

## Desenvolvimento de um jogo sério para ensino sobre os desafios de acessibilidade no contexto urbano

Eduardo Antonio Comerção Stecca Almeida<sup>1</sup>, Juliana da Costa Feitosa<sup>1</sup>,  
José Remo Ferreira Brega<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Computing – School of Science  
Sao Paulo State University (UNESP)  
Bauru, SP – Brazil

{eduardo.stecca, juliana.feitosa, remo.brega}@unesp.br

**Abstract.** *The search for solutions that help with the lack of accessibility in urban areas has gained ground in research in recent years, including for the dissemination of information on the topic. Serious games, which are applications that allow dealing with social issues from a virtual environment, were then considered to achieve this objective, promoting education about the challenges of urban mobility. The present work aims to present a serious game developed to simulate and serve as a complementary tool in schools and environments that encourage this type of theme, in a practical and accessible way. The objective is to improve the player's understanding of the lack of accessibility for wheelchair-dependent people. The development of this work contributes to the perception of the use of digital games for more reliable learning on the subject, in addition to facilitating the use of games in new applications that are still little explored.*

**Resumo.** *A busca por soluções que auxiliem na falta de acessibilidade nos meios urbanos ganhou espaço nas pesquisas dos últimos anos, inclusive para a disseminação de informações sobre o tema. Os jogos sérios, que são aplicações que permitem lidar com questões sociais a partir de um ambiente virtual, foram então considerados para alcançar esse objetivo, promovendo a educação sobre os desafios de mobilidade nas cidades. O presente trabalho visa apresentar um jogo sério desenvolvido para simular e servir como ferramenta complementar em escolas e ambientes que estimulem esse tipo de temática, de maneira prática e acessível. O objetivo é melhorar a compreensão do jogador sobre a falta de acessibilidade para pessoas dependentes da cadeira de rodas. O desenvolvimento desse trabalho contribui para a percepção do uso de jogos digitais para uma aprendizagem mais fidedigna sobre o tema, além de facilitar a utilização dos jogos em novas aplicações que ainda são pouco exploradas.*

### 1. Introdução

A mobilidade é um direito humano fundamental que garante dignidade e produtividade para as pessoas [Barbosa et al. 2022]. Entretanto, estudos comprovam que a falta de infraestrutura adequada nos centros urbanos, dificulta a acessibilidade das pessoas com deficiência, principalmente as que possuem mobilidade reduzida, como por exemplo, os cadeirantes [Ferreira et al. 2021]. Segundo a Wheelchair Foundation<sup>1</sup>, aproximadamente 130 milhões de pessoas em todo o mundo têm alguma deficiência física que exija

<sup>1</sup>Wheelchair Foundation: <https://www.wheelchairfoundation.org/>

a utilização da cadeira de rodas, o que motivou nos últimos anos, o aumento na busca por soluções que contribuem com a acessibilidade dessas pessoas [Mascetti et al. 2020].

A Agenda de Desenvolvimento Sustentável 2030 do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento reforça, a partir de suas metas, a preocupação em torno da urbanização inclusiva e acessível para pessoas com deficiências físicas [Hák et al. 2016]. Com isso, a mobilidade sustentável tornou-se de extrema importância na formação de profissionais, fazendo-se necessária a educação para o futuro enfrentamento dos desafios existentes [Salinas-Navarro and Garay-Rondero 2020].

Com base neste contexto, estudos sobre a utilização de jogos sérios para conscientizar a população sobre problemas urbanos, tornaram-se relevantes [Ampatzidou 2020]. Além disso, jogos sérios são vistos como instrumento de auxílio na percepção dos problemas de acessibilidade que envolvem as pessoas com deficiência. Tais aplicações objetivam conscientizar de maneira eficiente a população sobre as dificuldades encontradas no dia a dia de quem possui mobilidade reduzida, permitindo inclusive a participação no planejamento urbano [Aguilar et al. 2021].

