada como de altas habilidades, deficiência auditiva, distúrbios de conduta e deficiência intelectual.

A deficiência ou incapacidade é conceituada a partir da funcionalidade e dos fatores contextuais de um sujeito baseada na Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) (Organization, 2001). As Pessoas com Deficiência são iguais a todos

nas capacidades cognitivas, produtivas, relacionais e sociais, desenvolvendo ações na sociedade, desde que existam condições (STUCKI et al., 2002; CIEZA et al., 2002).

A Educação Especial é formada por alunos com deficiência, distúrbios do desenvolvimento e altas habilidades. É uma modalidade de ensino dividida em níveis e etapas, com atendimento educacional especializado – por exemplo, as Salas de Recursos Multifuncionais (SRMF), utilizando-se de tecnologias assistivas e com orientação específica para alunos, familiares e professores (GLAT; FERNEES, 2005; GARCIA; MICHELS, 2011).

O modelo de educação para este público, porém, tem se modificado, passando do atendimento segregado para o inclusivo, apoiado e difundido pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), que propõe seu acesso às escolas regulares e adaptadas (GLAT; FERNEES, 2005; UNESCO, 2006), dando atenção adequada para os transtornos de aprendizagem que muitos destes sujeitos apresentam, tais como discalculia, disgrafia, dislexia ou disortografia (LANDERL; MOLL, 2010).

O novo paradigma inclusivo mostrou a possibilidade de construir conhecimento a partir da interação social, na alfabetização das PcD, fazendo a apropriação da leitura e escrita, além do estabelecimento de novas relações sociais e valorização da diversidade dentro da sala de aula (GLAT; FERNEES, 2005; DE ASSIS et al., 2015).

A alfabetização, portanto, é uma das etapas mais significativas da escolarização de qualquer aluno em virtude do processo de ensino e aprendizagem da escrita pela caligrafia, sendo um direito e garantia de todos, independentemente das características intelectuais, motoras, sensoriais e comportamentais. Assim, a alfabetização da PcD deve ser encarada como um dos grandes desafios de escolarização desses sujeitos, servindo de instrumento para autonomia e humanização (DOS SANTOS; LIMA, 2012; LIMA; MENDES, 2011; CÁRNIO E SHIMAZAKI, 2012).

Para isso, necessita-se de uma relação de confiança com o professor ou intérprete, que precisam dominar métodos de comunicação com estas crianças de forma que sejam alfabetizadas, necessitando de uma formação continuada dos professores, de políticas de gestão

e financiamento da EE, profissionais especializados, recursos didáticos, tecnológicos como as tecnologias assistivas descritas anteriormente, práticas pedagógicas coerentes com a igualdade de acesso e o processo educacional inclusivo, fazendo com que as crianças com Necessidades Educacionais Especiais (NEE) aprendam, alfabetizem-se na idade certa e se comuniquem em suas interações com o mundo (BUENO, 1999; MARTINS, 2009; ZULIAN; FREITAS, 2012; DE OLIVEIRA; BEZERRA, 2014).

Particularmente no Brasil, a população com deficiência chega a 23,9% do total, representando mais de 45 milhões de pessoas (IBGE, 2010), sendo que a Constituição Federal garante o direito a educação e dever do Estado oferecê-la para o pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para a cidadania e sua qualificação para o trabalho, sem distinção de raça, cor ou idade (BRASIL, 1988), cabendo ao Estado Brasileiro garantir as PcD o acesso à educação, tanto a escola regular como também a utilização de novas tecnologias, para que aconteça o processo de inclusão digital, acompanhando os avanços pela promoção de ações e políticas para conhecimento dos recursos digitais existentes por meio de TA, já que essas se

2.1 Interface Gestual

As Interfaces Naturais de Usuário ou *Natural User Interface* (NUI) são baseadas em reconhecimento e permitem a interação do usuário com sistemas computacionais por meio de recursos de interatividade não convencionais, podendo vir de ações, gestos ou movimentos que se aproximam das interações cotidianas, daí o termo natural (SAFFER, 2008; LIU, 2010).

Como potencial, as NUIs são mais flexíveis, naturais, interativas e têm menos *hardware* visível. E como limitação, pode-se citar a grande quantidade de dados necessária para processar uma informação, pois dependem do aspecto visual e demandam fisicamente do usuário, podendo ser inapropriadas para o contexto (SAFFER, 2008).

E como classificações das NUIs, pode-se citar:

- Interfaces Sensíveis ao Toque ou *Touchscreen*;
- Interfaces Gestuais ou *Touchless*.

A *touchscreen* ou sensível ao toque é aquela em que acontece o toque na interface do sistema para que uma

resposta visual ou sonora seja obtida, dando-se a manipulação direta de objetos físicos e virtuais, havendo uma interação por meio de uma simples tela, sem botões físicos ou o uso de uma caneta auxiliar (SAFFER, 2008; NISHINO et al., 2011).

É uma tecnologia que integra sensores na tela, programas e interfaces específicas para decodificar o que se deseja por meio do toque, permitindo interatividade sem acessórios externos, com melhora da precisão e do *feedback* ao usuário por meio da resposta tátil (WESTING et al., 2011).

Já as que se utilizam de interfaces *touchless* – também chamadas de gestuais ou baseadas em gestos, são aquelas em que a comunicação com sistemas computacionais se dá sem interação física ou mecânica pelos dispositivos periféricos, como *mouse*, teclado, voz ou toque pela superfície da tela (BARTOLI et al., 2014; CHEN et al., 2014; SALIM, 2014), sendo também conhecido como *free form* (SAFFER, 2008).

Esse processo interativo se dá de maneira mais natural reconhecendo expressões, gestos ou partes do corpo humano, como mãos, olhos, voz, pulsos elétricos emitidos pelo cérebro, músculos ou nervos, podendo ocorrer também a combinação de várias partes (SAFFER, 2008; O'HARA et al., 2013; SALIM, 2014). E as interfaces gestuais devem obedecer também aos princípios da usabilidade de IHC e de desenho das interfaces (NORMAN; NIELSEN, 2010).

