

# Processo de Desenvolvimento de um Controlador Adaptativo de Jogos Digitais para Crianças com Deficiências Múltiplas

Isabel Cristina Siqueira da Silva

Departamento de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas – Universidade de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), Porto Alegre – RS – Brazil

isabel.siqueira@ufcspa.edu.br

**Abstract.** *This article presents the stages of development of an adaptive control of digital games aimed at children with multiple disabilities. The proposal started from the premise of proposing a low-cost interaction device that considers concepts of interaction design and assistive technology. The development had the collaboration of occupational therapists throughout the process, who work directly with children with neuropsychomotor impairment. After tests and proof of concept, it was found that the proposed controller achieved the objectives outlined in this work, allowing its use by children with different disabilities and helping the functional assessment performed by such professionals.*

**Keywords** — *Interaction design, assistive technology, digital games, neuropsychomotor impairment, digital accessibility*

**Resumo.** *Este artigo apresenta as etapas de desenvolvimento de um controle adaptativo de jogos digitais voltado a crianças com deficiências múltiplas. A proposta partiu da premissa da proposição de um dispositivo de interação de baixo custo e que considerasse conceitos de design de interação e tecnologia assistiva. O desenvolvimento contou com a colaboração de terapeutas ocupacionais ao longo de todo o processo, a quais trabalham diretamente com crianças com comprometimento neuropsicomotor. Após testes e prova de conceito, foi constatado que o controlador proposto atingiu os objetivos traçados neste trabalho, permitindo seu uso por crianças com diferentes deficiências e auxiliando a avaliação funcional realizada por tais profissionais.*

**Palavras-chave** — *Design de interação, tecnologia assistiva, jogos digitais, comprometimento neuropsicomotor, acessibilidade digital*

## 1. Introdução

A deficiência múltipla é uma condição clínica em que a pessoa apresenta deficiência física que pode envolver a combinação de aspectos mentais, visuais, auditivos e/ou motores associados ou não à doença mental. Os perfis funcionais inscritos na deficiência múltipla, comumente, descrevem a presença de necessidades complexas de comunicação em situações em que deficiências motoras, de linguagem, cognitivas e/ou sensoriais impedem o desenvolvimento da fala, gerando restrições significativas na interação e comunicação. Os principais diagnósticos para deficiências múltiplas são

lesão cerebral, quadriparesia espástica, microcefalia e holoprosencefalia, todos apresentando retardo mental de leve a moderado.

O terapeuta ocupacional é o profissional da Saúde que favorece o desenvolvimento de pessoas com algum tipo de deficiência por meio da realização de atividades de vida cotidiana (AOTA, 2008). A atuação do terapeuta ocupacional com crianças com múltiplas deficiências, e conseqüente atraso no desenvolvimento neuropsicomotor, tem como foco principal auxiliar a família no manejo com estas crianças. A prática da terapia ocupacional precisa ser adequada para cada criança, ou seja, individualizada, a partir da percepção de seus aspectos físicos, sensoriais, cognitivos, emocionais e sociais.

Para estimular a função e reduzir a interferência da deficiência no desempenho das atividades funcionais, o terapeuta ocupacional emprega recursos de tecnologia assistiva (Shuster, 1993). De acordo com Schirmer et al. (2007), a tecnologia assistiva propõe resolver problemas funcionais na perspectiva de desenvolver potencialidades humanas, valorizando desejos, habilidades, expectativas positivas e qualidade de vida. No entanto, Galvão Filho et al. (2009) e Baldassin et al. (2018) apontam que o fato de uma tecnologia ser útil para a autonomia do deficiente não basta para ser chamada de tecnologia assistiva, mas sim se essa tecnologia compensa ou atenua as conseqüências de barreiras ou deficiências decorrentes de uma deficiência ou mobilidade reduzida.

Jogos digitais, e os controladores (ou controles) para interação com estes, podem auxiliar no tratamento de crianças com múltiplas deficiências em função de permitir que terapeutas ocupacionais os empreguem como ferramentas para engajar estas no treinamento de habilidades funcionais (Costa, 2005) (Araújo et al., 2015) (Oliveira e Tavares, 2020). Visa-se, assim, integrar diferentes inteligências e estimular as atividades cognitivas, perceptivas e motoras uma vez que o brincar proporciona melhor cooperação do paciente, além de auxiliar no seu desenvolvimento e aumentar o seu repertório comportamental.

