

# Estendendo jogos digitais para o mundo físico-social: um estudo com esportes adaptados

André L. Brandão<sup>1,2</sup>, Emanuel Felipe Duarte<sup>1</sup>, M. Cecília C. Baranauskas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Computação – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)  
Av. Albert Einstein, 1251 – Cidade Universitária – 13083-852 – Campinas – SP – Brasil

<sup>2</sup>Centro de Matemática, Computação e Cognição – Universidade Federal do ABC  
Santo André – SP – Brasil

{brandao, emanuel, cecilia}@ic.unicamp.br

**Abstract.** *Most of the digital games have been designed, developed, and interpreted as artifacts that establish a relationship between one or more players and the application. However, with the advent of socioenactive systems, digital games can be extended on two levels: that of digital artifacts as a computational system in isolation, to reflect social aspects and the physical world of users; and the socioenactive itself, which articulates the digital, physical and social dimensions through physical artifacts. This study reports on the extension of a digital game about adapted sports and the two proposed extensions. It is estimated that, being the first experience presenting a proposal of the digital game as one artifact of the socioenactive triad (digital-physical-social), this study contributes to these artifacts providing opportunities not only in the digital context but also in the physical-social.*

**Resumo.** *Muitos dos jogos digitais têm sido desenhados, desenvolvidos e interpretados como artefatos que estabelecem uma relação entre um ou mais jogadores e a aplicação. Porém, com o advento dos sistemas socioenativos, os jogos digitais podem ser estendidos em dois níveis: o do artefato digital como sistema computacional de forma isolada, para refletir aspectos sociais e do mundo físico dos usuários; e o socioenativo propriamente dito, que articulam os dimensões digital, físico e social por meio de artefatos físicos. Este estudo relata a extensão de um jogo digital sobre esportes adaptados e as duas extensões propostas. Estima-se que, por ser a primeira experiência que apresenta uma proposta do jogo digital como um artefato da tríade socioenativa (social-físico-digital), este estudo contribui para que estes artefatos proporcionem oportunidades não somente no contexto digital, mas também no físico-social.*

## 1. Introdução

A presença de novas tecnologias e de novas modalidades de interação, por exemplo, possibilitadas por interfaces tangíveis, vestíveis e naturais, somada à ubiquidade da computação e da maneira como as pessoas interagem em um ambiente em que essa tecnologia é pervasiva, apresentam desafios que demandam a consideração de novos fatores (emocionais, físicos e culturais) no design de sistemas computacionais, em especial dos jogos digitais. Sistemas enativos têm sido definidos como sistemas computacionais constituídos por

processos humanos e tecnológicos vinculados dinamicamente [Kaipainen et al. 2011], i.e., constituindo ciclos de *feedback* usando sensores e análise de dados, possibilitando uma interação fluida entre humano e computador. O conceito de “Sistemas Socioenativos” parte de uma visão contemporânea para sistemas computacionais, que considera tecnologias que incluem sensores, atuadores, microcontroladores, e outros dispositivos que podem compor cenários de ubiquidade e pervasividade da Computação em diversos tipos de ambientes sociais. Tais sistemas representam um cenário complexo, estudado em um Projeto Temático recém-concluído [Baranauskas 2015], que trouxe conhecimento de bases teóricas e metodológicas (e experiências práticas) baseadas na fenomenologia, adequadas para o design de tais sistemas. Tal projeto possibilitou um entendimento sistêmico para o design da interação no contexto de ambientes socioenativos a partir da criação de artefatos e cenários constituindo tais sistemas. Não se tem conhecimento até o momento, de cenários socioenativos construídos a partir de jogos digitais; o objetivo deste trabalho é trazer uma análise de jogos digitais na perspectiva de sistemas socioenativos e suas bases teóricas, de maneira a compreendê-los a partir da relação tripartida de sistemas socioenativos, que acopla elementos do mundo físico, digital e social.

O jogo considerado neste estudo é o ParaJecripe, um jogo desenhado como um artefato para mudança de comportamento (*game for change*) de usuários típicos. A mudança de comportamento seria atingida pelo aprendizado de conteúdos presentes no jogo sobre esportes adaptados para pessoas com deficiência física ou cognitiva. A escolha desse jogo deve-se ao fato de que há uma carência de jogos digitais que apresentem conteúdos no domínio de esportes adaptados. Além disso, ao considerarmos jogos no contexto dos sistemas socioenativos, retomamos o conceito mais amplo de jogo na cultura humana [Buytendijk 1933, Huizinga 1938, Caillois 1958].