O presente trabalho visa apresentar o jogo sério Wheel Chair projetado com o intuito de conscientizar sobre as dificuldades encontradas em grandes centros urbanos por pessoas com deficiência, e que são dependentes da cadeira de rodas. O jogo foi desenvolvido para simular situações do dia a dia que são comuns e prejudicam a capacidade de locomoção dos cadeirantes, como por exemplo, a presença de escadas, calçadas e pisos irregulares. O jogo foi desenvolvido em Unity e é voltado para adolescentes e jovens adultos que possuem dispositivos móveis, podendo ser utilizado em ambientes educacionais ou em discussões sobre acessibilidade e mobilidade urbana. Também neste trabalho são explicitadas as próximas etapas metodológicas rumo a evolução e validação do jogo.

A seguir, na Seção 2 são apresentados os conceitos teóricos fundamentais para o desenvolvimento do presente trabalho, bem como para a continuação do mesmo. Na Seção 3, é possível observar os trabalhos correlatos selecionados, enquanto na Seção 4, é apresentada a metodologia utilizada para o desenvolvimento do jogo sério e de seus futuros módulos. Por fim, na Seção 5, é possível verificar o resultado parciais, enquanto na Seção 6 são apresentadas as conclusões e os próximos passos.

## **2. Fundamentação Teórica**

Os jogos sérios ganharam destaque ao longo do tempo e foram caracterizados por não possuírem a diversão como principal objetivo. Atualmente esses jogos são conhecidos por abordarem aspectos que vão além do entretenimento, e que determinam sua finalidade entre educação, treinamento, aprendizagem, entre outras áreas [Michael and Chen 2005]. Na educação, são usados para tornar o processo de aprendizagem mais agradável, aumentando o engajamento e o entusiasmo dos alunos [Sharif and Yousif Ameen 2021].

Os benefícios proporcionados pelos jogos sérios vão além do conhecimento e das habilidades adquiridas. Eles permitem que os jogadores lidem com situações ou ambientes que são, na maioria das vezes, impossíveis de reproduzir na vida real devido ao tempo, custo, ou até mesmo segurança. Por causa de seus benefícios, existem diversas áreas que usufruem dos jogos sérios, como por exemplo, militar, ciência, governo, logística, engenharia, comunicações, investigação criminal e linguística [Susi et al. 2007].

No contexto de ensino e aprendizagem, a evolução no jogo só ocorre conforme o conhecimento adquirido (previamente ou não) apresentado pelo jogador durante fases e desafios propostos. Dessa forma, existem casos em que a aprendizagem e o treinamento são combinados para que o jogador aprenda durante o jogo e aplique o conhecimento adquirido durante a simulação [Machado et al. 2009].

O conceito de acessibilidade pode ser definido como sendo a proporcional facilidade de locomoção de um indivíduo, partindo de um local para outro [Apparicio et al. 2008]. Dessa forma, devido ao crescimento do número de pessoas com deficiência e o envelhecimento gradual da população, questões sobre o tema ganharam destaque nos últimos anos [Wu et al. 2022]. Além disso, ao longo da história, as pessoas com deficiência pertenciam a um grupo minoritário e excluído da sociedade, sendo inclusive vítimas de discriminação e preconceito, o que dificultou o avanço na conquista por direitos básicos, como o direito de ir e vir [Ferreira et al. 2021].

Atualmente, a investigação em torno dessa problemática trouxe resultados sobre fatores que tornam um ambiente inacessível para pessoas com deficiência e que dependem de cadeira de rodas, como por exemplo, a falta de rampas e o uso de superfícies irregulares [Wu et al. 2022].

Diante do contexto apresentado, a busca por soluções que utilizam a tecnologia para ajudar na conscientização da falta de acessibilidade para pessoas com deficiência pode ser considerada [Mascetti et al. 2020]. Até mesmo a utilização de jogos sérios pode ser apontada para lidar com a disseminação da informação e a simulação de situações corriqueiras e problemáticas dentro de um ambiente urbano [Aguilar et al. 2021].