Para a interação com jogos digitais, são necessários, principalmente, movimentos de interação baseados em seleção (pressionar botões) e navegação junto à interface gráfica apresentada. No entanto, em computadores e dispositivos móveis, a interação via teclado, *mouse* convencional e/ou tela sensível ao toque, pode ser difícil para crianças com múltiplas deficiências devido à diminuição da amplitude de movimento e da força destas ou, mesmo, à fadiga. Métodos alternativos de acesso são necessários para permitir à criança a interação com o jogo digital, porém a tarefa de projetar aplicativos gráficos interativos para usuários com necessidades especiais é um desafio: uma questão de pesquisa prática, social e necessária (Archambault, 2008). Considerando, especificamente, jogos digitais para usuários com necessidades especiais, estes devem considerar componentes e padrões emocionais específicos.

Recursos de acessibilidade ao computador, especialmente idealizados para tornar o computador acessível para pessoas com privações sensoriais (visuais e auditivas), intelectuais e motoras, são considerados tecnologias assistivas (Archambault et al., 2008) (Bersch, 2013) (Oliveira e Salim, 2018). Considerando a interação com jogos digitais, alguns destes recursos já existentes no mercado podem ser empregados como controladores. No entanto, tais recursos nem sempre são adaptativos, permitindo calibragem de pressão, alteração de posição e cores, encaixe ao corpo, etc., e possuem, em sua maioria, um custo alto, impedindo seu acesso e a inclusão de usuários em situação de vulnerabilidade e risco social.

Considerando o exposto, este artigo apresenta as etapas de desenvolvimento de um controlador adaptativo para interação com jogos digitais, de baixo custo, voltado a crianças com múltiplas deficiências. Este controlador é baseado em um *trackball*, porém incluindo botões de pressão além de uma esfera de navegação. Seu formato foi definido considerando-se conceitos de ergonomia a fim de que este pudesse ser adaptado ao formato do corpo de crianças, podendo ser encaixado em cadeira de rodas ou sobre mesa de apoio para facilitar seu uso. A distância dos botões de pressão e suas disposições em termos de posicionamento à direita, ao centro, ou à esquerda também pode ser adaptada considerando-se as necessidades de movimento das crianças. Após testes com um grupo de crianças de uma instituição especializada na integração de crianças especiais, suas terapeutas ocupacionais indicaram que o controlador proposto contribuiu para proporcionar ou ampliar as habilidades funcionais destas de forma lúdica, divertida e inclusiva.

O texto está organizado como segue. Além desta Seção introdutória, a Seção dostraz alguns exemplos de dispositivos de interação existentes no mercado voltados a pessoas com deficiência. A Seção 3 apresenta o controle proposto e desenvolvido. Já a Seção 4 apresenta os testes realizados e discussão sobre seus resultados. Por fim, a Seção5 trás as considerações finais.

## **2. Controladores para a Interação de Crianças com Múltiplas Deficiências com Jogos Digitais**

O desenvolvimento de controles de jogos digitais voltados a pessoas com deficiência ainda precisa alcançar uma importância maior na indústria de jogos. São poucos os recursos existentes além de apresentarem um custo alto em sua maioria, dificultando o acesso por parte de famílias e instituições voltadas a crianças com múltiplas deficiências, principalmente aquelas que se encontram em situação de vulnerabilidade e risco social.

Um exemplo de controle que visa facilitar a interação de pressionar um botão é o Jelly Bean Twist Switch Button, da empresa Ablenet<sup>1</sup>, o qual possui diferentes cores e níveis de sensibilidade para que usuários com diferentes capacidades motoras possam utilizá-lo. Seu custo unitário parte de U\$ 70,00.