Os conteúdos do jogo são apresentados textualmente e os jogadores têm a oportunidade de praticar as modalidades por meio de computadores com o teclado e mouse como dispositivos de entrada. Porém, ao considerar a tríade socioenativa (social-físico-digital), verifica-se a necessidade de adaptações do artefato digital para que este reflita situações presentes nas modalidades esportivas presentes no jogo. Tais adaptações devem ser refletidas em cenários socioenativos. Assim, a contribuição deste estudo está na apresentação das características do artefato digital corrente, possíveis adaptações desta versão com os mesmos dispositivos de entrada, e, finalmente, as alterações necessárias para a elaboração de cenários socioenativos do jogo ParaJecripe. A construção de um cenário socioenativo para jogos adaptados tem o potencial de possibilitar aos participantes sua ação e percepção não apenas no mundo digital do jogo, mas principalmente no mundo físico e social, por meio de seus movimentos e ações coordenadas com objetos concretos e outros jogadores.

Este texto está dividido da seguinte forma: a seção 2 apresenta um referencial teórico e trabalhos relacionados a este estudo; a seção 3 apresenta o contexto de jogos sobre esportes adaptados, com ênfase no jogo ParaJecripe; na seção 4, o estudo de caso é descrito, com possíveis extensões para versão atual das modalidades esportivas consideradas e cenários socioenativos; a seção 5 discute sobre os cenários socioenativos no jogo considerado; a seção 6, por fim, conclui este estudo.

## 2. Referencial Teórico e Trabalhos Relacionados

Recentemente, experimentamos limites cada vez mais confusos para a relação humano-tecnologia, com tecnologia onipresente no ambiente físico e social no qual a vida se desenvolve. Nossa relação com tecnologia computacional não é mais de “usuários”, “jogadores”, ou “consumidores” dela, se a enxergarmos como parte constituinte de um ambiente ao qual estamos de certa maneira “acoplados”, em relação simbiótica. Embora a interação com tecnologia computacional tenha mudado muito, pouco se tem discutido sobre o papel da experiência de interação sobre o papel do “outro” e as relações intersubjetivas que influenciam a interação nesses novos cenários de tecnologia ubíqua, em particular no caso do design de jogos.

### 2.1. Referencial Teórico

Sistemas socioenativos foram desenvolvidos a partir de uma concepção de pesquisa que trata simbioticamente a teoria e a prática no design de tecnologia e da interação em ambientes de computação ubíqua [Baranauskas 2015]. A construção do conceito parte de uma perspectiva fenomenológica, que entende e destaca o papel do corpo (não apenas do cérebro) nos processos cognitivos de troca com o ambiente. Dessa maneira, o estudo do fenômeno denominado “socioenativo” envolve uma construção conceitual sustentada pela visão enativista da ciência cognitiva [Varela et al. 2017], alimentada com a prática da construção de artefatos tecnológicos que compõem cenários onde é possível experimentar o fenômeno estudado, de forma cíclica. O conceito de sistema socioenativo está caracterizado em [Baranauskas et al. 2023]. como um sistema computacional composto por artefatos físicos e sistemas digitais que permitem que as relações intersubjetivas ocorram em um cenário específico de interação. Essa referência apresenta maneiras pelas quais podemos entender a tecnologia de computação ubíqua e pervasiva e seu design em um *framework* enativista.

Nas configurações tradicionais da relação humano-tecnologia, o elemento humano e o elemento tecnológico são considerados sistemas separados. Em contraste, em uma compreensão enativa, a tecnologia participa da constituição mútua humano-ambiente; como tal, o ambiente físico e o agente humano corporificado constituem um único sistema (no qual o humano se engaja na criação de sentido como um indivíduo). Além disso, o agente humano corporificado não está sozinho neste ambiente e os objetos no ambiente também existem para os outros; assim, esse agente humano corporificado se envolve em interações com outros seres humanos corporificados, realizando um processo participativo de criação de sentido. As relações intersubjetivas nesse ambiente, como atenção conjunta, ação e coordenação, contribuem para a construção participativa de sentido. A atenção conjunta em um objeto de interesse pode levar a uma ação conjunta em objetos do ambiente; tanto a atenção conjunta quanto a ação conjunta envolvem coordenar movimentos corporificados e práticas comunicativas (por exemplo, gestos, expressões faciais) em contextos situados que também incluem tecnologia. Portanto, destacamos a importância da dimensão social, presente na tríade socioenativa quando consideramos os jogos multiusuários no estudo dessas aplicações no mencionado enquadramento teórico. O desafio que queremos trazer neste trabalho envolve ressignificar o conceito (e design) de jogos na perspectiva da computação ubíqua e, em particular, socioenativa. O fato mudado, ao trazer a socioenatividade no design de sistemas ubíquos, mais precisamente os jogos, envolve retomar aspectos sociais e físicos [Buytendijk 1933, Huizinga 1938, Caillois 1958].

