

Orion: Aplicação de Jogos Digitais na Fisioterapia Respiratória Pediátrica

Title: Orion: Application of Digital Games in Pediatric Respiratory Physiotherapy

Alejandro Elias Lima Moreno², Felipe Cassiano Barbosa¹, Júlia Emília de Oliveira¹, Ian Sampaio Lira Waki¹, Natália Bitar da Cunha Olegario³, Joel Sotero da Cunha Neto^{1,2}

¹Vortex, Vice-Reitoria de Pesquisa – Universidade de Fortaleza (Unifor), Ceará, Brasil

²Centro de Ciências Tecnológicas - Universidade de Fortaleza (Unifor), Ceará, Brasil

³Centro de Ciências da Saúde - Universidade de Fortaleza (Unifor), Ceará, Brasil

{alejandroelias,felipecassiano,juliaemil23,ianwaki,nataliabitar,joelsotero}@unifor.br

Abstract. Introduction: Low adherence of children to respiratory physiotherapy treatment represents a recurring challenge in clinical practice, negatively impacting the effectiveness of interventions. The use of digital technologies with playful elements emerges as a promising strategy to make the process more attractive and interactive. **Objective:** The development of a gamified solution integrated with a respiratory physiotherapy device (spring load), aimed at engaging children during therapy sessions. **Methodology:** The development of the solution followed the Interdisciplinary Method for the Development of Technologies in Health (MIDTS), contemplating the steps of understanding the problem, gathering requirements, designing the solution, prototyping, technical testing and scientific dissemination. The system was developed with integration to a microcontroller-based IoT module, and structured with digital games associated with visual feedback of the child's respiratory performance. **Result:** Four minigames aligned with the cognitive profile of the target audience were developed, as well as an interface dedicated to the health professional, which allows configuring clinical variables and monitoring the progress of patients. The integration of the system with the physiotherapy device proved to be stable and functional. The project is currently in the technical validation phase, with the clinical testing stage awaiting approval from the ethics committee.

Keywords: Respiratory physiotherapy, Gamification, Serious games, IoT, Health Technologies.

Resumo. Introdução: A baixa adesão de crianças ao tratamento fisioterapêutico respiratório representa um desafio recorrente na prática clínica, impactando negativamente a eficácia das intervenções. A utilização de tecnologias digitais com elementos lúdicos surge como uma estratégia promissora para tornar o processo mais atrativo e interativo. **Objetivo:** O desenvolvimento de uma solução gamificada integrada a um dispositivo de fisioterapia respiratória (spring load), voltada para o engajamento de crianças durante sessões terapêuticas. **Metodologia:** O desenvolvimento da solução seguiu o Método Interdisciplinar para o Desenvolvimento de Tecnologias em Saúde (MIDTS), contemplando as etapas de compreensão do problema, levantamento de requisitos, design da solução, prototipação, testes

*técnicos e disseminação científica. O sistema foi desenvolvido com integração a um módulo IoT baseado em microcontrolador, e estruturado com jogos digitais associados a feedbacks visuais do desempenho respiratório da criança. **Resultado:** Foram desenvolvidos quatro minigames alinhados ao perfil cognitivo do público-alvo, bem como uma interface dedicada ao profissional de saúde, que permite configurar variáveis clínicas e acompanhar o progresso dos pacientes. A integração do sistema com o dispositivo de fisioterapia mostrou-se estável e funcional. O projeto encontra-se atualmente na fase de validação técnica, com a etapa de testes clínicos aguardando aprovação do comitê de ética.*

Palavras-chave: Fisioterapia respiratória, Gamificação, Jogo sério, IoT, Tecnologias em Saúde.

1. Introdução

As doenças respiratórias englobam um quinto das causas de morte em crianças no Brasil [Passos, 2018]. Isso evidencia a importância na busca por tratamentos eficazes e, principalmente, abordagens terapêuticas que engajem o público infantil, garantindo adesão ao processo clínico e melhoria no prognóstico respiratório.