Ao se utilizar as mãos como forma de reconhecimento dos gestos por essas interfaces, por exemplo, necessita-se do mapeamento das orientações e posições para que um sistema digital identifique que tarefas devem ser executadas, por meio de *softwares* e de dispositivos de *hardware* como antenas, bastões, braceletes, câmeras, luvas, microfones e sensores de postura, presença ou profundidade (NORMAN; NIELSEN, 2010).

As interfaces *touchless* são exemplos de TA por ajudarem na comunicação e interação das PcD. Especificamente, elas não são recomendadas para deficientes visuais em virtude das limitações que estes sujeitos têm e pela necessidade da visão para executá-las, mas podem gerar vantagens significativas de qualidade de vida para os demais.

O reconhecimento e rastreamento de objetos nasceu na área de Visão Computacional com o desenvolvimento de sistemas baseados na detecção dos dedos, como no

trabalho pioneiro de (QUECK et al., 1995) e na área de detecção de tom de pele (KULESSA; HOCH, 1998). Atualmente estão presentes desde dispositivos portáteis até as tecnologias direcionadas a jogos eletrônicos, facilitando a execução das atividades cotidianas.

2.2 Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação

O Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação (TDC), também conhecido como Dispraxia, é um distúrbio ligado à coordenação motora que compromete no rendimento escolar, a educação física e nas atividades cotidianas como se vestir, higiene pessoal, alimentação, relações sociais e saúde, sendo que não há lesão no cérebro clinicamente evidente. Ela é caracterizada principalmente por dificuldades espacial, motora, postural e verbal, comprometendo os movimentos, percepções, pensamentos e a linguagem (PORTWOOD, 2013).

Apesar de existirem muitos termos para este distúrbio, utilizou-se atualmente somente *developmental coordination disorder* e *dyspraxia*. O primeiro é empregado em virtude de um consenso para denominá-lo como nomenclatura oficial (POLATAJKO et al., 1995; HENDERSON; HENDERSON, 2003; MAGALHÃES et al., 2006; KIRBY; Drew, 2013) e o segundo por ser uma expressão aplicada oficialmente no Reino Unido (MCKNIGHT; DAVIES, 2012; DYSPRAXIA, 2016), tendo também um impacto considerável na capacidade internacional de divulgação e conscientização deste transtorno.

No aspecto espacial, há confusão nos conceitos de alto, baixo, longe ou perto, assim como na parte escrita com as formas e tamanhos de figuras. Como disfunção motora neurológica, o TDC impede o cérebro de desempenhar todas suas funções, comprometendo o equilíbrio, gerando imprecisão e lentidão. As áreas que sofrem mais alterações são as do esquema corporal e a orientação temporo-espacial. A postura se reflete em movimentos sem ritmo e com pouco controle. Em alguns casos, a linguagem não é afetada, mas existe déficit fonológico e fonético na fala. As principais características deste transtorno podem ser verificadas na Figura 1.

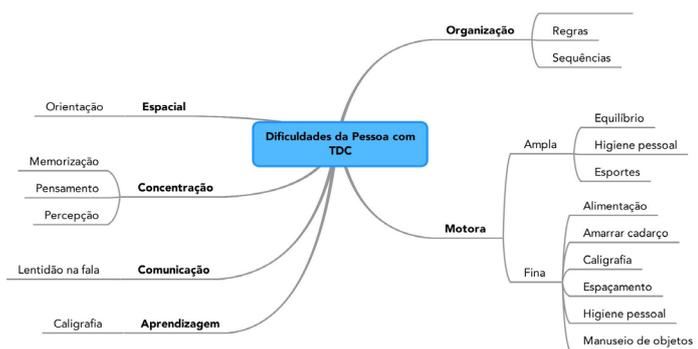


Figura 1 - TDC: Dificuldades e Sintomas.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A criança com TDC apresenta fracasso escolar, pois a escrita manual é a área mais comprometida em virtude da dificuldade em controlar e segurar o lápis, pela pouca sensação tátil e pela noção espacial comprometida, sendo esta caracterizada pela ausência de espaçamento entre as letras e pelo impedimento em posicionar o lápis em um ponto específico do papel, juntamente com a falta de percepção tridimensional como copiar ou desenhar figuras geométricas e uma desorganização na apresentação de trabalhos no papel (MIYAHARA; MOBS, 1995). Usando tecnologias digitais, no entanto, os problemas escolares podem ser superados, já que a parte cognitiva não é afetada e as crianças com TDC podem utilizá-las com destreza e rapidez.

Existem formas tradicionais de identificar e avaliar o TDC por profissionais especializados (educadores de psicomotricidade, fisioterapeutas, fonoaudiólogos, médicos e terapeutas ocupacionais), utilizando-se de conhecimentos tais como o *Movement ABC Battery for Children* (HENDERSON et al., 1992) e o *Developmental Co-ordination Disorder Questionnaire* (CRAWFORD et al., 2001), em que este último compara três testes diferentes, mostrando suas complexidades e descobrindo que as avaliações não identificavam adequadamente as crianças como tendo ou não TDC. Outros recursos também podem ser utilizados em intervenções, terapias e treinamentos por meio de vídeos com brincadeiras, como os *Handwriting Without Tears* (OLSEN et al., 2001) e *Tree Fu Tom* (FOULDER-HUGHES, 2015).

Aprendizagem em crianças com TDC deve ser enfocada durante a alfabetização, na sua parte de caligrafia e letramento, com técnicas e ferramentas que melhorem aspectos físicos e psicológicos da criança nesta etapa (Othman e Keay-Bright, 2010), proporcionando mais autonomia e segurança, como exercícios pontilhados,

utilização de massa de modelar atóxica, tabuleiros, quadros de areia, giz ou pincel, cadeiras e mesas adaptadas, diferentes tipos de lápis, canetas – as que acendem uma luz quando pressionadas, borrachas, régua, papel com pauta e que esteja sempre alinhado com o braço da criança.