## 2.2. Trabalhos Relacionados

Alguns exemplos de sistemas socioenativos que constituem ambientes de aprendizagem estão publicados em outros veículos [Valente et al. 2021, Baranauskas et al. 2021, Caceffo et al. 2022]. O sistema Aquarela Virtual [Duarte and Baranauskas 2022] é um ambiente criado a partir de elementos digitais, físicos e sociais, sendo constitutivo da experiência socioenativa ao permitir que crianças da educação infantil possam interagir remota e presencialmente com o sistema e outras pessoas, por meio da manipulação de elementos físicos e tangíveis da canção Aquarela [Moraes et al. 1983]. Todavia, embora seja um ambiente exploratório e lúdico, o Aquarela Virtual não é caracterizado em seu design como um jogo.

Os jogos têm sua importância nos contextos sociais e são partes influentes como atividades estimulantes para o desenvolvimento motor, psicológico e/ou de habilidades intelectuais [Cardoso Garone et al. 2020]. Uma revisão de literatura [Spiel and Gerling 2021] destacou que as pesquisas em jogos incluem poucos jogos *multiplayers*, mesmo que os ambientes de experimentação sejam sociais, como escolas, por exemplo. O jogo TrATAR [Paiva and Queiroz 2022] é um caso que envolve múltiplos jogadores, embora a aplicação seja para Realidade Virtual. Cardoso Garone et al. destacam, entre as mecânicas de interação, as operações proporcionadas pelos consoles Nintendo Wii e Xbox pelos de movimentos corporais. Embora esses consoles ofereçam interações que imitam movimentos que seriam realizados no mundo físico, os jogos destes dispositivos não foram pensados como parte de um fenômeno considerado nos sistemas socioenativos e nem oferecem os códigos e os dados abertamente para serem estudados e/ou alterados. Portanto, apesar dos Sistemas Socioenativos serem realidade em diferentes contextos, existe a carência de aplicações desses mesmos sistemas em jogos *open source*.

Embora possam existir jogos digitais que girem em torno de temas esportivos, há uma escassez de jogos que se concentram nos esportes adaptados [da Silva et al. 2023]. Além disso, a ausência de jogos digitais que cubram múltiplos esportes paralímpicos limita a disponibilidade de recursos para entender esportes adaptados às necessidades especiais das pessoas [Domingos et al. 2017]. Para preencher essa lacuna, os autores contaram com o apoio de atletas envolvidos em esportes adaptados, que não apenas compartilharam perspectivas sobre suas modalidades esportivas, mas também concordaram em serem retratados como os personagens principais no jogo digital.

## 3. Jogo sobre Esportes Adaptados: o ParaJecripe

O jogo ParaJecripe é o resultado de um projeto de extensão universitária na Universidade Federal do ABC, projetado para promover visibilidade para modalidades esportivas adaptadas e atletas. Informações detalhadas sobre o jogo podem ser encontradas em trabalhos anteriores [Brandão et al. 2016, Domingos et al. 2017]. Inicialmente, o jogo é constituído por minijogos, que são atividades esportivas que estão inseridas dentro das opções possíveis ao jogador. Os seguintes minijogos existem no ParaJecripe: atletismo, natação, tênis e canoagem adaptada, além de *quizzes* e uma “loja” com oferta de itens estéticos para o jogo. Nesta seção, são apresentados o contexto das modalidades e seus atletas (Seção 3.1) e como estes estão representados no artefato digital (Seção 3.2).

### 3.1. Contexto das Modalidades Consideradas Neste Estudo

Conforme foi mencionado na seção anterior, o ParaJecripe inclui diferentes modalidades esportivas. Destacamos as modalidades de atletismo e tênis. O atletismo é uma das modalidades esportivas que apresentam a prática de pessoas com deficiência mais antigas, com relatos desde o ano de 1908. A modalidade está presente nos jogos paralímpicos desde a sua primeira edição, em Roma, no ano de 1960 [Mello and Winckler 2012]. O Brasil participa dos jogos paralímpicos, na modalidade de atletismo, desde os jogos de 1972, ocorridos em Heidelberg (Alemanha). De acordo com Mello e Winckler [Mello and Winckler 2012], a principal diferença entre o atletismo olímpico e o paralímpico é que o paralímpico apresenta divisões dos atletas por meio da classificação funcional, que determina que os atletas sejam divididos em grupos de deficiências. São classificados os atletas com deficiência visual, mental, paralisia cerebral, atletas com baixa estatura, atletas com amputação e atletas com lesões medulares e deficiências que os levem ao uso de cadeiras de rodas. A classificação funcional permite que os atletas possam competir, uns com os outros, em equidade de condições. Dentre as atletas competidoras nos jogos ocorridos no Rio de Janeiro, em 2016, destaca-se a corredora Terezinha Guilhermina e seu guia Rafael Lazzarino. Terezinha competiu na categoria T11, designada para atletas com deficiência visual completa em eventos de pista [Mello and Winckler 2012].