De tal modo, a fisioterapia respiratória constitui a especialidade voltada para a prevenção, tratamento e reabilitação de disfunções respiratórias, promovendo a melhora da ventilação pulmonar e a qualidade de vida dos pacientes. As técnicas empregadas incluem exercícios respiratórios, manobras e recursos para remoção de secreção e expansão pulmonar, bem como o uso de dispositivos específicos para fortalecimento da musculatura respiratória [Gomes, 2016]. Uma das aplicações presentes nesse contexto é a pressão positiva expiratória (PEEP), que é feita introduzindo resistência à fase expiratória do ciclo respiratório. A pressão positiva gerada durante a saída do ar dos pulmões, através de resistores como a válvula de *spring load*, é capaz de otimizar a remoção de secreções e aumentar a oxigenação arterial sendo um recurso amplamente utilizado na prática clínica [Mahlmeister MJ, 1991].

Nesse cenário, ressalta-se que a cooperação do paciente pode ser essencial para adequada avaliação e tratamento fisioterápico. No contexto do atendimento em pediatria, a colaboração e participação ativa do paciente podem representar um desafio para o profissional. Crianças, principalmente entre 4 e 12 anos, buscam estímulos visuais em suas atividades, pois estão na fase de descoberta de novas experiências, alavancadas ainda mais pela tecnologia mais acessível atualmente. Ao se depararem com situações fora do habitual, como atendimentos e intervenções em saúde, podem sentir medo, ansiedade, ou mesmo, sentir-se entediadas e desestimuladas a cooperar com a intervenção proposta.

Dessa forma, muitos tratamentos fisioterápicos, devido ao seu caráter metodológico, podem ser pouco atrativos para o público infantil, o que leva a sociedade acadêmica a buscar abordagens voltadas para a ludoterapia, dada sua potencial capacidade de reter a atenção do paciente pediátrico [Silva, 2017]. A gamificação tem se mostrado uma ferramenta eficaz na área da saúde por incentivar, de forma lúdica, o interesse do paciente no tratamento. Pesquisas realizadas apontaram impacto positivo na adição de métodos mais lúdicos em tratamentos pulmonares que não comprometem o alcance dos objetivos terapêuticos [Grimes, 2019; Lopes, 2021].

Tendo em vista o cenário apresentado, o objetivo deste artigo é descrever o processo de desenvolvimento da tecnologia Orion, uma gamificação integrada à válvula de *spring load*, utilizada na fisioterapia respiratória pediátrica. Serão abordadas as etapas de concepção, planejamento e implementação da solução, destacando os princípios de gamificação aplicados e as escolhas tecnológicas envolvidas.

2. Metodologia

O desenvolvimento do projeto seguiu os passos do Método Interdisciplinar para o Desenvolvimento de Tecnologias em Saúde (MIDTS) [Vasconcelos Filho et al., 2025], de forma que a solução passasse por todas as etapas antes de, enfim, ser submetida a testes em campo. A principal motivação para segui-lo é a garantia de prototipação de um produto seguro, viável e que atende aos requisitos estabelecidos durante as primeiras fases do projeto. As etapas do método estão melhor descritas na Figura 1.

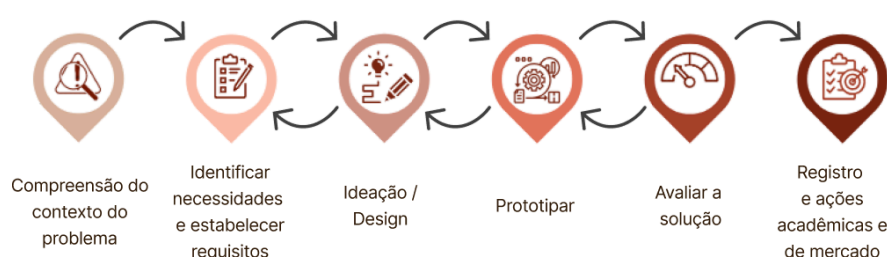


Figura 1. Metodologia MIDTS e suas fases.

Fonte: (Vasconcelos Filho et al., 2025, adaptado pelo autor).