### **3. Trabalhos Relacionados**

A busca por documentos relacionados ao presente trabalho foi motivada pela investigação de aplicações (preferencialmente jogos sérios) desenvolvidas nos últimos cinco anos, cujo objetivo fosse pautado na disseminação de informações sobre a falta de acessibilidade urbana, bem como no ensino e na simulação dos problemas de locomoção enfrentados, principalmente por pessoas cadeirantes.

Visando apresentar os desafios da mobilidade urbana diante dos meios de locomoção existentes, os autores [León-Paredes et al. 2020] projetaram um jogo sério tridimensional que utiliza dos benefícios da Realidade Virtual (RV) para ensino das regras de trânsito. Além dos cenários tridimensionais, o jogo também conta com uma fase de questões para avaliar o conhecimento do jogador sobre o tema. Por fim, todos os dados são coletados para análise dos hábitos e erros mais comuns durante a locomoção dentro do ambiente virtual.

Para combater o preconceito contra pessoas cadeirantes, os autores [Chowdhury and Quarles 2022] desenvolveram um simulador de cadeira de rodas que utiliza uma interface de RV. O objetivo é que o usuário receba instruções durante a simulação para locomover-se no ambiente, cuja movimentação é realizada a partir do conceito de encarnação virtual (sensação de ter um corpo virtual em RV).

Ambas as soluções destacadas neste trabalho visam educar o usuário sobre as dificuldades relacionadas a mobilidade. A primeira solução é um jogo sério, que apesar de apresentar conceitos importantes sobre regras de trânsito e desafios de mobilidade ur-

bana, não foca especificamente nos problemas envolvendo pessoas com deficiência. Já a segunda solução foi desenvolvida como um simulador que educa contra o preconceito sofrido por pessoas cadeirantes. Apesar da proximidade com o objetivo proposto neste trabalho, a segunda solução não é um jogo sério, o que dificulta a imersão e envolvimento dos usuários. Além disso, o simulador não visa especificamente ensinar sobre a acessibilidade urbana dessas pessoas. Por fim, como elemento comum, ambas as soluções utilizam da RV e do ambiente tridimensional para garantir a imersão do usuário.

Em comparação com a proposta apresentada neste documento, foi observada a falta de soluções que sejam jogos sérios e que tenham como objetivo educar sobre as dificuldades de locomoção de pessoas dependentes de cadeira de rodas no meio urbano. Dessa forma, foi possível confirmar a importância do presente trabalho, bem como a grande necessidade na utilização de um ambiente e de elementos virtuais que simulem a movimentação o mais próximo possível da realidade. Por fim, a RV foi utilizada como uma ferramenta importante nas soluções encontradas, incentivando os desenvolvimentos futuros da presente proposta.

## 4. Metodologia

Para o desenvolvimento e execução do jogo (blind review), o motor de jogos Unity<sup>2</sup> foi considerado como plataforma para a criação de todos os módulos, bem como a linguagem C# para o desenvolvimento dos *scripts*. Tanto o motor gráfico quanto a linguagem de programação escolhida possuem uma extensa documentação para a formação de ambientes tridimensionais complexos voltados para dispositivos móveis. Além disso, todos os modelos 3D utilizados foram disponibilizados pela Unity Asset Store<sup>3</sup>, uma loja de recursos e ferramentas exclusivas para o motor gráfico selecionado.

Para melhor entendimento, as etapas de desenvolvimento do jogo foram separadas em quatro partes. São elas: Módulo de Interface do Usuário, Módulo de Controle, Módulo de Ambientação Tridimensional, e Módulo de Progressão. Cada um dos módulos é descrito e explicado a seguir.

### 4.1. Módulo de Interface do Usuário

O presente módulo é responsável por exibir todas as informações necessárias para que o jogador possa interagir com o sistema e entender o tema proposto. Além disso, também é responsável pela navegação entre todas as cenas criadas, sendo que a primeira cena apresentada ao jogador é a de Menu principal, cujo objetivo é fornecer ao usuário as seguintes opções: iniciar o jogo, acessar tutorial, ou encerrar a aplicação.

