

Desenvolvimento de jogo digital para reabilitação respiratória infantil utilizando Unity e Arduino

Title: Development of a digital game for Pediatric Respiratory Rehabilitation using Unity and Arduino

Fernanda de A. Medeiros^{1*}, Yasmim dos S. Souza^{1*}, Vivian E. Santos¹, Yngrid H. T. da Silva¹, Angelo Emiliavaca¹, Severino P. N. Netto¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Norte. (IFRN), Ceará-Mirim – RN – Brazil,

*Os autores contribuíram igualmente para o desenvolvimento do trabalho.

{fernanda.araujo1, yasmim.souza, vivian.e, yngrid.tiburcio, angelo.emiliavaca, severino.peixoto}@escolar.ifrn.edu.br}

Abstract. Introduction: Pediatric respiratory rehabilitation often struggles with low adherence among children due to the monotony of traditional exercises. Gamification has emerged as a promising approach to make the rehabilitation process more engaging and enjoyable. In this context, this project presents the development of game, an interactive digital game designed to support pediatric respiratory therapy in a playful and motivational way.

Objective: To develop a game that employs sensors to capture respiratory effort and convert it into interactive commands within a virtual environment, aiming to improve children's engagement and adherence to respiratory treatment. **Methods:** The game was developed using Unity and C#, incorporating physics-based mechanics for character control. An Arduino UNO board was integrated with sensors to detect respiratory signals and translate them into in-game movements. All user data is stored in a Firebase cloud database, enabling individualized monitoring and graphical analysis of therapy progress. **Expected Results:** The game is expected to increase children's motivation and autonomy during therapy sessions, while also enhancing the quality of clinical follow-up. Future updates, such as centered user validation and clinical data, may further amplify its therapeutic impact.

Keywords: Gamification, Respiratory Rehabilitation, Serious Games, Unity, Arduino.

Resumo. Introdução: A reabilitação respiratória pediátrica enfrenta dificuldades de adesão por parte das crianças devido à monotonia dos exercícios tradicionais. A gamificação surge como alternativa promissora para tornar o processo mais atrativo. Nesse contexto, o projeto propõe o desenvolvimento de um jogo digital interativo para apoiar a terapia de forma lúdica. **Objetivo:** Criar um jogo que utiliza sensores para captar os esforços respiratórios e transformá-los em comandos dentro de um ambiente virtual, aumentando a motivação e adesão das crianças à terapia respiratória.

Metodologia ou Etapas: O jogo foi desenvolvido com Unity e C#, utilizando recursos físicos para movimentar o personagem. Um Arduino UNO, integrado a sensores, que captam os sinais respiratórios e os traduz em ações no jogo. Os dados dos usuários são armazenados em um banco de dados Firebase, possibilitando o acompanhamento gráfico e individualizado da evolução.

Resultados Esperados: Espera-se que o jogo contribua para maior engajamento infantil, promovendo autonomia e qualidade de vida. O sistema de dados permitirá intervenções clínicas mais precisas, e futuras atualizações, como a validação de usuário e dados clínicos, poderão ampliar ainda mais o impacto positivo do jogo.

Palavras-chave: *Gamificação, Reabilitação Respiratória, Jogos Digitais para Saúde, Unity, Arduino.*

1. Introdução

A pneumologia pediátrica, especialidade médica dedicada à prevenção, diagnóstico e tratamento de doenças respiratórias em crianças, enfrenta o desafio de tornar as terapias respiratórias mais eficazes e menos traumáticas para os pacientes. As doenças respiratórias são a principal causa de hospitalização infantil em todo o mundo (Organização Mundial da Saúde [OMS], 2019). No Brasil, a situação não é diferente, demandando atenção especial para o desenvolvimento de novas abordagens terapêuticas (Ministério da Saúde, 2022).

A reabilitação respiratória (RR) é uma intervenção multidisciplinar essencial para crianças com doenças respiratórias crônicas, visando melhorar a função pulmonar, reduzir sintomas e aumentar a qualidade de vida (do Nascimento Junior et al., 2022). No entanto, a adesão e o engajamento das crianças em programas de RR são frequentemente desafiadores devido à natureza repetitiva e monótona dos exercícios (de Carvalho et al., 2021).