2.1 Compreensão do contexto do problema

Nesta fase inicial, foram realizadas reuniões com fisioterapeutas, designers, desenvolvedores e especialistas em jogos para identificar o problema central: o desafio em manter a adesão e motivação das crianças durante sessões de fisioterapia respiratória. Nessas reuniões, discutiram-se experiências práticas e desafios enfrentados pelos profissionais, destacando-se a dificuldade em manter o interesse do paciente pediátrico. Foi realizada também uma revisão bibliográfica abrangente para explorar evidências científicas sobre o uso de jogos (gamificação) e IoT como estratégias eficazes no engajamento infantil em tratamentos de saúde.

Além disso, analisou-se o cenário atual de tecnologias disponíveis no mercado buscando compreender abordagens a serem incorporadas. Foram realizadas também pesquisas sobre jogos e iniciativas de gamificação relacionados ao tema; entretanto, não foram encontradas soluções específicas voltadas para a faixa etária escolhida, tampouco aplicações que utilizam o dispositivo *spring load* no contexto terapêutico. Diante disso, optou-se por buscar requisitos por meio do contato com profissionais da área para compreender melhor as demandas e validar as necessidades do público-alvo.

2.2 Requisitos

Foram conduzidas reuniões com profissionais e pesquisadores da área da fisioterapia, integrantes da equipe do projeto, que atuam diretamente com crianças e possuem

profundo conhecimento sobre esse público. A partir dessas informações, foram criadas as personas das crianças, definindo-se a faixa etária principal do projeto, sendo essa de 4 a 12 anos. Além disso, foi realizado uma análise dos principais jogos que engajam crianças dessa faixa etária, garantindo que os *minigames* do projeto Orion sigam princípios semelhantes em termos de mecânicas, cores e enredo, visando máxima atratividade e engajamento infantil.

Para os *minigames*, definiu-se que o exercício respiratório não seria utilizado como forma de controlar o personagem ou o andamento do jogo. Essa decisão visa evitar que o paciente adote padrões respiratórios inadequados, como a realização de apneia para tentar obter uma pontuação maior, o que poderia comprometer seu desempenho e recuperação nas séries subseqüentes do tratamento.

Ao final desta etapa, elaborou-se um documento detalhado contendo os requisitos funcionais e não funcionais da aplicação, tais como: requisito funcional – "O sistema deve possibilitar ao fisioterapeuta configurar o número de séries e o tempo de descanso entre elas"; requisito não funcional – "A interface deve ser intuitiva e adequada à faixa etária definida das crianças, promovendo um engajamento contínuo e fácil compreensão das ações necessárias durante o jogo".

2.3 Ideação e design

Nesta etapa, sessões de *brainstorming* resultaram na criação do conceito central do jogo, com tema de "viagem espacial", escolhido por seu apelo lúdico à imaginação infantil, envolvendo planetas, criaturas coloridas, astronautas e naves espaciais. O personagem principal, Orion, nomeado a partir da constelação inspirada na mitologia grega, foi idealizado tendo como referência as histórias do Pequeno Príncipe, de Antoine de Saint-Exupéry. O enredo do jogo baseia-se na premissa de que o jogador deve acompanhar o Orion em suas viagens pelo espaço, auxiliando-o a resolver desafios em cada planeta visitado. Destaca-se a importante ligação entre a fisioterapia respiratória e o oxigênio necessário ao astronauta, criando uma conexão lúdica e funcional entre realidade e jogo. Após a análise realizada na etapa anterior, adotou-se como referência principal o jogo Dumb Ways to Die (DWTD), que apresenta mini-games simples, um estilo artístico cativante e colorido, capaz de prender a atenção das crianças. DWTD também trata-se de um jogo sério, e sua proposta de abordagem divertida, com mecânicas simplificadas são ideais para capturar a atenção do público infantil e serviram de inspiração para o estilo de arte do Orion. Foram desenvolvidos protótipos iniciais (*wireframes* e *sketches*), validados por profissionais da área da saúde, garantindo que o conceito fosse compreensível, divertido e tecnicamente viável. Por fim, definiu-se a identidade visual, cores, elementos gráficos e interfaces dos mini-games, bem como o fluxo de comunicação entre o jogo e o equipamento spring load, sendo este representado na Figura 2.