Pode-se permitir também que a escrita da criança seja em letra de forma, exigir quantidade determinada de trabalhos ou exercícios, fazendo-a usufruir de outros momentos de interação com os colegas, como os intervalos, além de dar tempo extra, não marcar todos os erros em seu material ao corrigi-los, incentivar respostas orais ou a utilização de tecnologias digitais que usufruem de movimentos cinestésicos – aqueles realizados no ar, como as tecnologias que se utilizam de interfaces gestuais, ajudando no processo de aprendizagem de crianças com TDC, já que estas têm problemas em finalizar e inverter letras (lateralidade e orientação).

Outra informação relevante é que o TDC pode vir associado em coocorrência ou em comorbidade com outros transtornos, tais como Desordem de Linguagem (SCABAR et al., 2006), Dificuldade da Fala (MISSIUNNA et al., 2006), Dificuldades de Leitura (KAPLAN et al., 1997), Dislexia (GEUZE E KALVERBOER, 1994), Incapacidade de Aprendizagem Não Verbal (HILL, 2001), Transtorno do Espectro Autismo (TEA) (PIEK; DYCK, 2004), Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH) (RASMUSSEN; GILLBERG, 2000), podendo ser verificado na Figura 2. Vale destacar que nem sempre a presença é obrigatória, ou seja, não é porque uma pessoa é diagnosticada com TDC que obrigatoriamente ela apresenta também outro tipo de transtorno e vice-versa. Com isso, necessita-se da utilização de instrumentos de avaliação para identificar corretamente as dificuldades características do TDC e o seu diagnóstico preciso para intervenção (VISSER, 2003; KIRBY; SUGDEN, 2007; TONIOLO; CAPELLINI, 2010; KIRBY et al., 2014).

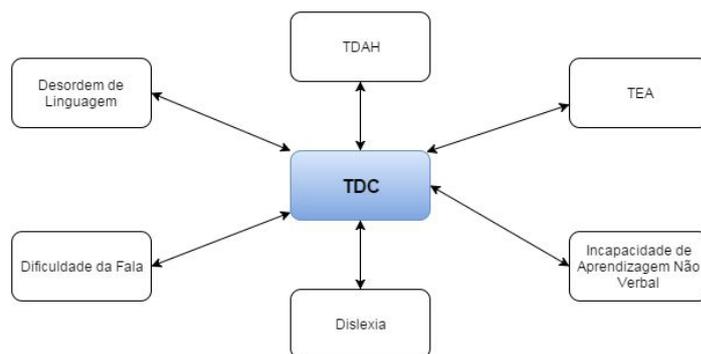


Figura 2. TDC e coocorrências.

Fonte: Elaborado pelos autores.

3 3 Panorama da Pesquisa

Como exemplos de tecnologias existentes no mercado que trabalham com interfaces *touchless*, pode-se conferir a Tabela 1 – criada a partir de uma Pesquisa Exploratória e Documental (GIL, 2002), que ressalta os

desafios, potencialidades e limitações de cada tecnologia. Estas aplicações podem atuar na reabilitação e em intervenções de distúrbios, necessitando-se que sejam aperfeiçoadas e adaptadas para utilização na alfabetização ou aprendizagem de pessoas com TDC.

Tabela 01 - Caracterizações e Desafios em Tecnologias Gestuais.

Tecnologia Gestual	Potenciais	Limitações	Desafios
ASUS Xtion Motion Sensor	Facilidade de aprendizagem colaborativa por meio do acesso às redes sociais; Compatibilidade com jogos existentes.	Desativação do <i>mouse</i> ; Resposta aos comeos com atraso significativo; Navegador próprio problemático; Aumento das funcionalidades para além do entretenimento.	Integração do <i>mouse</i> com o sensor de captura gestual; Diminuição do tempo da resposta de atraso; Melhora do navegador nas redes sociais.
GestureTek - Projeções Interativas (Parede, Piso)	Estimulação e interatividade (ação, diversão e movimento); Utilização na educação e em eventos (comerciais ou sociais).	Sensores de reconhecimento imprecisos.	Melhoria na precisão dos sensores.
Leap Motion	Ajuda no processo de alfabetização, aprendizagem por meio dos movimentos cinestésicos e memorização na formação das letras e números.	Necessidade de muita calibragem e habilidades com gestos.	Melhorar a calibragem e o reconhecimento dos movimentos das mãos.
Microsoft Kinect (Xbox 360) - Win E I	Reconhecimento do usuário (facial perfil e voz); Bom para exercícios, brincadeiras e terapias.	Não reconhece timbres de voz, movimentos lentos, instáveis e imprecisos.	Melhorar a precisão dos movimentos e foco maior nos dedos.
MYO Armband (Thalmic Labs)	Detecta a contração dos músculos dos braços; Não exige área pré-determinada para detecção dos movimentos.	Alcance de 100m; Pulseira com tamanho único.	Aumento do raio de alcance do dispositivo e disponibilização de pulseiras com tamanhos adaptáveis.
Nintendo Wii (U)	Boa sensibilidade aos movimentos; Jogos colaborativos.	Conexão à Internet; Autonomia do console (<i>gamepad</i>); Gráficos e imagens desejáveis.	Melhoria no modo <i>online</i> , nos controles, gráficos e imagens; Aumento do tempo de vida da bateria.
PlayStation Move e Eye (Sony)	Imersão; Jogos em grupo; Exercícios físicos.	Lento que logado na Internet; Similar ao Wii; Muito sensível aos movimentos; Calibração em 3 passos.	Melhoria no processamento e reconhecimento dos gestos; Retirada do bastão (controle); Calibração; Preço.
Wisee: Wi-Fi signals	Agilidade nas tarefas cotidianas; Interações baseadas em gestos para aplicações do contexto residencial.	Comandos embutidos nos equipamentos; Manutenção; Testes constantes.	Sinal sempre bom; Melhora na calibração.