**Figura 1. Controlador Jelly Bean Twist Switch Button.**

---

<sup>1</sup> <https://www.ablenetinc.com/>

Um outro exemplo de controle que pode ser empregado para a interação com jogos digitais é o BigTrack 2.0 (Figura 2), também da empresa Ablenet. Este é um *mouse* USB que inclui um *trackball* para navegação e dois botões para seleção e é voltado a usuários com comprometimento motor. Seu custo parte de U\$ 100,00. Neste dispositivo, podem ser acoplados, ainda, dois botões do tipo *switch* a fim de ampliar seus modos de interação.



**Figura 2. Controlador BigTrack 2.0.**

Nessa mesma linha de interação, a Microsoft<sup>2</sup> lançou o Xbox Adaptive Controller (Figura 3), um controlador desenvolvido especialmente para a interação com o Xbox One. O Xbox Adaptive Controller funciona como um hub central, possuindo entradas onde podem ser conectados acessórios como pedais e outros dispositivos, como botões *switch*. Seu custo também parte de U\$ 100,00.



**Figura 3. Xbox Adaptive Controller.**

Os três controles apresentados são alguns exemplos de dispositivos que existem atualmente no mercado e que podem ser empregados para interação com jogos. Porém, possuem custo elevado e, por não serem nacionais, podem necessitar de componentes extras para funcionarem. Nota-se a necessidade da proposição de soluções inclusivas, que caracterizem tecnologia assistiva, e sejam acessíveis, principalmente, para usuários com múltiplas deficiências que não têm condições financeiras de pagar um custo alto para acessar controles similares.

### **3. Projeto e Desenvolvimento de um Controlador Adaptativo de Jogos Digitais**

Este trabalho parte dos resultados de um estudo anterior publicado em Silva et al. (2017) e Silva et al. (2022). Tal estudo teve, por objetivo, desenvolver um jogo digital cujo cenário representava um ambiente real, de uma instituição para integração de crianças especiais, voltado ao treinamento de atividades de vida diária. Além do jogo

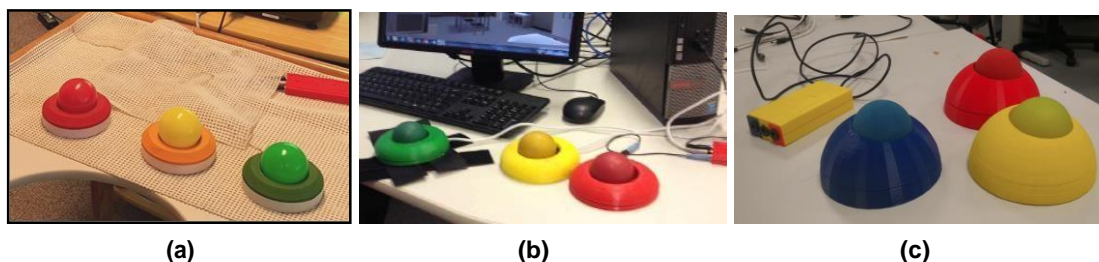
---

<sup>2</sup> <https://www.microsoft.com/pt-br>

digital, foram desenvolvidos dispositivos de interação voltados a este, baseados em botões de pressão, que consideraram os seguintes requisitos:

- Ser simples, de modo a permitir um clique indicando a resposta do usuário ao desafio proposto pelo jogo;
- Ser anatômico, facilitando seu uso pelos usuários com diferentes tamanhos de mãos e capacidade de movimento;
- Possuir cores de acordo com as cores de destaque usadas no ambiente virtual (verde, amarelo e vermelho);
- Apresentar baixo custo de produção.

A Figura 4 apresenta as diferentes fases de desenvolvimento destes dispositivos de interação.