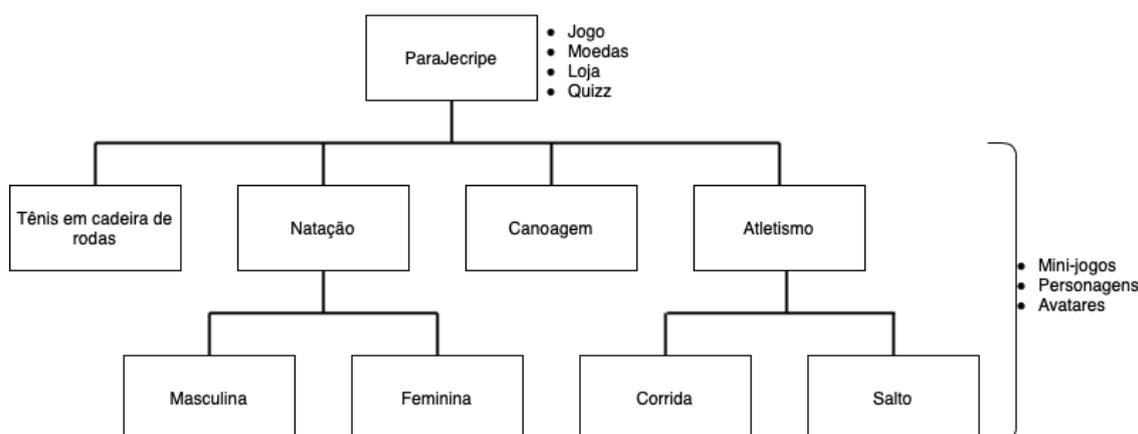
Surgido em 1976, o tênis em cadeira de rodas teve expansão na década de 1980, com aumento significativo da quantidade de praticantes [Mello and Winckler 2012]. Em 1992, nos Jogos Paralímpicos de Barcelona, a modalidade foi parte dos esportes adaptados praticados no evento. A única adaptação necessária no esporte é que, ao invés de ser permitido um quique da bola, no tênis em cadeira de rodas, são permitidos dois quiques na quadra. A classificação funcional é mais simples, se comparado com as modalidades de atletismo e natação. No tênis, existem duas classificações: *open*, referente a atletas com deficiência somente nos membros inferiores; e *squad*, para atletas com deficiência em três ou quatro extremidades [Mello and Winckler 2012].

Na próxima subseção, são destacadas as modalidades representadas no jogo digital ParaJecripe. Entre as modalidades, estão aquelas às quais este estudo apresenta propostas para cenários socioenativos a serem discutidos: atletismo e tênis de cadeira de rodas.

### 3.2. O Jogo Digital em Estudo

Em todas as modalidades, o ParaJecripe fornece informações sobre os atletas, fatos interessantes e a história dos jogos. Esses conteúdos são apresentados por meio de *quizzes* interativos. À medida que os jogadores se envolvem nos minijogos para cada esporte, eles permanecem conectados com informações pertinentes que podem ser utilizadas para responder às perguntas do *quizz*. Com cada prática de mini jogo, os jogadores ganham moedas virtuais, mas acessar a seção de *quizz* permite que eles acumulem ainda mais moedas ao responder corretamente às perguntas. Isso incentiva os jogadores a aprofundarem seus conhecimentos enquanto desfrutam da experiência imersiva dos esportes. Com moedas suficientes, é possível acessar a Loja de Equipamentos, onde existem opções disponíveis para compra para personalizar os principais atletas do jogo. A loja oferece uma variedade de itens adaptados a cada modalidade esportiva. Cada compra permite personalizações específicas dos atletas. Consequentemente, na próxima vez que o jogador entrar em um modo específico, o personagem que representa o esporte refletirá as alterações

feitas por meio de uma ou mais compras na loja. Isso adiciona um toque personalizado à experiência de jogo, aprimorando a imersão e o envolvimento do jogador. A Figura 1 ilustra a arquitetura do jogo digital ParaJecripe. Relembramos que, conforme informamos na Seção 1, o ParaJecripe é um jogo desenhado como um artefato para mudança de comportamento (*game for change*) de usuários típicos. Portanto, este jogo, originalmente, não está adaptado para o uso de pessoas com deficiência (PcDs).



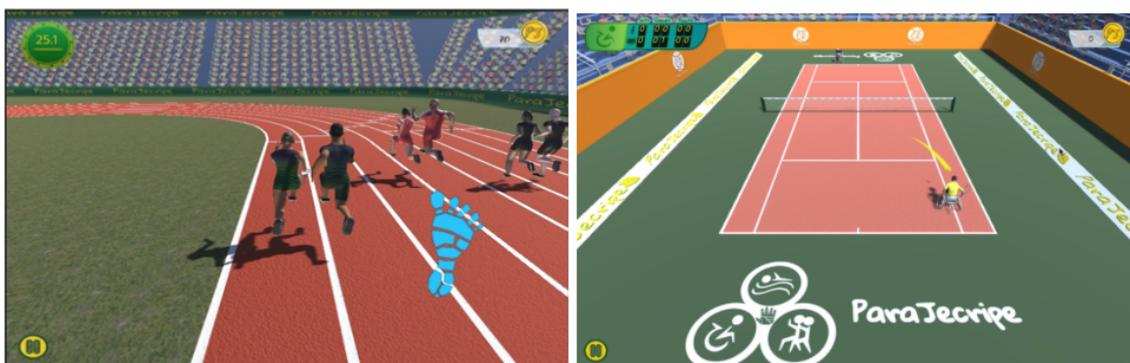
**Figura 1. a arquitetura do jogo digital ParaJecripe**