Em tutorial, todos os comandos necessários durante o jogo são apresentados ao jogador, juntamente com uma breve explicação sobre o funcionamento dos mesmos. Já a cena principal do jogo é composta por um ambiente urbano tridimensional, e pelos comandos que determinam as ações do jogador e que são expostos a partir de uma interface, conforme apresentado na Figura 1.

Diante da interface apresentada, é possível observar no canto superior direito um sistema de pontuação cujo objetivo é ranquear o desempenho do jogador durante o jogo. Já na parte inferior da tela, observa-se a utilização de cinco botões, os quais fazem parte do

---

<sup>2</sup>Unity: <https://unity.com/pt>

<sup>3</sup>Unity Asset Store: <https://assetstore.unity.com/>



Figura 1. Ambiente urbano 3D e interface do usuário.

controle do personagem durante a navegação na cena principal. Por fim, na parte superior esquerda encontra-se o botão que aciona o menu de pausa, que ao ser clicado, revela ao jogador as opções de navegação do jogo, conforme apresentado na Figura 2.



Figura 2. Pause menu

#### 4.2. Módulo de Controle

O Módulo de Controle é responsável, principalmente, por controlar o personagem durante sua aventura no ambiente urbano 3D. Dessa forma, devido a grande quantidade de detalhes presentes no jogo, bem como a percepção correta do funcionamento da cadeira de rodas, optou-se em utilizar a câmera em terceira pessoa.

Em relação ao personagem, para melhor imersão e compreensão do problema proposto, a movimentação foi desenvolvida para simular o movimento real dos braços de uma pessoa cadeirante. Assim, para tornar-se mais próximo da realidade, cada braço foi programado individualmente, com base na força empregada nas rodas da cadeira para movimentar para frente e/ou para trás.

Os componentes *Wheel Colliders* do Unity foram adicionados ao modelo da cadeira de rodas utilizado para o desenvolvimento do jogo. Tais componentes são responsáveis por simular a física por trás das corridas, bem como o comportamento das rodas utilizando o próprio motor gráfico. Além disso, esses componentes são extremamente personalizáveis, o que contribui para que a movimentação da cadeira de rodas seja o mais próximo possível do real.

Por tratar-se de um jogo para dispositivos móveis, a interação com a aplicação limita-se ao toque, e aos movimentos captáveis pelo acelerômetro e/ou pelo giroscópio interno do dispositivo. Dessa forma, os botões laterais do jogo são responsáveis pelos movimentos dos braços do personagem, enquanto o botão maior, localizado no meio da

interface, está relacionado ao sistema de frenagem da cadeira de rodas. Por fim, por ser o principal componente de simulação do jogo, a proximidade da movimentação da cadeira de rodas com a realidade se fez necessária, pois a partir dela, é possível evidenciar os desafios encontrados devido a falta de acessibilidade urbana para pessoas com mobilidade limitada.

### **4.3. Módulo de Ambientação Tridimensional**

Para melhorar ainda mais a imersão no jogo, criou-se um ambiente virtual que simula um centro urbano real. Para a composição do ambiente, foram utilizados modelos tridimensionais que representam prédios, árvores e demais elementos que simulem uma cidade. Com isso, o desafio do jogo está em locomover o personagem com sua cadeira de rodas pela centro urbano, sem contar com nenhuma infraestrutura de acessibilidade, exemplificando os desafios encontrados em um ambiente real.

Para aumentar a dinâmica entre o personagem e o ambiente urbano virtual, foi utilizada Inteligência Artificial (IA) para controle dos carros presentes no cenário. Dessa forma, os carros interagem bloqueando a passagem ou servindo de obstáculo durante a locomoção do personagem. Tal ação é possível a partir das ferramentas do *NavMeshSurface*, uma dependência do Unity responsável pela implementação da IA em aplicações tridimensionais. Para o presente trabalho, as ruas do ambiente virtual foram configuradas para serem o limite de circulação dos objetos controlados pela IA, evitando assim que os carros subam nas calçadas ou invadam espaços indevidos.