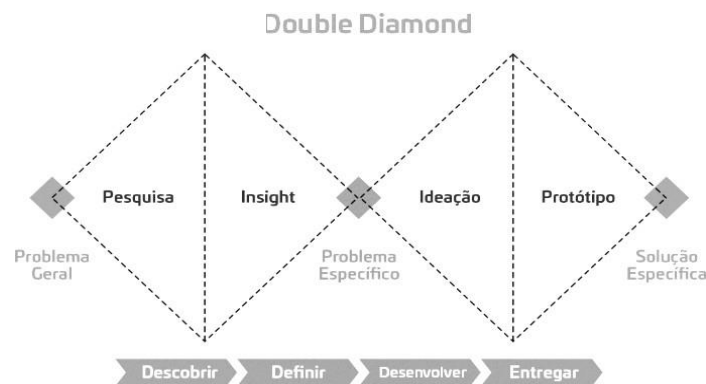
(a) (b) (c)  
**Figura 4. Fase de desenvolvimento dos dispositivos de seleção discutidos nos trabalhos (Silva, 2017) e (Silva, 2022): (a) Materiais usados: base esculpida em madeira e bolas de plástico; (b) Materiais usados: base esculpida em PLA por impressora 3D e bolas de borracha; (c) Mesmos materiais de (b) porém com formato ergonômico.**

Após o desenvolvimento dos dispositivos de seleção apresentados na Figura 4, a equipe de desenvolvedores, formada por professores e estudantes do cursos de graduação em jogos digitais, em análise de sistemas e em design de produto, notou que as atividades de navegação nos jogos digitais eram também importantes, principalmente para as crianças com maior domínio da motricidade. A partir de então, empregou-se a *double diamond* (DD), uma metodologia de *design thinking* centrada no usuário e focada na experiência deste (Figura 5). A DD, aliada a conceitos de *design* de interação, guiou o desenvolvimento de uma solução que contou com a cooperação de terapeutas ocupacionais (TOs) e de crianças com deficiências múltiplas, estas últimas que caracterizaram o público-alvo deste estudo.

Partindo-se do problema geral apresentado como desafio, a etapa seguinte da DD foi “descobrir”, na qual deve-se procurar entender os usuários, como eles se comportam e quais são os hábitos que eles têm. Para tanto, realizou-se uma pesquisa exploratória, visitando a instituição onde as TOs atuavam e observando como os treinamentos funcionais eram realizados com as crianças.

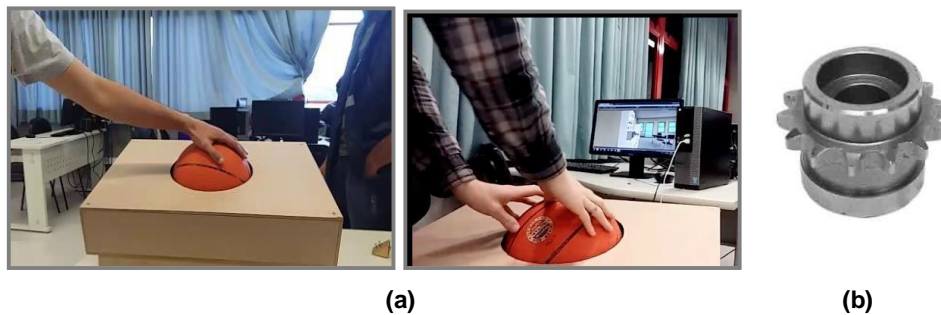
Na sequência, a etapa “definir” foi colocada em prática a partir da definição de um controlador para jogos digitais baseado em *trackball*. Foram realizadas reuniões para refinamento das ideias iniciais a fim de se definir como o dispositivo de interação deveria ser, quais requisitos atender. Os seguintes requisitos foram considerados:

- Permitir a interação de navegação em interfaces gráficas de jogos digitais;
- Ter baixo custo de construção;
- Apresentar algum tipo de atrito na esfera do *trackball* a fim de evitar que as mãos das crianças deslizassem por esta sem realizar o movimento de giro da mesma, o qual deve ser convertido para a navegação no jogo;
- Permitir sua mobilidade, de modo que pudesse ser colocado sobre mesas de diferentes alturas adaptando-se à altura e alcance das crianças;
- Ser ergonômico, adaptando-se ao formato do corpo da criança.



**Figura 5. Metodologia *double diamond*.**

Uma primeira proposta começou a ser desenvolvida (etapa “desenvolver”), a qual considerava a construção de uma base de madeira, o uso de quatro roletes de engrenagens de metal e uma bola de basquete, a qual foi escolhida em função de possuir textura em alto relevo na sua superfície facilitando sua movimentação uma vez que as mãos das crianças não deslissavam por esta sem realizar seu movimento (Figura 6).