3.1 Estado da Arte

O escopo de pesquisa em TA contém abordagens bem abrangentes, seja pelo conceito destes recursos ou por seus enfoques nas diferentes classificações de deficiência. Em McKnight e Davies (2012) há uma revisão sobre TA para aprendizagem e relações com algumas deficiências como Transtorno do Espectro do Autismo (TEA), Deficiência Auditiva, Motora e Visual, Dislexia, Discalculia, TDC e Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), levando-se em consideração três aspectos: o aprendiz, a tecnologia e o contexto educacional.

Este trabalho, portanto, fornece uma visão do que é estudado, as revistas com materiais relevantes e nichos de pesquisa para exploração.

Especificamente em relação ao TDC, os estudos de Othman e Keay-Bright (2010) e Othman e Keay-Bright (2011) usam o exemplo da técnica de design gráfico e animação de rotoscopia relacionando o traçado da formação das letras para o ensino de caligrafia para crianças com este distúrbio e o desenvolvimento de habilidades caligráficas.

Como exemplo de *framework* conceitual e generalista que aborda as principais características do TDC, tem-se os trabalhos de Magalhães et al. (2011) e Ferguson et al. (2014), que se utilizam da CIF (Organization, 2001) e a pesquisa de Polatajko e Cantin (2005) faz uma revisão sobre as intervenções realizadas em pessoas com TDC e sobre pesquisas realizadas até então.

Continuando com esta mesma temática, existem também estudos que os mencionam para o desenvolvimento e utilização de TA voltados para acessibilidade das PcD, tais como Clarke et al. (2011), Bohman Anderson (2005) e Cast (2012).

E sobre a utilização ainda de *frameworks*, Sudirman et al. (2011) e Tresser (2012) empregaram este assunto como aspectos de referência de um modelo existente como tomada de referência para condutas.

Os trabalhos de Gonsalves et al. (2015), Caro et al. (2014), Cantin et al. (2014), Smits-Engelsman et al. (2015) e Othman e Keay-Bright (2011) ressaltaram a utilização de *guidelines* para desenvolvimento de aplicativos computacionais ou na criação de um procedimentos ou diagnósticos para intervenção em pessoas com TDC.

Outros como Placitelli e Gallo (2012) enfocam interfaces gestuais, podendo-se citar os estudos de Erazo e Pico (2014) como modelo de revisão bibliográfica recente sobre *touchless*, Cohn et al. (2011) com sensores de gestos em antenas e Mitra e Acharya (2007) como um trabalho clássico.

Os estudos de Ashkenazi et al. (2013), Chen et al. (2014), Erazo et al. (2014), Hammond et al. (2014), Shen et al. (2014), Gonsalves et al. (2015), Smits-Engelsman et al. (2015), Ferguson et al. (2013) e Jelsma et al. (2014) utilizaram dispositivos com reconhecimentos de movimentos motores amplos e finos – *Kinect*, *LeapMotion*, *Nintendo Wii*, *Playstation*, para trabalhar com pessoas com TDC a respeito dos aspectos de caligrafia, escrita, equilíbrio, movimentos motores (aeróbicos e anaeróbicos) e questões emocionais.

Em relação à realização de movimentos hápticos de atuação, nos trabalhos de Snapp-Childs et al. (2013a), de Snapp-Childs et al. (2013b) e Cantin et al. (2014) são simuladas as sensações de estar em contato com determinadas superfícies ou de segurar objetos com a finalidade de treinar a caligrafia e a escrita de pessoas com TDC por meio do controlador *PHANTOM* ou dos aspectos de movimento do *mouse*, sendo interessante para as características desses sujeitos.

Nos estudos de Caro et al. (2014), Caro (2014) e Othman e Keay-Bright (2011), abordam-se a necessidade de montar protótipos de aplicações adequados para crianças com TDC, mas não enfocam a aprendizagem de caligrafia, por exemplo.

Alguns trabalhos destacam a criação de *guidelines* para a criação de aplicativos de modo geral, aos direcionados a determinados transtornos ou para aqueles publicados em lugares específicos.

Abbott (2007) lança diretrizes para pesquisadores no campo de TA publicadas no *King's College London* e novamente Cast (2012) enumera princípios divididos em categorias para suporte a aprendizagem.

Já Davis et al. (2010) criaram diretrizes para conduzir o desenvolvimento de *softwares* direcionados a pessoas com TEA. O trabalho de BDA (2012) trata de diretrizes para pessoas com Dislexia. Em McKnight (2010) há *guidelines* para pessoas com TDAH.

Em Feng et al. (2010) mencionam guias de recomendações para desenvolvimento web atendendo as especificidades de crianças com Síndrome de *Down*. E Falcão

e Price (2010) ressaltam diretrizes de desenvolvimento voltadas para pesquisas em crianças com dificuldade de aprendizagem.

Esses *frameworks* e *guidelines* têm possibilidades de auxiliarem na criação de interfaces gestuais voltadas para PcD, programando, transformando ou analisando dados manipulados, classificando ou carregando gestos, gravando e possibilitando treinos, além de expandir a capacidade de reconhecimento gestual. E como restrições, eles podem atuar somente como armazenadores de códigos e métodos teóricos, havendo necessidade de incentivo para utilização, desenvolvimento e referenciamento constantes.

3.2 Desafios Existentes

Outros aspectos em relação à tecnologia *touchless* na EE precisam ser investigados com maior profundidade, como, por exemplo, o custo financeiro ao se desenvolverem aplicações e dispositivos que suportem tal tecnologia. Seu valor será acessível? Quais os impactos? Além de outras perguntas, tais como: Qual o nível de complexidade necessário para pessoas com TDC utilizarem tais recursos? Que aspectos cognitivos serão mobilizados? O que se pretende discutir? Quais *guidelines* serão criadas e melhoradas para se desenvolverem aplicativos *touchless* para pessoas com TDC? Estes dispositivos funcionam efetivamente para estes sujeitos?