Na natação, depois que o jogador seleciona a opção “jogar”, seja masculina ou feminina, ele/a inicia o jogo quando a aplicação apresenta as instruções mostrando o personagem principal realizando o nado que o avatar realizará. Neste minijogo, há ainda um elemento de interface do usuário localizado no canto superior esquerdo, indicando o nível de oxigênio disponível em qualquer momento. Após algumas braçadas, o nível de oxigênio diminui e o jogador deve fazer o personagem respirar para continuar na competição.

O atletismo possui dois eventos: a corrida de 400 metros e o salto em distância. No evento dos 400 metros, o personagem atleta é representado pelos avatares da corredora Terezinha Guilhermina, acompanhada seu guia Rafael Lazzarino [Mello and Winckler 2012]. A Figura 2, esquerda, ilustra a personagem atleta, juntamente com o seu guia. Outro mini jogo de atletismo apresentado em ParaJecripe é o salto em distância, onde a personagem principal a avatar da atleta Veronica Hipólito, que compete na categoria T38 para pessoas com paralisia cerebral [Mello and Winckler 2012].

No tênis em cadeira de rodas, está presente o avatar do atleta Marcos Vasconcelos, que figurou consistentemente entre os melhores no ranking brasileiro. Neste minijogo, o jogador compete contra um oponente controlado por um algoritmo de Inteligência Artificial. A partida é determinada pelo personagem que vence dois jogos de tênis. A personagem que vencer dois games, vence a partida. A Figura 2, direita, ilustra o minijogo de tênis.

A modalidade de canoagem apresenta o avatar, que deve realizar as remadas e competir contra adversários implementados com algoritmos de Inteligência Artificial. O jogador deve realizar movimentos sincronizados, de modo que exista a alternância entre um lado e o outro. A manutenção do ritmo das remadas é determinante para a vitória do usuário, que controla o seu avatar no ambiente digital.



**Figura 2. Duas modalidades no jogo digital, (esquerda) personagem corredora cega com o seu guia, e (direita) tênis em cadeira de rodas.**

#### **4. Uma Análise do ParaJecripe na Perspectiva Socioenativa**

As duas modalidades de esportes adaptados escolhidas para a análise proposta são: prova de 400 metros para atletas com deficiência visual e tênis em cadeira de rodas. As referidas modalidades esportivas foram escolhidas por apresentarem, no jogo ParaJecripe, mecânicas de interação diferentes.

A elaboração de cenários socioenativos para as modalidades esportivas de corrida para atletas com deficiência visual e tênis em cadeira de rodas demanda a alteração da mecânica dos minijogos em dois níveis de extensão. Um primeiro nível envolve alterações em suas versões digitais, para refletirem, aspectos sociais e físicos inerentes à prática esportiva, no mundo físico. O segundo nível dá-se no contexto de sistemas socioenativos e envolve a criação de cenários que potencializem o acoplamento social-físico-digital. Originalmente, o ParaJecripe não está adaptado para o uso de PcDs. Porém, estimamos que, com as extensões propostas e melhorias de *feedbacks* de áudio, o jogo proporcionará acesso aos PcDs na participação das modalidades esportivas apresentadas.

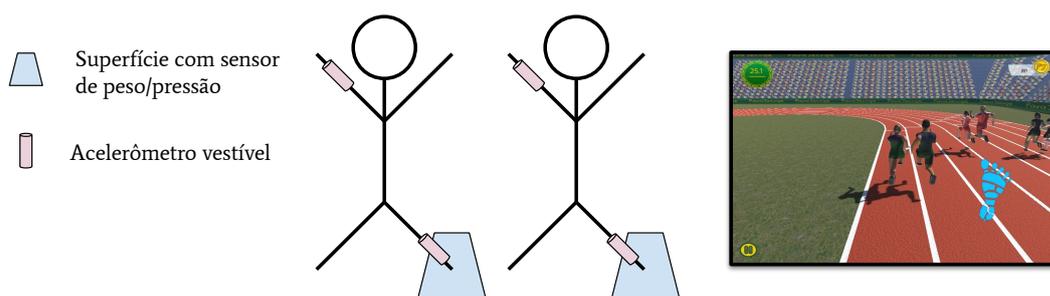
##### **4.1. Corrida para Pessoas com Deficiência Visual**

A interação do jogador, no minijogo da corrida, dá-se atualmente por meio da utilização das setas do teclado, que deverão ser pressionadas alternadamente (direita e esquerda), repetidamente, até o final da prova. O referido minijogo de atletismo exige velocidade do jogador ao pressionar as teclas. No primeiro nível de extensão, a interação do jogador com o minijogo de corrida para atletas com deficiência visual poderia ser alterada para refletir dois jogadores: a atleta com deficiência visual (que usa venda nos olhos) e o guia. Portanto, este minijogo teria dois jogadores praticando, simultaneamente, a modalidade da mesma forma como ocorre no mundo físico. Os passos de cada perna devem ser inversamente coordenados, ou seja, um passo da atleta com a perna direita implica em um passo simultâneo do guia com a perna esquerda e vice-versa. A mesma mecânica das pernas seria refletida nos braços.