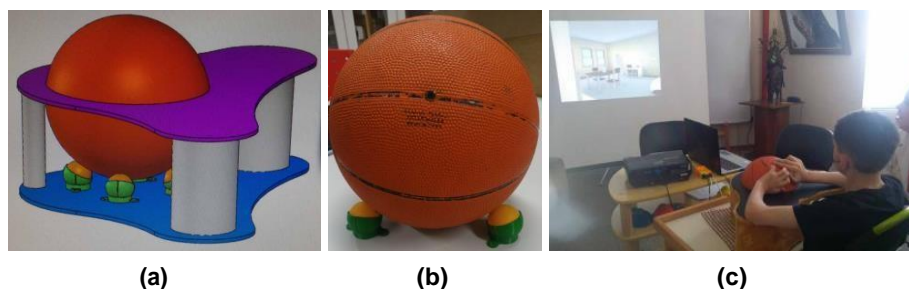


**Figura 6. Primeira versão do controlador de jogos digitais proposto. (a) Protótipo; (b) Rolete de metal.**

Este primeiro protótipo foi testado (etapa “entregar” da DD) e notou-se que o mesmo ainda não era adequado para a interação das crianças, pois a bola de basquete, na base de madeira, se mostrou pesada para a manipulação. Da mesma forma, os roletes não permitiam uma movimentação suave da bola, impedindo que esta deslissasse em movimento contínuo. Por fim, a altura da base de madeira também não

foi adequada, pois as crianças precisavam elevar demasiadamente seus braços para interagir com a bola.

O processo metodológico da DD foi, então, reiniciado com a realização de novas reuniões da equipe de desenvolvimento com as TOs, além de medições no ambiente onde o controlador seria utilizado (mesas de suporte, cadeiras de rodas, etc.). Para esta nova proposta, optou-se por substituir os quatro roletes de metal por quatro modelos impressos em impressora 3D onde bolas pequenas de plástico, estilo usado no esporte de tênis de mesa, foram acopladas. Estes modelos permitiram que a bola de basquete deslizasse com mais sutileza, facilitando o controlador da navegação no jogo digital. Na sequência, duas bases de madeira foram esculpidas em máquinas de corte a laser unidas por canos de PVC. Estas bases foram projetadas de modo que as crianças conseguissem apoiar os cotovelos ao interagir com a bola de basquete (Figura 7).



**Figura 7. Segunda versão do controlador de navegação. (a) Modelagem, no computador, do novo protótipo; (b) Suportes para abola de basquete já impressos e construídos; (c) Usuário e TO testando o controlador de navegação em um jogo digital.**

Após novos testes com o segundo protótipo do controlador, notou-se que ainda era possível melhorar a ergonomia do mesmo, de modo a incluir uma pequena inclinação em relação ao corpo da criança, deixando a bola posicionada um pouco mais acima do suporte para os cotovelos. Também optou-se por substituir a bola de basquete de tamanho oficial por uma versão mini desta de modo a reduzir a amplitude de movimento durante a navegação pelo cenário do jogo digital além de deixar o controlador mais leve quando colocado sobre o colo da criança.

Uma terceira sugestão de melhoria partiu das TOs solicitando a inclusão de botões de seleção junto ao *trackball* de modo a obter uma funcionalidade próxima a um *mouse* de computador (botões de pressão e navegação). Após testes e provas de conceito com um modelo em papelão, partiu-se para a construção deste terceiro e último protótipo, o qual pode ser observado na Figura 8.

Esta versão final do controlador se adaptou de forma mais adequada ao corpo da criança e a nova angulação favoreceu o posicionamento dos braços bem como o movimento desses. A possibilidade de inserção de bolas de borracha que executam a função de botões de seleção incrementou o poder de interação do usuário com o jogo através do controlador proposto. Tais bolas de borracha distribuídas sobre o controlador de acordo com a necessidade da criança (distância de alcance, destra, canhota etc.).