### **4.4. Módulo de Progressão**

Este último módulo é responsável por transformar o cenário, os objetos, e o personagem em um jogo completo. Até então, conforme os módulos apresentados até aqui, é possível considerar essa aplicação como uma simulação, visto que não existem elementos fundamentais presentes em jogos digitais, como por exemplo, risco e recompensa [Bateman and Boon 2005]. Por isso, o Módulo de Progressão é responsável pela criação de objetos consumíveis posicionados em todo o cenário, para que o jogador faça a coleta e explore o ambiente virtual enquanto ganha pontos. Apesar do jogador ter a sua disposição um cenário completo para exploração, durante a locomoção, desafios relacionados a falta de acessibilidade são enfrentados.

Para cada objeto coletado, dez pontos são acrescidos no placar do jogador. Além disso, para incentivar a execução dos diversos desafios durante a exploração da cidade, alguns colecionáveis valem o dobro, ou até mesmo o triplo de pontos, dependendo do lugar em que estão posicionados. Por exemplo, objetos posicionados em topos de escada, ou em caminhos com superfícies irregulares, quando coletados, valem mais pontos do que objetos localizados em áreas de fácil acesso. Tais estratégias possibilitam que o jogador desenvolva um senso de risco e recompensa, tomando decisões que podem facilmente ser comparadas à decisões do mundo real, cujos mesmos desafios são apresentados.

### **4.5. Desenvolvimentos Futuros**

Para complementar os módulos já existentes, estima-se o desenvolvimento de um quinto módulo, cujo objetivo é permitir que o usuário visualize o mapa da cidade em que o personagem está localizado, facilitando a orientação do mesmo pelo ambiente. Além disso, espera-se desenvolver outros ambientes tridimensionais urbanos dos quais o usuário

poderá escolher e explorar a fim de encontrar novos desafios. A partir dessa troca de cenários, dificuldades maiores serão apresentadas com base em problemas reais, como por exemplo, ambientes de baixa iluminação e ambientes escorregadios devido a chuvas.

Com base na proposta do jogo em ser educativo, também espera-se implementar um módulo voltado para a disseminação de informações, cujo objetivo é acrescentar *cards* que facilitem o entendimento do usuário em relação ao tema. Essas informações serão obtidas durante a movimentação do personagem no ambiente, servindo inclusive como ajuda para entender como deve ser feita a locomoção utilizando a cadeira de rodas.

Diante das soluções encontradas na busca por trabalhos correlatos, foi observada a importância da utilização da RV como ferramenta que proporciona maior imersão, interação e envolvimento ao jogador. Dessa forma, estima-se a criação de um módulo voltado para a implementação desse jogo sério conforme as configurações necessárias para o uso de óculos de RV, bem como de outras ferramentas de apoio.

Por fim, estima-se realizar a validação do jogo sério a partir da avaliação de jovens e adolescentes entre 14 e 25 anos. A faixa etária foi escolhida diante da facilidade em manusear dispositivos móveis, bem como a alta probabilidade desse público estar inserido em instituições educacionais, facilitando o alcance e disseminação do jogo. Também espera-se a validação por parte de profissionais da área da saúde e planejamento urbano, cujo objetivo é alcançar respostas que contribuam para melhorias do jogo, bem como na divulgação do mesmo.

## 5. Resultados Parciais

O jogo sério Wheel Chair Simulator (Figura 3) foi desenvolvido com base no gênero simulação, cujo intuito é submeter o jogador a situações condizentes com a realidade, e que exijam uma tomada de decisões para os vários eventos relacionados ao mundo real. Neste caso, os desafios do jogo envolvem problemas relacionados a acessibilidade urbana que, como abordado anteriormente, atingem grande parte da população mundial, e que carecem de abordagens tecnológicas e imersivas. Além disso, para a execução do jogo, optou-se pela plataforma para dispositivos móveis, sendo escolhido o sistema operacional Android. A motivação para essa escolha está na alta utilização desses dispositivos no cotidiano das pessoas, bem como a possibilidade de acesso ao jogo como material complementar para salas de aula, palestras e grupos de discussão. Na Figura 3a é possível observar o Menu principal do jogo, assim como na Figura 3b é possível observar a visão geral do mesmo.