Nesse contexto, a gamificação surge como uma estratégia promissora para aumentar a motivação e a participação ativa das crianças nesses programas. A gamificação consiste na aplicação de elementos de jogos em contextos não relacionados a jogos, como saúde, educação e negócios (Deterding et al., 2011). Estudos recentes demonstram que essa abordagem pode melhorar a adesão, o engajamento e os resultados clínicos em programas de RR para crianças (Silva et al., 2023).

Este artigo apresenta um estudo que propõe o desenvolvimento de um jogo digital, denominado SighGame, utilizando a plataforma Unity, com o objetivo de auxiliar na reabilitação respiratória de crianças com doenças crônicas. O jogo será integrado a um dispositivo físico construído com Arduino e componentes eletrônicos com joystick fabricado com tecnologia de impressão 3D. Um banco de dados será desenvolvido em uma solução NoSQL facilitando o armazenamento de dados do jogador (nome, idade, frequência respiratória e desempenho) em formato JSON. Sua atualização em tempo real é útil para o acompanhamento terapêutico e o armazenamento dos dados.

Espera-se que o SighGame contribua para a melhoria da adesão e dos resultados da reabilitação respiratória, promovendo autonomia, autocuidado e qualidade de vida. Além disso, este projeto busca demonstrar o potencial da gamificação como ferramenta de apoio à reabilitação respiratória pediátrica, abrindo caminho para novas pesquisas e desenvolvimentos na área.

2. Trabalhos Relacionados

Considerando os Grandes Desafios da área de Jogos e Entretenimento Digital (SANTOS, 2023), o jogo proposto se insere de forma clara no contexto do Desafio C4: Fomentar a avaliação no contexto da indústria, com base em práticas desenvolvidas na academia. O projeto une conhecimentos técnicos em desenvolvimento de jogos digitais

com princípios aplicados da fisioterapia respiratória para criar uma solução voltada à reabilitação de crianças.

Além disso, durante a pesquisa foram identificados dois trabalhos com maior similaridade à proposta desenvolvida: I Blue It e Play Blow. Ambos são compostos por minigames voltados à Reabilitação Respiratória e utilizam sensores de pressão para captar o fluxo de ar gerado pela respiração dos usuários. O I Blue It integra uma fase de plataforma controlada pela respiração e minigames que exploram picos inspiratórios e expiratórios (Santos et al., 2018). Já o Play Blow, desenvolvido na Unity, é uma solução mobile que transmite os dados respiratórios via Bluetooth, utilizando o microcontrolador ESP32. Um de seus minigames simula o exercício de expiração prolongada, exigindo controle respiratório contínuo para completar o desafio (Larentis, 2024).

No entanto, o presente projeto apresenta diferenciais importantes em relação aos trabalhos analisados. Um deles é o desenvolvimento de um joystick ergonômico, impresso em 3D e especialmente adaptado às necessidades do projeto. A ergonomia infantil é fundamental para prevenir desconforto e lesões, assegurando suporte ao desenvolvimento físico e cognitivo da criança (Rocha, 2009; Noronha; Vital, 2008). Ambos os trabalhos não possuem uma forma de interação física com o jogo em fase final de desenvolvimento, inclusive era perspectiva de trabalhos futuros no Play Blow (Larentis, 2024).

Somado a isso, o jogo terá um banco de dados remoto estruturado e seguro, que possibilitará o monitoramento contínuo do progresso do usuário durante as sessões, permitindo ao fisioterapeuta acompanhar a evolução do paciente de forma precisa. Ambos os trabalhos não possuem uma forma de salvar os dados do paciente de forma online, o I Blue It (Santos, 2018) possui apenas um salvamento local dificultando o acompanhamento pela equipe de saúde.

3. Metodologia

Este projeto utilizou a plataforma Unity para criar um jogo de plataformas randomizadas que foi integrado ao Arduino UNO por meio da biblioteca [System.IO](#) para comunicação serial e recepção de dados do controle, após isso o jogo está sendo integrado com o Firebase para criação de sistema de login e salvamento da performance do paciente em cada sessão. O fluxograma do funcionamento pode ser visto na Figura 1.



Figura 1. Fluxograma representativo do desenvolvimento do projeto.

Para atingir esse objetivo, foi utilizado um sensor para monitorar o fluxo de ar e controlar a posição no eixo Y. O módulo joystick KY-023 foi empregado para manipular a posição no eixo X, proporcionando maior controle e interação ao usuário. O esquemático do circuito pode ser visto na Figura 2.