Com as referidas adaptações feitas, é possível desenhar o segundo nível de extensão, que está no contexto do cenário socioenativo. O cenário para a corrida para atletas com deficiência visual seria praticada por duas pessoas, e incluiria a adaptação do sistema digital para incluir artefatos físicos. Assim, um jogador colocaria uma venda nos olhos, como ocorre, de fato, na modalidade, e o outro jogador atuaria como o guia, sem venda

nos olhos. Os participantes usariam dispositivos de entrada com sensores como artefatos para as interações físicas com o sistema. Os passos de cada um devem ser inversamente coordenados. Então, para a corrida ocorrer fluidamente, o jogador que controla o avatar do atleta com deficiência visual deve comunicar-se por voz com o jogador que controla o avatar-guia, para a realização dos movimentos. A comunicação entre os jogadores caracterizaria as ações sociais da tríade social-físico-digital do jogo.

O formato específico da implementação técnica dessa adaptação proposta ainda depende de experimentações e desenvolvimento de provas de conceito com tecnologias de sensores, mas seguem duas abordagens como principais candidatas: 1) uso de placas no chão com sensores de peso/pressão, capazes de detectar quando alguém pisa sobre elas, como no movimento simulado de imitar uma corrida; ou 2) uso de acelerômetros em um formato vestível (e.g., braçadeira e/ou tornozleira), para poderem capturar movimentos característicos da ação de corrida. A Figura 3 ilustra essas duas possibilidades. Em ambos os casos, os dados devem ser capturados por um controlador responsável por se comunicar com o jogo digital, e o desempenho dos jogadores será diretamente proporcional ao sincronismo e velocidade de seus movimentos conforme detectado pelos sensores escolhidos.



**Figura 3. Proposta de adaptação para o minijogo de corrida.**

## 4.2. Tênis em Cadeira de Rodas

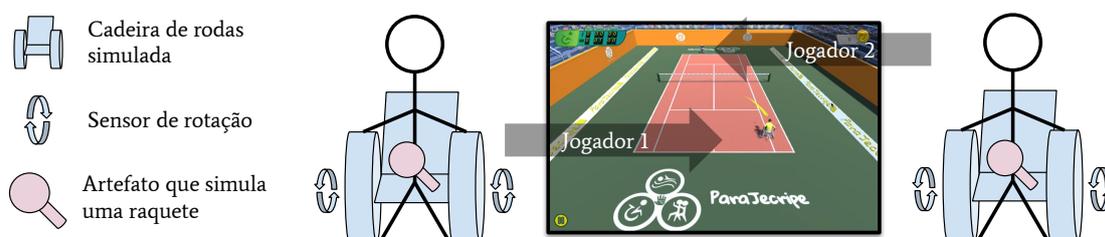
A mecânica de jogo para o tênis em cadeira de rodas dá-se atualmente pela interação do jogador com as setas do teclado: para cima para ir para frente, para baixo para ir para trás, direita e esquerda. O personagem do jogador rebate a bola de modo automático quando o avatar se aproxima da mesma. A bola seguirá a direção do vetor do movimento do personagem, instantes antes da bola ser rebatida. Portanto, embora as modalidades esportivas adaptadas estejam representadas no jogo, as interações do jogador com o jogo não refletem a realidade dos movimentos realizados no mundo físico. Assim, a relação que o jogador tem com o jogo é individual e, na versão digital corrente, que considera somente o uso de computadores, as questões físico-sociais estão desconsideradas.

A demanda de um primeiro nível de extensão da versão digital do minijogo de tênis em cadeira de rodas refletiria na interação do jogador para aproximar o que ocorre no mundo físico e refletir a situação no artefato digital. Uma alteração da interação envolveria possibilitar que o jogador realize movimentos para emular as impulsões que um jogador realiza com as mãos para movimentar a cadeira de rodas (para frente, para trás, direita e esquerda). Ainda, ao invés da resposta com a raquete ser automática, uma operação com o teclado pode ser incluída para o usuário realizar uma operação de resposta com a raquete.

Finalmente, outra adaptação possível seria tornar o jogo multiusuário, possibilitando que duas pessoas possam jogar uma contra a outra ou em dupla.