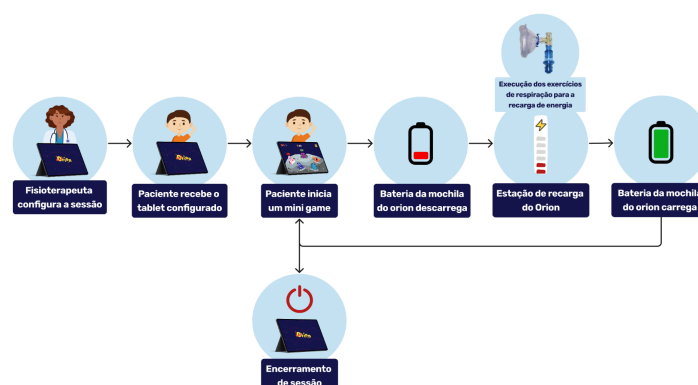


Figura 2. Fluxograma de integração

Fonte: Elaborado pelo autor

2.4 Prototipação

A prototipagem do dispositivo auxiliar se baseou no personagem principal e na interação do paciente com o jogo. No contexto da fisioterapia pulmonar, foi acoplado ao *spring load* um aparelho que detecta quando a resistência é superada pela expiração do paciente e envia esses dados pro jogo via Bluetooth. O circuito e o aparelho foram desenvolvidos para não atrapalhar o respirador e garantir a integridade do exercício.

O circuito foi desenvolvido com base nos requisitos específicos da medição do exercício, assegurando conformidade com suas regras e restrições. Quando o paciente consegue superar a resistência do *spring load*, há a abertura de uma passagem de ar, permitindo que um módulo microfone registre essa ocorrência. A informação é então processada por um microcontrolador AtTiny85, que a transmite via comunicação serial para um módulo Bluetooth Low Energy (BLE). Esse módulo, por sua vez, envia o sinal para o jogo, que interpreta os dados e controla a progressão do jogador.

O desenvolvimento do jogo foi feito utilizando o motor de jogos Unity, especificamente a versão 22.3.4f1, por ser estável e otimizada para jogos de dispositivos móveis. Na etapa inicial da prototipação, estruturou-se primeiramente o fluxo de início do jogo, envolvendo as seções de personalização da sessão e transições entre cenas.

A integração com o módulo Bluetooth foi feita utilizando o *plug-in* Bluetooth LE, feito pela Shatalmic, escolhido pela facilidade de conexão e recebimento dos bits enviados pelo módulo. O *plug-in* foi implementado seguindo o padrão de design *Singleton*, que permite acesso global às suas propriedades. Desta forma, a conexão com o módulo é feita na inicialização do jogo e se mantém durante a sessão, havendo apenas a necessidade de ler os dados recebidos durante a cena da estação de recarga.

2.5 Avaliação

Nesta fase, os testes iniciais de usabilidade estão sendo realizados pelos próprios desenvolvedores em parceria com profissionais da saúde, integrantes da equipe, enquanto aguardam a aprovação do comitê de ética para a avaliação com os usuários finais, as crianças. Esses testes iniciais têm como objetivo verificar aspectos técnicos e

funcionais do projeto, assegurando sua eficácia, estabilidade e facilidade de operação antes de prosseguir para a avaliação direta com as crianças.

2.6 Registro científico

A última etapa envolve a organização e disseminação dos resultados do projeto Orion por meio de artigos científicos, apresentações em congressos acadêmicos e eventos especializados em tecnologia e saúde. Além disso, foi elaborada documentação técnica detalhada do sistema desenvolvido, visando potencial registro de propriedade intelectual e futuras parcerias para escalabilidade e uso clínico ampliado.

3. Resultados

Os resultados obtidos com o desenvolvimento da solução apresentam a criação de uma solução digital inovadora, que alia recursos lúdicos ao contexto da fisioterapia respiratória pediátrica. Ao transformar os exercícios terapêuticos em atividades interativas inseridas em uma narrativa espacial cativante, o sistema busca ampliar o engajamento do público infantil por meio de estratégias como progressão gradual de desafios. Essa abordagem busca não apenas tornar o tratamento mais atrativo para as crianças, como também favorece a adesão às sessões e o envolvimento ativo no processo terapêutico.