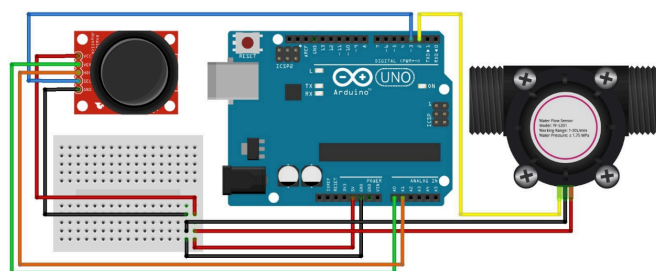


Figura 2. Protótipo do sistema de controle do Arduino UNO utilizando sensor de fluxo e módulo joystick.

A implementação do banco de dados no SighGame será realizada por meio do Firebase Unity SDK, possibilitando a comunicação entre a Unity e o banco de dados remoto. As informações coletadas serão integradas a um site com gráficos interativos, permitindo que terapeutas acessem e interpretem os dados de forma clara. Essa visualização facilita o acompanhamento da evolução do paciente e contribui para uma intervenção mais eficaz no processo de reabilitação respiratória. Os dados dos pacientes são criptografados pela própria Firebase, garantindo sigilo e segurança. Apenas o terapeuta e a família terão acesso às informações, mediante um processo de autenticação que impede acessos não autorizados.

4. Resultados Esperados

Com a conclusão do protótipo, o dispositivo inicial tornou-se uma ferramenta acessível e eficaz para utilizar o jogo com base nos esforços respiratórios. O joystick foi impresso com o material com ácido polilático (PLA) e todos os componentes eletrônicos organizados internamente. O joystick pode ser visto na Figura 3.

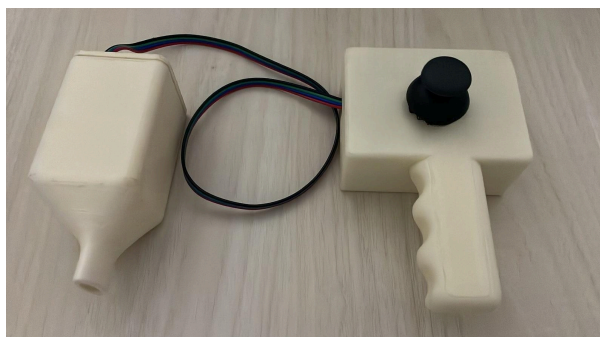


Figura 3. Joystick do jogo impresso em 3D, o lado direito para o joystick que controla o deslocamento horizontal e o lado esquerdo para o sensor de fluxo (respiração) para deslocamento vertical.

A interface do jogo foi cuidadosamente desenvolvida com o tema espacial, utilizando como suporte para a elaboração do layout, o site itch.io. O design foi pensado para ser inclusivo e interativo, atraindo o público infantil. Para capturar a atenção das crianças durante as sessões de reabilitação respiratória, foram utilizadas cores intensas e vibrantes, que estimulam o interesse e tornam o ambiente lúdico e acolhedor. A interface do jogo na Unity pode ser vista na Figura 4.

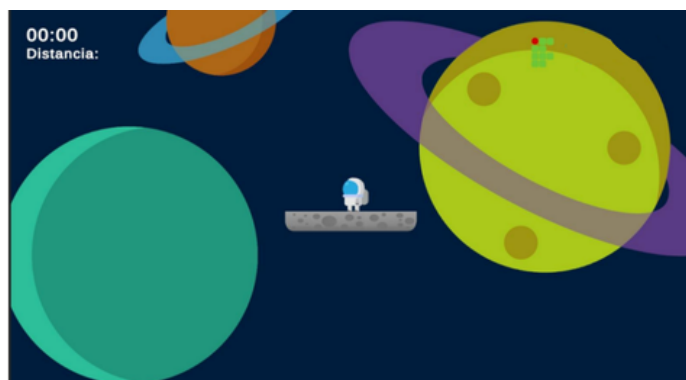


Figura 4. Interface baseada em plataformas aleatórias com temática espacial.

Além disso, o sistema contará com um banco de dados que registra informações de cada sessão, possibilitando o acompanhamento da evolução do paciente ao longo do tempo. Com esse histórico de dados, será possível avaliar a progressão da função respiratória e adaptar o tratamento conforme necessário.