O segundo nível de extensão, no cenário socioenativo para o minijogo de tênis em cadeira de rodas, demandaria que o usuário realizasse a locomoção do seu avatar por sensores físicos e as interações deveriam refletir as ações realizadas na cadeira de rodas por praticantes da modalidade no mundo físico para as suas locomoções. Adicionalmente, pode-se inserir outro dispositivo de entrada para refletir a ação que o jogador realiza para rebater a bola contra o adversário. Os sensores presentes no dispositivo relacionado aos movimentos da raquete devem permitir mudanças de direção e respostas conforme as preferências do usuário. Isso permitiria que um jogador que está em locomoção para o lado direito rebata a bola para o lado esquerdo e vice-versa. Mais uma adaptação seria tornar o jogo multiusuário, em que os mesmos poderiam escolher jogar um contra o outro, na prova simples ou jogariam em conjunto, na prova em duplas. Essa última adaptação caracteriza o contexto social do jogo.

O formato específico da implementação técnica dessa adaptação proposta também ainda depende de experimentações e desenvolvimento de provas de conceito com tecnologias de sensores. Todavia, a abordagem sendo considerada será baseada no uso de sensores de rotação acoplados a discos/rodas que podem ser rotacionados fisicamente pelo jogador, simulando as ações de controlar uma cadeira de rodas. Para a raquete, um artefato com acelerômetro embutido pode capturar a simulação do gesto de utilizar a raquete para rebater a bola de tênis. A Figura 4 ilustra essas possibilidades técnicas e o aspecto multijogador pretendido. Em ambos os casos, os dados devem ser capturados por um controlador responsável por se comunicar com o jogo digital.



**Figura 4. Proposta de adaptação para o minijogo de tênis de cadeira de rodas.**

## 5. Discussão

Os dois níveis de extensão dos minijogos digitais visam não necessariamente apresentar interações realistas, mas sim refletirem aspectos sociais e físicos inerentes à prática esportiva, com movimentos corporais realizados por praticantes desses esportes no mundo físico. O primeiro nível é representado pelas extensões do jogo digital que refletiram situações do mundo físico para este artefato já existente. O segundo nível de extensão dá-se no contexto de sistemas socioenativos no qual a tríade social-físico-digital é considerada, diferentemente do que ocorre na interação no jogo puramente digital. Nessa extensão, interações do artefato digital serão estendidas para interações que envolvem os corpos dos usuários, chamadas de corporação (*embodiment*).

Os segundos níveis de extensão abordam os cenários socioenativos, constituídos de artefatos físicos (além dos digitais) e elementos de interação social. A implementação desses cenários permitirá que pessoas com deficiência (PcDs) possam interagir com o jogo ParaJecripe, entre si e, também, com usuários típicos. Assim, haverá uma troca entre o usuário e o ambiente, pois a interação por meio dos movimentos corporais proporcionam trocas entre os usuários e o ambiente. Os usuários podem se comunicar entre si no mundo físico, os sensores fazem a função de dispositivos de entrada e o jogo, até então exclusivamente eletrônico, é parte do contexto digital da tríade socioenativa. Como consequência das extensões de segundo nível, haverá o acesso e inclusão das PcDs no jogo. Esse seria um primeiro passo para proporcionar a acessibilidade do jogo, ainda que estas extensões ainda não tenham sido planejadas para este fim.

Embora consoles como Nintendo Wii e Xbox proporcionem formas de interação que exigem movimentos corporais [Johnson et al. 2014], os jogos desenvolvidos para estes dispositivos não têm código aberto, não há preocupação com o fenômeno socioenativo existente na atividade executada e estes são desenvolvidos para fins comerciais. Além disso, os usuários realizam movimentos de imitação em relação aos avatares presentes no jogo digital. A experiência social-físico-digital, vai além da relação individual de um usuário para um jogo. A experiência completa dá-se pela ação na qual o artefato digital é apenas um dos elementos da tríade socioenativa; os movimentos corporais e os artefatos físicos influenciam na forma como os usuários realizarão suas ações e comunicações sociais no ambiente físico.

## **6. Conclusão**

Este estudo descreve uma análise de um jogo digital na perspectiva de sistemas socioenativos e suas bases teóricas, de maneira a compreendê-los a partir da relação tripartida de sistemas socioenativos, que acopla elementos do mundo físico, digital e social. A extensão do jogo ParaJecripe possibilita a construção de cenários socioenativos para jogos adaptados e tem o potencial de possibilitar aos participantes sua ação e percepção não apenas no mundo digital do jogo, mas principalmente no mundo físico e social, por meio de seus movimentos e ações coordenadas com objetos concretos e outros jogadores. A contribuição deste estudo está na apresentação das características do artefato digital corrente, possíveis adaptações desta versão com os mesmos dispositivos de entrada, e, finalmente, as alterações necessárias para a elaboração de cenários socioenativos do jogo ParaJecripe. Para tanto, dois níveis de extensão foram apresentados: o primeiro nível refere-se à extensão do artefato digital e o segundo nível aos cenários socioenativos que viabilizam movimentos corporais com objetos e sensores.