Com esta etapa do trabalho, obteve-se o objetivo proposto de construir um controlador adaptativo e de baixo custo voltado a crianças com deficiências múltiplas e que permitisse a estas a interação com jogos digitais através de ações de navegação e pressão/seleção.



**Figura 8. Terceira e última versão do controlador de navegação e seleção em jogos digitais baseado em *trackball* aliado a botões de seleção.**

#### **4. Testes e Discussão**

Após o protótipo do controlador proposto ser construído, as TOs convidaram sete crianças a testarem este: cinco meninas e dois meninos. Estas apresentavam deficiência mental, lesão cerebral e/ou síndrome, tal como detalhado a seguir:

- Duas meninas sem deficiência motora (idades: onze e doze anos), mas com deficiência mental;
- Um menino cadeirante (idade: treze anos), com boa movimentação de membros superiores, mas com baixa força muscular e capacidade cognitiva média;
- Duas meninas cadeirantes (idades: nove e quatorze), com grave deficiência motora global, mas boa habilidade cognitiva;
- Uma menina em cadeira de rodas (idade: onze anos), com deficiências motora e cognitiva graves;
- Um menino cadeirante (idade: quatorze anos), com grave deficiência motora global e média habilidade cognitiva.

Os testes com o controlador foram realizados utilizando-se o jogo digital apresentado em (Silva, 2017) e (Silva, 2022) e de forma individual. As TOs, inicialmente, posicionaram o controlador junto à cada criança e explicaram como utilizá-lo. Algumas crianças conseguiram interagir sozinhas enquanto outras precisaram do auxílio constante das TOs. Nesse contexto, como indica Blanche (2002), notou-se a necessidade do interlocutor mediador (TOs) em criar estratégias para possibilitar a participação da criança nas atividades propostas. Em alguns momentos, as crianças deixaram de prestar atenção ao jogo digital para se dedicar a explorar os botões do controlador e a mini bola de basquete, demonstrando prazer e diversão na interação.

Durante a interação das crianças com o controlador, as TOs realizaram avaliação empírica. Foi destacado, principalmente, o engajamento das crianças para interagir com



o controlador, seja em relação ao jogo digital, ou pela curiosidade e desafios de pressionar os botões e girar a bola de basquete. As profissionais relataram, ainda, ganhos relacionados a diferentes componentes de desempenho nas crianças que utilizaram o controlador para interagir com o jogo digital:

- Sensorial (tato, visão, audição e percepção);
- Neuromusculoesquelética (força e controle postural);
- Motores (integração visomotora e controle motor).

De maneira geral, notou-se que as crianças se mostraram interessadas e participativas, mantendo a atenção durante as explicações sobre como interagir com o jogo digital. No início da atividade, a maioria das crianças tentou interagir de forma ativa e, após a primeira tentativa, demonstrou interesse em usar o controlador novamente. As TOs destacaram o caráter lúdico, divertido e de entretenimento da atividade proporcionada pelo controlador ao interagir com o jogo digital. A maioria das crianças, especialmente aquelas com limitação motora, tinha prazer na experiência de simplesmente clicar nos botões coloridos, sentindo, através do tato, o *feedback* gerado.

As TOs também afirmaram que controle proposto auxiliou na aprendizagem de seus alunos, facilitando a associação e assimilação das questões cognitivas com a expressão motora, ou seja, é um recurso terapêutico que facilita o desenvolvimento neuropsicomotor.

## **5. Considerações Finais**

Este artigo apresentou as etapas de desenvolvimento de um controlador adaptativo para interação de crianças, portadoras de múltiplas deficiências, com jogos digitais. Dentre as diferentes motivações para a sua proposição, as principais foram a necessidade de ser de baixo custo e a questão de estar voltado a crianças com múltiplas deficiências.

O controlador foi projetado e desenvolvido considerando a metodologia *double diamond*, centrada no usuário e voltada à experiência deste. Para tanto, ao longo de todo o desenvolvimento, foi mantido o contato com as terapeutas ocupacionais que colaboraram para este estudo, auxiliando na ideação e nas adaptações necessárias após cada teste realizado com as crianças. Assim, conceitos de design de interação e tecnologia assistiva guiaram o desenvolvimento, além do estudo ergonômico realizado junto às crianças que eram o público-alvo deste estudo.