3.1 Interface e integração fisioterapêutica

O fluxo do sistema foi projetado para separar claramente as seções destinadas ao fisioterapeuta daquelas acessíveis ao paciente, garantindo uma experiência personalizada, segura e eficiente. O fisioterapeuta possui controle exclusivo sobre cadastro e gestão dos pacientes, além da configuração das sessões. Todas essas ferramentas são protegidas por um PIN que assegura a integridade das informações e evita alterações indevidas nas configurações clínicas.

No painel de pacientes, destinado ao fisioterapeuta, todos pacientes previamente cadastrados são apresentados (Figura 3A), permitindo fácil seleção para início das sessões. O sistema possibilita ainda o cadastro de novos perfis de pacientes, incluindo apenas informações essenciais como nome, idade e diagnóstico clínico. Cada perfil registrado mantém um histórico detalhado das sessões terapêuticas realizadas (Figura 3B), oferecendo informações importantes sobre o desempenho e evolução clínica da criança ao longo do tratamento. Ressalta-se que os nomes apresentados nas figuras são fictícios, utilizados exclusivamente para fins ilustrativos, sem qualquer associação a indivíduos reais.



Figura 3. Telas iniciais com dados fictícios; A) Selecionar paciente; e B) Histórico do paciente

Fonte: Elaborado pelo autor

Um dos pilares centrais do Orion é a personalização das sessões fisioterapêuticas, ilustrada na Figura 4. O fisioterapeuta pode configurar parâmetros específicos de acordo com as necessidades individuais de cada criança, incluindo o número de séries por sessão, quantidade de repetições (respirações exigidas), tempo de descanso entre as séries e nível de pressão do *spring load*. Essas configurações têm impacto direto na dinâmica do jogo, estabelecendo uma conexão clara entre o progresso clínico do paciente e os desafios propostos no ambiente digital.



Figura 4. Configurações de sessão da fisioterapia respiratória

Fonte: Elaborado pelo autor

A dinâmica de execução dos exercícios respiratórios é representada visualmente por uma barra de oxigênio, exibida tanto na tela de seleção dos minigames quanto na estação de recarga da mochila de oxigênio do Orion. Essa interface traduz o esforço respiratório do paciente de forma lúdica e intuitiva, com cada segmento preenchido da barra correspondendo a uma respiração corretamente realizada. A Figura 5A mostra a barra de oxigênio completamente vazia antes dos exercícios iniciarem, enquanto a Figura 5B exemplifica uma pessoa utilizando o equipamento, simulando a realização prática do exercício respiratório. Já a Figura 5C ilustra a barra totalmente preenchida, indicando a conclusão bem-sucedida da série de respirações.



Figura 5. Estação de carregamento; A) barra de oxigênio vazia; B) exercício respiratório; e C) barra de oxigênio completa

Fonte: Elaborado pelo autor

Ao final de cada série, inicia-se automaticamente o intervalo de descanso, durante o qual a criança tem acesso aos minigames selecionados previamente. O tempo disponível para essa atividade é configurado pelo fisioterapeuta e claramente exibido no jogo. Ao término do intervalo, a mochila do Orion perde todo seu oxigênio, indicando visualmente a necessidade de novos exercícios respiratórios para continuar a exploração espacial. Esse ciclo alternado entre atividade clínica e interação lúdica promove engajamento contínuo do paciente.

A transição entre a configuração das sessões pelo fisioterapeuta e o momento em que o paciente assume o controle do dispositivo é marcada pela apresentação do personagem Orion. Ao ativar a opção “Chamar o Orion!” (Figura 6A), o jogo exibe uma animação onde Orion surge voando em direção à sua nave (Figura 6B), promovendo imediatamente uma conexão emocional e engajamento inicial da criança com a narrativa do jogo.