Em relação ao desenho da interface em IHC, não se pode ignorar os princípios da interação (NIELSEN et al., 2004; NORMAN; NIELSEN, 2010), assim como algumas perguntas sobre a determinação da intencionalidade gestual, por exemplo: que gestos devem ser utilizados? Quais gestos estão associados a quais ações? Ou quais comandos devem ser executados com que gestos? Qual o espaço de interação entre os usuários ou entre ele e o dispositivo? Qual o tempo de resposta (*feedback*) para uma ação ser executada pelo sistema digital e necessitar de repetição em caso de insucesso? Qual o tempo de calibração? E de permanência no ar? E o tempo de relaxamento das mãos do usuário? Há necessidade de movimentos com muita precisão?

Outras questões deveriam investigar o motivo pelo qual todos os aplicativos mencionados na Tabela 1 não são difundidos em PcD, percebendo-se que a maioria deles foram projetados para pessoas sem problema mo-

tor, incorporando-se como um desafio na área de interfaces gestuais como ajuda para a aprendizagem na EE.

3.3 Área de Trabalho

De forma a utilizar TA para pessoas com TDC, um nicho a ser explorado é o desenvolvimento de aplicações que utilizam interfaces gestuais, sem a necessidade do mouse ou do toque em alguma superfície em um dispositivo eletrônico para reconhecer um determinado comando. E ao se desenvolver aplicativos *touchless*, ou seja, que utilizam interfaces baseadas em gestos realizados com a mão e sem contato, recomenda-se a participação de diferentes profissionais e usuários (*design* participativo), sendo necessário um conjunto de diretrizes ou *guidelines* sobre como desenvolver estas aplicações, avaliá-las pelos usuários ou por meio de modelos e para que haja o envolvimento de pessoas com este distúrbio durante todo o procedimento, que elas tenham a melhor utilização possível e obedeçam às necessidades básicas destes sujeitos.

Analisando-se nas perspectivas educacional, de acessibilidade e usabilidade, estas *guidelines* são necessárias de forma a obedecerem aos princípios do *Design Universal* ou desenho da interface, dando as mesmas oportunidades de aprendizagem a todos, sendo diversificada e inclusiva, contribuindo para múltiplos significados de representação, expressão, ação e engajamento, seguindo também as normas da ONU em sua Convenção dos Direitos das Pessoas com Deficiência (UNESCO, 2006).

Ainda para a área de Interface Humano-Computador (IHC), têm-se ganhos e inovações na parte de manipulação dos recursos computacionais pelo reconhecimento de gestos sem toque e com desafios sob o ponto de vista da interface com as etapas de desenvolvimento de sistemas para interpretação de gestos, imagens e sons, podendo promover uma maior interação social, digital e de comunicação, aumentando a participação de pessoas com TDC em ações colaborativas, organizacionais e de planejamento, além de ajudar nos processos de tratamento com intervenções em crianças com risco de marginalização.

É interessante ressaltar a ajuda que essas interfaces gestuais fornecem na EE como ambiente educacional ao promoverem a prática de movimentos cinestésicos pelas pessoas com TDC, pois são realizados no ar,

repetindo modelos, reforçando a aprendizagem e a fixação visual de como uma letra é formada, contribuindo, assim, no processo de alfabetização, caligrafia e letramento. Além disso, ela tende a ser compensatória, promovendo motivações, aumentando habilidades de comunicação e diversificando a criação de ambientes de aprendizagem interativos e com potencial de ensino individualizado diferenciado.

Neste sentido, este trabalho chama a atenção da área de Informática na Educação para os desafios existentes em aplicativos voltados para a EE ao se utilizarem de interfaces gestuais como meio de alfabetização, aprendizagem e comunicação.

4 Considerações Finais

De acordo com o apresentado ao longo do texto, é fundamental que as interfaces gestuais para Pessoas com TDC, e na Educação Especial como um todo, sejam bem definidas por *guidelines* para orientação durante o desenvolvimento de aplicativos direcionados a estes sujeitos.

Ainda há muito que ser determinado, testado e validado para que as interfaces gestuais sejam os mais amigáveis possíveis, assim como a captura dos movimentos e o reconhecimento de gestos com máxima significação.

Necessita-se, também, discutir o desenho da interface para este estilo de interação, promovendo modelos de aprendizagem individualizada ou colaborativa. Se há o propósito de igualdade de condições de fato para o aprendiz, cumprindo, assim, com uma premissa básica para caracterização das tecnologias assistivas.

Além disso, outros aspectos precisam ser investigados com maior profundidade pela comunidade de Informática na Educação, tais como a viabilidade financeira ao se desenvolverem aplicativos para tecnologias gestuais na EE, como também o nível de complexidade necessário para pessoas com TDC utilizarem tais recursos e seus aspectos cognitivos mobilizados durante a alfabetização, aprendizagem, comunicação, intervenção ou terapia.

Trabalhos futuros seriam a disponibilização de aplicativos específicos para aprendizagem, comunicação, diversão e interação das pessoas com TDC nas várias tecnologias mencionadas, como ASUS Xtion Motion Sensor, Superfícies Interativas, Leap Motion, Kinect,

MYO Armband, Nintendo Wii, PlayStation e Wisee, dentre outros.

5 Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal do Piauí (UFPI) e ao Fundo Mackenzie de Pesquisa da Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM).

Referências

ABBOTT, C. Defining assistive technologies-a discussion. *Journal of Assistive Technologies*, v.1, n.1, p. 6–9, 2007.