Após testes de avaliação do controlador junto a um grupo de crianças, as terapeutas ocupacionais, responsáveis pela avaliação funcional destas, indicaram que o controlador proposto contribuiu para proporcionar ou ampliar as habilidades funcionais das crianças de forma lúdica, divertida e inclusiva. A possibilidade de adaptar o posicionamento do controle sobre o colo das crianças ou mesas especiais, bem como a definição do posicionamento dos botões, fez a diferença ao permitir que todas as crianças que participaram dos testes pudessem utilizar pelo menos alguma parte do controlador.

Futuramente, pretende-se desenvolver a funcionalidade de análise da interação das crianças junto ao controlador, como medir a pressão exercida sobre os botões, a amplitude dos movimentos sobre a mini bola de basquete dentre outros. Desta forma, o

controlador, além de permitir a interação com jogos digitais, permitirá a geração de dados sobre a interação realizada pelas crianças.

## Referências

- AOTA. (2008). Occupational therapy practice framework: Domain and process. *The American Journal of Occupational Therapy*, 62(6), 625–683. doi:10.5014/ajot.62.6.625 PMID:19024744
- Araújo, M. C. C., Facanha, A. R., Darin, T., & Viana, W. (2015) Um Estudo das Recomendações de Acessibilidade para Audiogames Móveis. XIV Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment.
- Archambault, D., Gaudy, T., Miesenberger, K., Natkin, S., & Ossmann, R. (2008). Towards Generalised Accessibility of Computer Games. *International Conference on Technologies for E-Learning and Digital Entertainment*, 518-527.
- Baldassin, V., Lorenzo, C., & Shimizu, H. E. (2018). Tecnologia assistiva e qualidade de vida na tetraplegia: abordagem bioética. *Revista Bioética*, 26, 574-586.
- Blanche, E. I. (2002). Play and process: Adult play embedded in the daily routine. In J. Roopnarire (Ed.), *Conceptual, social-cognitive, and contextual issues in the field of play*. Conn: Ablex Publishing.
- Bersch, R. (2013). Introdução à Tecnologia Assistiva. Retrieved June 13, 2017 from [http://www.assistiva.com.br/Introducao\\_Tecnologia\\_Assistiva.pdf](http://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf)
- Costa, R. M. E. M., & Carvalho, L. A. V. (2005) O Uso de Jogos Digitais na Reabilitação Cognitiva. *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 19-21.
- Galvão Filho, T. A. (2009). *Tecnologia Assistiva para uma escola inclusiva: apropriação, demandas e perspectivas* (Doutorado em educação). Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia.
- Oliveira, E. R., & Tavares, T. A. (2020). Realização de Jogos Digitais para Promover o Brincar de Crianças com Paralisia Cerebral. *Journal of Digital Media & Interaction*, 3(9), 133-150.
- Oliveira, T. S., & Salim, M. A. S. (2018). A Tecnologia Assistiva e as Tecnologias da Informação na Educação Especial Sob a Perspectiva da Inclusão. *Revista de Pós-graduação Multidisciplinar*, 1(5), 57-72.
- Schirmer, C. R., Browning, N., Bersch, R., & Machado, R. (2007). *Atendimento Educacional Especializado - Deficiência Física*. Gráfica e Editora Cromos.
- Shuster, N. E. (1993). Addressing assistive technology needs in special education. *The American Journal of Occupational Therapy*, 47(11), 993–997. doi:10.5014/ajot.47.11.993 PMID:8279506
- Silva. I. C., Nesi, L., Werly, J. A., Murillo, L. (2017) Ludic game approach as assistive technology for activities of daily living training. *IHC 2017: Proceedings of the XVI Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, 1–10.
- Silva, I. C., Nesi, L. C., & Machado, V. D. (2022). Gamified Virtual Environment and Interaction Design for Activities of Daily Living Training: Beyond the Horizon of Assistive Technology. In I. Management Association (Ed.), *Research Anthology on Inclusive Practices for Educators and Administrators in Special Education* (pp. 707-736). IGI Global.