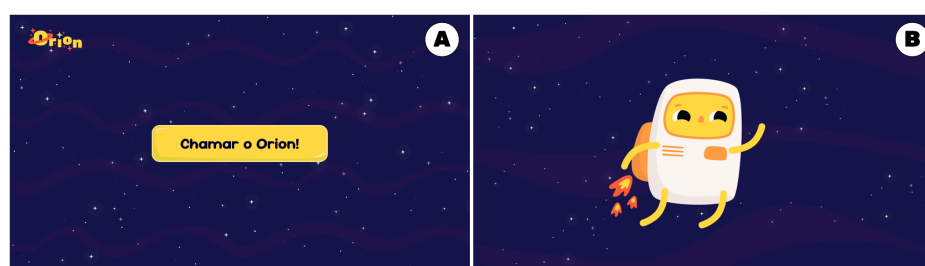


Figura 6. Transição fisioterapeuta-paciente; A) Botão para iniciar; e B) Animação de apresentação do Orion

Fonte: Elaborado pelo autor

Outro elemento importante da interface é a personalização da nave espacial do Orion, oferecida no início de cada sessão após a configuração das variáveis clínicas pelo fisioterapeuta. A criança utiliza estrelas coletadas durante os minigames para desbloquear itens decorativos e estilizar a nave (Figura 7). Essa atividade de personalização proporciona estímulo adicional e permite que o fisioterapeuta realize exames físicos iniciais enquanto o paciente interage com a personalização, otimizando o tempo clínico e mantendo alto nível de engajamento.



Figura 7. Personalização da nave.

Fonte: Elaborado pelo Autor

3.2 Minigames

O jogo possui um sistema de pontuação e recompensa, com as quais o jogador poderá personalizar sua nave, e também liberar novos jogos. O jogador será capaz de liberar pelo menos um *minigame* por dia, tendo acesso a uma prévia do jogo antes de poder liberá-lo, sem a necessidade de seguir uma sequência direta de missões.

Durante a seleção dos *minigames*, conforme comentado anteriormente e ilustrado na Figura 8, a barra de oxigênio permanece visível juntamente com a contagem regressiva do tempo disponível. Esse mecanismo foi projetado para evitar que o jogador prolongue excessivamente sua escolha, assegurando o ritmo adequado da sessão e contribuindo para a continuidade do tratamento. Cada planeta representa um *minigame* distinto, e ao se aproximar de um deles, o jogador assiste a uma prévia que introduz sua mecânica. Embora todos os planetas apareçam na navegação, apenas os desbloqueados são acessíveis. Inicialmente, dois *minigames* com mecânicas mais simples são disponibilizados. O jogador pode encerrar qualquer jogo a qualquer momento, mas perde as recompensas acumuladas até então. Todos os *minigames* contam com a opção de reinício sem penalidades, permitindo múltiplas tentativas. A única limitação efetiva é o tempo livre determinado pelo fisioterapeuta, que, ao se esgotar, revoga o acesso aos jogos.

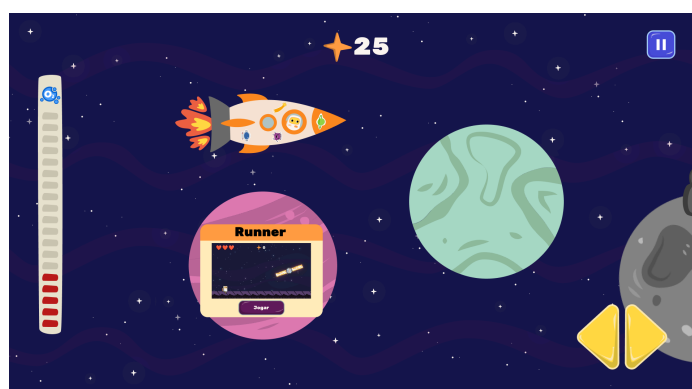


Figura 8. Seleção de *minigame*.