ASHKENAZI, T. et al. Effect of training children with developmental coordination disorders in a virtual environment compared with a conventional environment. In: VIRTUAL REHABILITATION (ICVR), 2013. *Proceedings... IEEE*, 2013. p.46–50.

BARTOLI, L. et al. Designing e evaluating touchless playful interaction for asd children. In: CONFERENCE ON INTERACTION DESIGN AND CHILDREN. *Proceedings... ACM*. BDA (2012). Text to speech. The British Dyslexia Association, 2014. Disponível em: <<http://bdatech.org/whattotechnology/textto-speech/>>. Acesso em: 21 jul. 2016.

BOHMAN, P. R.; ANDERSON, S. A conceptual framework for accessibility tools to benefit users with cognitive disabilities. In: INTERNATIONAL CROSS-DISCIPLINARY WORKSHOP ON WEB ACCESSIBILITY (W4A), 2005. *Proceedings... ACM*, 2005. p.85–89.

BRASIL. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*: promulgada em 5 de outubro de 1988. Brasília-DF, 1988.

BUENO, J. G. S. Crianças com necessidades educacionais especiais, política educacional e a formação de professores: generalistas ou especialistas. *Revista Brasileira de educação especial*, 3(5):7–25, 1999.

- CANTIN, N.; RYAN, J.; POLATAJKO, H. J. Impact of task difficulty and motor ability on visual-motor task performance of children with and without developmental coordination disorder. *Human movement science*, v.34, p.217–232, 2014.
- CARDOSO, A. M. P. et al. Facil: Modelo para avaliação da literacia digital e informacional. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v.22, n.03, p.46, 2014.
- CÁRNIO, M. S.; SHIMAZAKI, E. M. Letramento e alfabetização das pessoas com deficiência intelectual. *Teoria e prática da educação*, v.14, n.1, p.143–151, 2012.
- CARO, K. Exergames for children with motor skills problems. *ACM Sigaccess Accessibility e Computing*, n.108, p.20–26, 2014.
- CARO, K. et al. Designing exergames combining the use of fine and gross motor exercises to support self-care activities. In: international ACM SIGACCESS conference on Computers & accessibility, 16., 2014. *Proceedings...* ACM, 2014. p.247–248.
- CAST. Center for applied special technology (cast). *About Universal Design for Learning*. 2012. Disponível em: <<http://www.cast.org/udl/index.html>>. Acesso em: 13 nov. 2016.
- CHEN, K.-W. et al. To design an interactive learning system for child by integrating blocks with kinect. In: GLOBAL ENGINEERING EDUCATION CONFERENCE (EDUCON), 2014. *Proceedings...* IEEE, 2014. p. 20-22.
- CIEZA, A. et al. Linking health-status measurements to the international classification of functioning, disability and health. *Journal of Rehabilitation Medicine*, v.34, p.5, p.205–210, 2002.
- CLARKE, M. et al. A proposed framework for decision-making for assistive communication technology support: many perspectives, but one common goal. *Journal of Assistive Technologies*, v.5, n.4, p.242–248, 2011.
- COHN, G. et al. Your noise is my comme: sensing gestures using the body as an antenna. In: SIGCHI - CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 2011. *Proceedings...* ACM, 2011. p. 791-800.
- CONVENÇÃO. *Convenção Interamericana para a eliminação de todas as formas de discriminação contra as pessoas portadoras de deficiência*, 2006.
- CRAWFORD, S. G.; WILSON, B. N.; DEWEY, D. Identifying developmental coordination disorder: consistency between tests. *Physical & occupational therapy in pediatrics*, v.20, n.2-3, p. 29–50, 2001.
- DAVIS, M. et al. Guidelines for researchers and practitioners designing software e software trials for children with autism. *Journal of Assistive Technologies*, v.4, n.1, p.38–48, 2010.
- DE ASSIS, A. B. S. W. et al. Os multiletramentos no contexto escolar: Os desafios do letramento na educação especial. *Revista Científica da FEPI*, v.6, n.1, 2015.
- DE OLIVEIRA, M. D. S.; BEZERRA, G. F. (Pro) posições do pacto nacional pela alfabetização na idade certa para a educação especial: uma proposta inclusiva? *Revista Educação Especial*, v. 27, n. 50, p.777–780, 2014.
- DOS SANTOS, A. M.; LIMA, I. M. C. Um estudo sobre o letramento em salas de alfabetização: Inclusão de alunos com deficiência. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE, 6. 2012. *Anais...* 2012.
- DYSPRAXIA Foundation UK. *Dyspraxia classroom guidelines*, 2016.
- ERAZO, O.; PICO, R. Interfaces de usuario basadas en gestos manuales sin contacto para la sala de clases: una revisión bibliográfica. *Enfoque UTE*, v.5, n.4, p–34, 2014.
- ERAZO, O. et al. Magic mirror for neurorehabilitation of people with upper limb dysfunction using kinect. In: SYSTEM SCIENCES (HICSS), HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE, 47., 2014. *Proceedings...* IEEE, 2014. p. 2607–2615.

FALCÃO, T. P.; PRICE, S. Informing design for tangible interaction: a case for children with learning difficulties. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERACTION DESIGN E CHILDREN, 9., 2010. *Proceedings...* ACM, 2010. p.190–193.

FENG, J. et al. Computer usage by children with down syndrome: Challenges and future research. *ACM Transactions on Accessible Computing (TACCESS)*, v.2, n.3, p.13, 2010.

FERGUSON, G. et al. The efficacy of two task-orientated interventions for children with developmental coordination disorder: Neuromotor task training and nintendo wii fit training. *Research in developmental disabilities*, v.34, n.9, p.2449–2461, 2013.

FERGUSON, G. et al. Using the icf framework to explore the multiple interacting factors associated with developmental coordination disorder. *Current Developmental Disorders Reports*, v.1, n.2, p.86–101, 2014.

FOULDER-HUGHES, L. *Free online bbc clips aid numeracy*, 2015.