A integração com o Firebase está em fase de andamento e permitirá o armazenamento em nuvem, facilitando o acesso remoto aos dados e possibilitando a geração de gráficos interativos sobre o desempenho do usuário. Isso contribuirá para um monitoramento mais preciso e acessível, auxiliando fisioterapeutas e profissionais de saúde na tomada de decisões sobre a progressão do tratamento.

Assim que houver a finalização de toda parte técnica do jogo, o projeto avançará para as etapas relacionadas ao design centrado no usuário e à validação em contextos clínicos. No ano seguinte, está prevista a solicitação de autorização ao Comitê de Ética em Pesquisa para o envolvimento direto de profissionais de saúde e pacientes, a fim de garantir que as soluções propostas atendam às demandas práticas da reabilitação respiratória infantil. Além disso, iremos selecionar instituições de saúde que atuam nesse tipo de reabilitação, possibilitando testes com usuários reais em ambiente supervisionado, já temos contato com o Hospital Pediátrico Maria Alice em Natal e no Centro Anita Garibaldi em Macaíba. Essa fase permitirá a coleta de dados clínicos e de usabilidade fundamentais para validar a eficácia terapêutica e a aceitação do projeto pelo público-alvo.

Sendo assim, espera-se que o jogo não apenas auxilie na recuperação da função respiratória, mas também transforme a fisioterapia em uma experiência mais dinâmica, acessível e motivadora, impactando positivamente a qualidade de vida dos pacientes.

5. Referências

- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining "gamification". In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments* (pp. 9-15).
- do Nascimento Junior, M. G., Xavier, D. M., Abreu, R. A. L., da Silva, L. F., & de Miranda, J. P. (2022). REABILITAÇÃO DOMICILIAR SUPERVISIONADA OU PARCIALMENTE SUPERVISIONADA PARA CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM FIBROSE CÍSTICA:: UM PROTOCOLO DE REVISÃO SISTEMÁTICA. *Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro*, 3(1).de Carvalho, R. C., Gonçalves, B. S., Rocha, C. B. J., de Sousa Marino, L., & Borges, J. B. C. (2021). Efeitos de um programa lúdico de reabilitação pulmonar em crianças com asma. *ASSOBRAFIR Ciência*, 10(2), 13-23.
- Larentis, A. V., de Carvalho, J. V., Bez, M. R., da Silva, V., Kurtz, D. M., Franco, G. R., Gonçalves, L. S., & Goldas, E. G. (2024). Desenvolvimento de um jogo digital para motivar pacientes em tratamento através da fisioterapia respiratória. *Anais Estendidos do Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, 217–222.
- Ministério da Saúde. (2022). *Saúde Brasil 2021: Uma análise da situação de saúde e das doenças respiratórias crônicas*. Brasília: Ministério da Saúde.
- Noronha, A. P. da S., & Vital, N. M. (2008). Estudo com 400 crianças de 4 a 7 anos sobre os efeitos de mobiliário inadequado na coluna vertebral infantil.
- Organização Mundial da Saúde. (2019). *Global status report on noncommunicable diseases 2019*. Geneva: World Health Organization.
- Rocha, A. C. da. (2009). *Ergonomia infantil: análise postural nas atividades cotidianas desenvolvidas em ambiente residencial* (Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná).
- Santos, A. M. dos, Grimes, R. H., Hounsell, M. da S., Noveletto, F., Soares, A. V., & Silva, H. E. da. (2018). *I Blue It: Um Jogo Sério para auxiliar na Reabilitação Respiratória*. *Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.
- SANTOS, Rodrigo Pereira dos; HOUNSELL, Marcelo da Silva (Orgs.). *Grand Research Challenges in Games and Entertainment Computing in Brazil – GrandGamesBR 2020–2030: First Forum, GrandGamesBR 2020, Recife, Brazil, November 7–10, 2020, and Second Forum, GrandGamesBR 2021, Gramado, Brazil, October 18–21, 2021, Revised Selected Papers*. Cham: Springer, 2023. (Communications in Computer and Information Science, v. 1702).
- Silva, R. M. B. D., Pereira, H. S., Carneiro, R. E. B., Medeiros, M. V. S., Coutinho, G. F., Gurjão, E. C., & Camargo, E. B. (2023). Eficácia dos videogames ativos na reabilitação cardiorrespiratória de idosos com doenças respiratórias: uma nota de revisão rápida.