O personagem principal possui uma deficiência física que restringe sua movimentação, e por isso, o mesmo depende de uma cadeira de rodas para locomoção. Portanto, as principais animações que envolvem o personagem têm como finalidade simular a movimentação de uma pessoa que utiliza uma cadeira de rodas no mundo real, limitando a movimentação aos braços do personagem para controle da cadeira. Além disso, o personagem foi pensado para representar, da melhor maneira possível, as dificuldades enfrentadas por pessoas com mobilidade limitada. Dessa forma, a aparência, o gênero e as possíveis falas do personagem não foram o foco desse jogo, cujo objetivo resume-se em evidenciar a movimentação do personagem no meio urbano virtual.

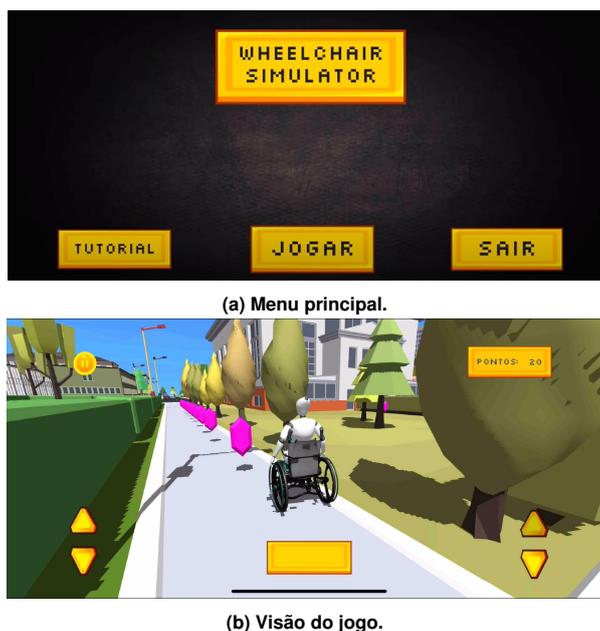


Figura 3. Telas principais do jogo sério.

## 6. Conclusões

A busca por acessibilidade nas cidades tem incentivado o desenvolvimento de soluções para promover a mobilidade, principalmente para pessoas com deficiência e que dependem de uma cadeira de rodas. Entretanto, a falta de conscientização da população dificulta a implantação de medidas para mudanças na infraestrutura dos centros urbanos. Apesar de muitas soluções tecnológicas serem consideradas para auxiliar na disseminação da informação, todavia, muitas delas não fornecem um ambiente atrativo e imersivo. Diante disso, os jogos sérios são considerados ferramentas estratégicas que ajudam com temáticas importantes a partir do entretenimento.

O presente trabalho buscou apresentar o desenvolvimento de um jogo sério cujo objetivo foi elencar a falta de acessibilidade na infraestrutura básica de centros urbanos, bem como conscientizar o jogador sobre a importância do tema. O jogo Wheel Chair Simulator conta com um personagem cadeirante que é controlado a partir de botões que permitem a movimentação pelo ambiente virtual. Assim, o jogador precisa movimentar o personagem sem contar com rampas de acesso ou qualquer outro tipo de ferramenta que facilite a locomoção.

O jogo conta com recursos que permitem que o jogador compreenda de forma imersiva as dificuldades encontradas por pessoas com deficiência física, cumprindo o objetivo de disseminar informações fidedignas sobre essa problemática. Com base nesses resultados, o desenvolvimento desse trabalho possibilitou perceber novas aplicações para jogos digitais que ainda são muito pouco exploradas, além de servir como um aprendizado muito importante para os assuntos que foram abordados. Para trabalhos futuros, sugere-se que o jogo seja aplicado para adolescentes em ambiente escolar, bem como para jovens adultos durante palestras e grupos de discussão sobre o tema. Com isso, o jogo seria avaliado e alterações seriam empregadas conforme as observações realizadas durante a aplicação. Sugere-se também que o jogo seja aplicado para dispositivos de RV, cujo

objetivo é alcançar a imersão, o envolvimento e a interação do jogador com o ambiente. Por fim, é possível aplicar outros cenários para simular diferentes situações em que a falta de acessibilidade infelizmente é comum.