GARCIA, R. M. C.; MICHELS, M. H. A política de educação especial no Brasil (1991-2011): uma análise da produção do gt15-educação especial da anped. *Revista brasileira de educação especial*, v.17, p.105–124, 2011.

GEUZE, R. H.; KALVERBOER, A. F. Tapping a rhythm: A problem of timing for children who are clumsy and dyslexic? *Adapted Physical Activity Quarterly*, v.11, p.203–203, 1994.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 2002.

GLAT, R.; FERNEES, E. M. Da educação segregada à educação inclusiva: uma breve reflexão sobre os paradigmas educacionais no contexto da educação especial brasileira. *Revista Inclusão*, v.1, n.1, p.35–39, 2005.

GONSALVES, L. et al. Children with developmental coordination disorder play active virtual reality games differently than children with typical development. *Physical therapy*, v.95, n.3, p.360–368, 2015.

HAMMOND, J. et al. An investigation of the impact of regular use of the wii fit to improve motor and psychosocial outcomes in children with movement difficulties: a pilot study. *Child: care, health e development*, v.40, n.2, p.165–175, 2014.

HENDERSON, S. E. E HENDERSON, L. Toward an understanding of developmental coordination disorder: terminological e diagnostic issues. *Neural plasticity*, v.10, n.1-2, p.1–13, 2003.

HENDERSON, S. E. et al. *Movement assessment battery for children*. Psychological Corporation London, 1992.

HILL, E. L. Non-specific nature of specific language impairment: a review of the literature with regard to concomitant motor impairments. *International Journal of Language & Communication Disorders*, v.36, n.2, p.149–171, 2001.

IBGE. *Censo demográfico 2010: características gerais da população, região e pessoas com deficiência*, 2010.

JELSMA, D. et al. The impact of wii fit intervention on dynamic balance control in children with probable developmental coordination disorder and balance problems. *Human movement science*, v.33, p.404–418, 2014.

KAPLAN, B. et al. Comorbidity of developmental coordination disorder and different types of reading disability. *Journal of the International Neuropsychological Society*, v.3, p.54, 1997.

KIRBY, A.; DREW, S. *Guide to dyspraxia and developmental coordination disorders*. Routledge, 2013.

KIRBY, A.; SUGDEN, D.; PURCELL, C. Diagnosing developmental coordination disorders. *Archives of disease in childhood*, v.99, n.3, p.292–296, 2014.

- KIRBY, A.; SUGDEN, D. A. Children with developmental coordination disorders. *Journal of the Royal Society of Medicine*, v.100, n.4, p.182–186, 2007.
- KLEINA, C. *Tecnologia assistiva em educação especial e educação inclusiva*. Curitiba: Intersaberes [livro eletrônico], 2012.
- KULESSA, T.; HOCH, M. Efficient color segmentation under varying illumination conditions. In: IEEE IMAGE AND MULTIDIMENSIONAL DIGITAL SIGNAL PROCESSING WORKSHOP, 1998. *Proceedings... IEEE*, 1998.
- LANDERL, K.; MOLL, K. Comorbidity of learning disorders: prevalence and familial transmission. *Journal of Child Psychology e Psychiatry*, v.51, n.3, p.287–294, 2010.
- LIMA, S. R.; MENDES, E. G. Escolarização da pessoa com deficiência intelectual: terminalidade específica e expectativas familiares. *Rev. bras. educ. espec*, v.17, n.2, p.195–208, 2011.
- LIU, W. Natural user interface - next mainstream product user interface. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER-AIDED INDUSTRIAL DESIGN & CONCEPTUAL DESIGN IEEE, 11., 2010. *Proceedings... IEEE*, 2010.
- MAGALHAES, L.; CARDOSO, A.; MISSIUNA, C. Activities and participation in children with developmental coordination disorder: A systematic review. *Research in developmental disabilities*, v.32, n.4, p.1309–1316, 2011.
- MAGALHÃES, L. C.; MISSIUNA, C.; WONG, S. Terminology used in research reports of developmental coordination disorder. *Developmental medicine & child neurology*, v.48, n.11, p.937–941, 2006.
- MARTINS, D. A. *Trajetórias de Formação e Condições de Trabalho do Interprete de Libras em Instituições de Educação Superior*. PhD thesis, Dissertação (Mestrado em Educação)—Programa de Pós-Graduação em Educação da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, 2009.
- MCKNIGHT, L. Designing for adhd in search of guidelines. In: IDC 2010 DIGITAL TECHNOLOGIES E MARGINALIZED YOUTH WORKSHOP, 2010. *Proceedings...2010*.
- MCKNIGHT, L.; DAVIES, C. Current perspectives on assistive learning technologies. *The Kellogg College Centre for Research into Assistive Learning Technologies*. Oxford University. December, 2012.
- MISSIUNA, C.; RIVARD, L.; BARTLETT, D. Exploring assessment tools and the target of intervention for children with developmental coordination disorder. *Physical & Occupational Therapy in Pediatrics*, v.26, n. 1-2, p.71–89, 2006.
- MITRA, S.; ACHARYA, T. Gesture recognition: A survey. *Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications e Reviews, IEEE Transactions on*, v.37, n.3, p.311–324, 2007.
- MIYAHARA, M.; MOBS, I. Developmental dyspraxia and developmental coordination disorder. *Neuropsychology Review*, v.5, n.4, p.245–268, 1995.
- NIELSEN, M. et al. A procedure for developing intuitive and ergonomic gesture interfaces for hci. *Gesture-Based Communication in Human-Computer Interaction*, p. 409–420. Springer, 2004.
- NISHINO, H. et al. A touch screen interface design with tactile feedback. In: COMPLEX, INTELLIGENT AND SOFTWARE INTENSIVE SYSTEMS (CISIS), 2011. *Proceedings... IEEE*, 2011. p. 53–60.
- NORMAN, D. A.; NIELSEN, J. Gestural interfaces: a step backward in usability. *Interactions*, v.17, n.5, p.46–49, 2010.
- NUNES, L. R.; SILVEIRA, I. F. Desafios das interfaces gestuais na aprendizagem de pessoas com dispraxia. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO (CSBC 2015), 35., 2015, Recife, Pernambuco, *Anais... Recife, Pernambuco*, 2015.