Os trabalhos futuros deste estudo são: elaboração de um *framework* conceitual que aborde os jogos como sistemas socioenativos, implementar as extensões propostas, experimentar os sistemas com usuários finais, analisar os fenômenos presentes nas interações e estender outros jogos digitais de forma análoga ao que foi apresentado neste estudo.

## **Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## Referências

- Baranauskas, M. C. C. (2015). Sistemas sócio-enativos: investigando novas dimensões no design da interação mediada por tecnologias de informação e comunicação. *FAPESP Thematic Project (2015/165280)*.
- Baranauskas, M. C. C., Duarte, E. F., and Valente, J. A. (2023). Socioenactive interaction: Addressing intersubjectivity in ubiquitous design scenarios. *International Journal of Human–Computer Interaction*, pages 1–16.
- Baranauskas, M. C. C., Mendoza, Y. L. M., and Duarte, E. F. (2021). Designing for a socioenactive experience: A case study in an educational workshop on deep time. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 29:100287.
- Brandão, A. L., de Aguiar, A., de Araujo, A. F., Domingos, G. B., and Soares, R. C. (2016). Parajecripe: Um jogo sobre esportes adaptados. In *Proceedings of the XIV Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment, SBGAMES '16*.
- Buytendijk, F. (1933). *Wesen und Sinn des Spiels*. Studies in play and games. Wolff, n.d.
- Caceffo, R., Gonçalves, D. A., Bonacin, R., dos Reis, J. C., Valente, J. A., and Baranauskas, M. C. C. (2022). Children's social interactions within a socioenactive scenario. *Computers & Education*, 176:104324.
- Caillois, R. (1958). *Man, play, and games*. Paris, n.d.
- Cardoso Garone, P. M., Nesteriuk, S., and Belluzzo de Campos, G. (2020). Sensory design in games: Beyond visual-based experiences. In *Digital Human Modeling and Applications in Health, Safety, Ergonomics and Risk Management. Human Communication, Organization and Work: 11th International Conference, DHM 2020, Held as Part of the 22nd HCI International Conference, HCII 2020, Copenhagen, Denmark, July 19–24, 2020, Proceedings, Part II 22*, pages 322–333. Springer.
- da Silva, D. E., Brandão, A. L., and Vittori, K. (2023). Embracing representation: Integrating canoeing and female swimming adapted sports in a digital game platform. In *Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 618–630. SBC.
- Domingos, G. B., Brandão, A. L., Szykman, A. G., and Gois, J. P. (2017). Production and post-production phases of the game scrum for the development of an adapted sports digital game. In *Proceedings of the XV Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment, SBGAMES '17*.
- Duarte, E. F. and Baranauskas, M. C. C. (2022). Interações sociais e enativas com o aquarela virtual: Análise temática de uma atividade remota. In *Anais do XXVIII Workshop de Informática na Escola*, pages 24–35. SBC.
- Huizinga, J. (1938). *Homo ludens: vom Ursprung der Kultur im Spiel*. Rowohlt-Taschenbuch-Verlag, n.d.
- Johnson, D., Wyeth, P., and Sweetser, P. (2014). Creating good lives through computer games. *Wellbeing: A complete reference guide, Volume VI: Interventions and policies to enhance wellbeing*, pages 485–510.

- Kaipainen, M., Ravaja, N., Tikka, P., Vuori, R., Pugliese, R., Rapino, M., and Takala, T. (2011). Enactive systems and enactive media: embodied human-machine coupling beyond interfaces. *Leonardo*, 44(5):433–438.
- Mello, M. T. D. and Winckler, C. (2012). *Esporte Paralimpico*. Editora Atheneu.
- Moraes, V. d., Toquinho, Morra, G., and Fabrizio, M. (1983). Aquarela (song). Aquarela [Album]. Ariola.
- Paiva, P. V. V. and Queiroz, F. S. (2022). Tratar: Jogos com realidade aumentada utilizados como incentivo no desenvolvimento das capacidades comunicativa, cognitiva e espacial de crianças autistas. In *Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2022)*, SBIE 2022, pages 463–472, Porto Alegre, Brazil. Sociedade Brasileira de Computação.
- Spiel, K. and Gerling, K. (2021). The purpose of play: How hci games research fails neurodivergent populations. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 28(2):1–40.
- Valente, J. A., Caceffo, R., Bonacin, R., dos Reis, J. C., Gonçalves, D. A., and Baranauskas, M. C. C. (2021). Embodied-based environment for kindergarten children: Revisiting constructionist ideas. *British Journal of Educational Technology*, 52(3):986–1003.
- Varela, F. J., Thompson, E., and Rosch, E. (2017). *The embodied mind, revised edition: Cognitive science and human experience*. MIT press.