## Referências

- Aguilar, J., Díaz, F., Altamiranda, J., Cordero, J., Chavez, D., and Gutierrez, J. (2021). Metropolis: Emergence in a serious game to enhance the participation in smart city urban planning. *Journal of the Knowledge Economy*, 12:1594–1617.
- Ampatzidou, C. (2020). Lessons about learning from serious games: The learning potential of co-creation and gameplay in participatory urban planning processes. *Strategies for Urban Network Learning: International Practices and Theoretical Reflections*, pages 281–305.
- Apparicio, P., Abdelmajid, M., Riva, M., and Shearmur, R. (2008). Comparing alternative approaches to measuring the geographical accessibility of urban health services: Distance types and aggregation-error issues. *International journal of health geographics*, 7:1–14.
- Barbosa, R. S., de Moura, P. A. G., Patrício Filho, L. C., de Moura Júnior, R. M. F., Sales, E. S. M., Santos, T. d. S. L., and Araújo, M. L. V. (2022). Inclusive: Um jogo sério sobre a acessibilidade para cadeirantes. In *Anais Estendidos do XXI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 1101–1105. SBC.
- Bateman, C. and Boon, R. (2005). The role of risk and reward in video game design. *Foundations of Digital Games*, pages 29–48.
- Chowdhury, T. I. and Quarles, J. (2022). A wheelchair locomotion interface in a vr disability simulation reduces implicit bias. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 28(12):4658–4670.
- Ferreira, A. F., Leite, A. D., de Freitas Pereira, L., de Jesus Neves, J. M., de Oliveira Piniheiro, M. G., and Chang, S. J. (2021). Wheelchair accessibility of urban rail systems: Some preliminary findings of a global overview. *IATSS Research*, 45(3):326–335.
- Hák, T., Janoušková, S., and Moldan, B. (2016). Sustainable development goals: A need for relevant indicators. *Ecological Indicators*, 60:565–573.
- León-Paredes, G. A., Bravo-Quezada, O. G., Sacoto-Cabrera, E. J., Pizarro-Gordillo, O. F., Vintimilla-Tapia, P. E., Bravo-Torres, J. F., and Cabrera-Chica, W. P. (2020). Virtual reality and data analysis based platform for urban mobility awareness as a tool for road education. In *2020 IEEE ANDESCON*, pages 1–6.
- Machado, L. S., Moraes, R. M., and Nunes, F. (2009). Serious games para saúde e treinamento imersivo. *Abordagens práticas de realidade virtual e aumentada*, 1:31–60.
- Mascetti, S., Civitarese, G., El Malak, O., and Bettini, C. (2020). Smartwheels: Detecting urban features for wheelchair users’ navigation. *Pervasive and Mobile Computing*, 62:101115.
- Michael, D. R. and Chen, S. L. (2005). Serious games. games that educate, train, and inform (lernmaterialien): Games that educate, train, and info.

- Salinas-Navarro, D. E. and Garay-Rondero, C. L. (2020). Experiential learning for sustainable urban mobility in industrial engineering education. In *2020 IEEE International Conference on Technology Management, Operations and Decisions (ICTMOD)*, pages 1–8.
- Sharif, K. H. and Yousif Ameen, S. (2021). Game engines evaluation for serious game development in education. In *2021 International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks (SoftCOM)*, pages 1–6.
- Susi, T., Johannesson, M., and Backlund, P. (2007). Serious games: An overview.
- Wu, Y., Ding, X., Dai, X., Zhang, P., Lu, T., and Gu, N. (2022). Alignment work for urban accessibility: a study of how wheelchair users travel in urban spaces. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 6(CSCW2):1–22.