- O'HARA, K. et al. On the naturalness of touchless: Putting the interaction back into nui. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, v.20, n.1, p.5, 2013.
- OLSEN, J. Z.; FINK, C.; MARXER, M. *Handwriting without tears*. Handwriting Without Tears Publisher, 2001.
- ORGANIZATION, W. H. *International classification of functioning, disability and health: ICF*. World Health Organization, 2001.
- OTHMAN, M. F.; KEAY-BRIGHT, W. Using rotoscopy technique to assist the teaching of handwriting for children with dyspraxia. In: *ADVANCES IN COMPUTER-HUMAN INTERACTIONS*, 30., 2010. *Proceedings...* IEEE, 2010. p. 175–178.
- OTHMAN, M. F.; KEAY-BRIGHT, W. Rotoscopy-handwriting prototype: Using computer animation technique to assist the teaching of handwriting for children with dyspraxia. In: *ITNG, Proceedings...* 2011. p. 464–469.
- PIEK, J. P.; DYCK, M. J. Sensorymotor deficits in children with developmental coordination disorder, attention deficit hyperactivity disorder and autistic disorder. *Human movement science*, v.23, n.3, p.475–488, 2004.
- PLACITELLI, A. P.; GALLO, L. Toward a framework for rapid prototyping of touchless user interfaces. In: *COMPLEX, INTELLIGENT AND SOFTWARE INTENSIVE SYSTEMS (CISIS)*, 6., 2012, *Proceedings...* IEEE, 2012. p.539–543.
- POLATAJKO, H. J.; AM, F.; C, M. An international consensus on children with developmental coordination disorder. *Can J Occup Ther*, n.62, p. 3–6, 1995.
- POLATAJKO, H. J.; CANTIN, N. Developmental coordination disorder (dyspraxia): an overview of the state of the art. In: *SEMINARS IN PEDIATRIC NEUROLOGY*, 2005. *Proceedings...* Elsevier, v. 12, 2005. p.250-258.
- PORTWOOD, M. *Understanding developmental dyspraxia: A textbook for students e professionals*. David Fulton Publishers, 2013.
- QUECK, F.; MYSLIWIEC, T.; ZHAO, M. Finger mouse: A freehand pointing interface. In: *INTERNATIONAL WORKSHOP ON AUTOMATIC FACE AND GESTURE RECOGNITION*, 1995, Zurich. *Proceedings...* Zurich, 1995.
- RASMUSSEN, P.; GILLBERG, C. Natural outcome of adhd with developmental coordination disorder at age 22 years: a controlled, longitudinal, community based study. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, v.39, n.11, p.1424–1431, 2000.
- SAFFER, D. *Designing gestural interfaces: Touchscreens e interactive devices*. O'Reilly Media Inc., 2008.
- SALIM, S. Y. Touchless vs direct-touch interface: Technical and applications. In: *INTERACTIVE MULTIMEDIA CONFERENCE*, 2014. *Proceedings...* 2014.
- SCABAR, A. et al. Comorbidity of dcd and sli: significance of epileptiform activity during sleep. *Child: care, health and development*, v.32, n.6, p.733-739, 2006.
- SHEN, J. et al. Gpu-based realtime hand gesture interaction and rendering for volume datasets using leap motion. In: *INTERNATIONAL CONFERENCE ON CYBER-WORLDS*, 2014. *Proceedings...* 2014, p. 85–92.
- SMITS-ENGELSMAN, B. C. et al. Motor learning: An analysis of 100 trials of a ski slalom game in children with and without developmental coordination disorder. *PloS one*, v.10, n.10, e.0140470, 2015.
- SNAPP-CHILDS, W. et al. Active prospective control is required for effective sensorimotor learning. *PloS one*, v.8, n.10, e.77609, 2013a.
- SNAPP-CHILDS, W.; MON-WILLIAMS, M.; BINGHAM, G. P. A sensorimotor approach to the training of manual actions in children with developmental coordination disorder. *Journal of child neurology*, v.28, n.2, p.204–212, 2013b.

STUCKI, G. et al. Application of the international classification of functioning, disability and health (icf) in clinical practice. *Disability e rehabilitation*, v.24, n.5, p.281–282, 2002.

SUDIRMAN, R.; TABATABAEY-MASHADI, N.; AR-IFFIN, I. Aspects of a standardized automated system for screening children's handwriting. In: INFORMATICS E COMPUTATIONAL INTELLIGENCE (ICI), 1., 2011, *Proceedings...* IEEE, 2011, p.49-54.

TONIOLO, C. S.; CAPELLINI, S. A. Transtorno do desenvolvimento da coordenação: revisão de literatura sobre os instrumentos de avaliação. *Revista Psicopedagogia*, v.27, n.82, p.109-116, 2010.

TRESSER, S. Case study: Using a novel virtual reality computer game for occupational therapy intervention. *Presence*, v.21, n.3, p.359-371, 2012.

UNESCO, O. N. U. *Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência*. 2006. Brasília-DF. Doc. A.61.611, Nova Iorque, 2006.

VISSER, J. Developmental coordination disorder: a review of research on subtypes and comorbidities. *Human movement science*, v. 22, n.4, p.479-493, 2003.

WESTING, B. et al. Integrating multi-touch in high-resolution display environments. *State of the Practice Reports*, ACM, p. 8, 2011.

ZULIAN, M. S.; FREITAS, S. N. Formação de professores na educação inclusiva: aprendendo a viver, criar, pensar e ensinar de outro modo. *Revista Educação Especial*, p. 47–57, 2012.