Fonte: Elaborado pelo Autor

A Figura 9 apresenta os quatro *minigames* desenvolvidos (*Genius*, *Runner*, *Whack-a-mole* e *Jogo da Memória*) que trabalham aspectos cognitivos da criança, como memória e atenção. Cada um com propostas distintas para estimular diferentes habilidades cognitivas e motoras. A imagem 9-A refere-se ao *minigame* do tipo *runner*, onde o jogador controla o Orion com toques na tela para desviar de obstáculos e coletar estrelas, promovendo reflexos rápidos e coordenação motora. A imagem 9-B mostra o jogo da memória, com interface simplificada voltada para crianças menores, incentivando o reconhecimento de padrões e a memorização. Já a imagem 9-C ilustra o *minigame* inspirado no clássico *Genius*, no qual o jogador deve repetir sequências de luzes e sons corretamente, estimulando a memória sequencial e a atenção. Por fim, a imagem 9-D corresponde ao jogo do tipo *Whack*, em que o jogador precisa tocar apenas nos inimigos, evitando os aliados de Orion, o que exige agilidade e precisão nas respostas. Esses jogos não apenas proporcionam entretenimento, mas também cumprem uma função terapêutica ao integrarem-se à rotina de sessões de fisioterapia respiratória de forma lúdica e engajadora.

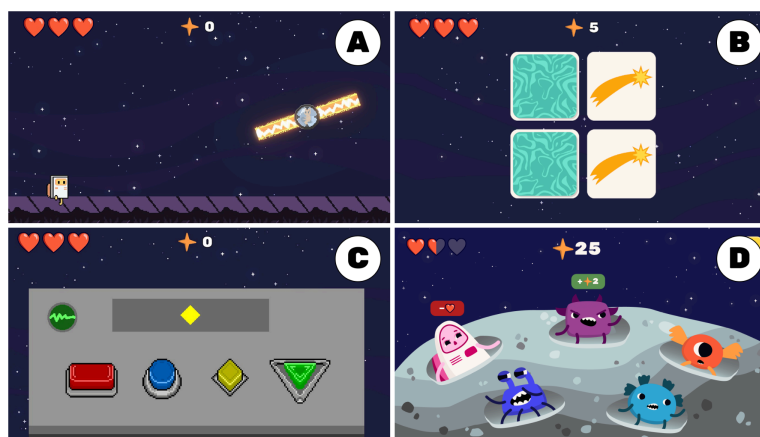


Figura 9. minigames. A) Runner B) Jogo da Memória C) Genius D) Whack

Fonte: Elaborado pelo Autor

4. Conclusão

A conclusão deste estudo destaca o desenvolvimento bem-sucedido do projeto Orion, uma solução inovadora que integra elementos lúdicos aos exercícios terapêuticos na fisioterapia respiratória pediátrica. A utilização de minigames diversificados e a interface intuitiva, alinhadas com o contexto narrativo espacial, proporcionaram um ambiente engajador e atrativo, diretamente conectado às necessidades clínicas identificadas inicialmente. A integração técnica do sistema de gamificação com o equipamento terapêutico por meio de dispositivos IoT comprovou-se viável e funcional, oferecendo uma ferramenta potencialmente poderosa para futuramente aumentar a adesão e o envolvimento das crianças no tratamento respiratório. Embora os resultados iniciais sejam promissores, é importante ressaltar que as avaliações diretas com pacientes pediátricos encontram-se atualmente em fase de aguardo da aprovação do comitê de ética. Futuras etapas da pesquisa servirão como base para validar empiricamente a eficácia clínica e o impacto real dessa inovação no engajamento e adesão ao tratamento fisioterapêutico infantil.

5. Referências

- Gomes, É. L. D. F. D. (2016) “Evidência científica das técnicas atuais e convencionais de fisioterapia respiratória em pediatria”, Em: *Fisioterapia Brasil*, 17(1), p. 88-97.
- Grimes, R. H. e Hounsell, M. S. (2019) “Sistema Biomédico com Jogo Sérioso e Dispositivo Especial para Reabilitação Respiratória”, Em: *Concurso de Teses e Dissertações - Simpósio Brasileiro de Computação Aplicada à Saúde (SBCAS)*, 19., Niterói, Brazil, Sociedade Brasileira de Computação, p. 49-54.
- Lopes, E. K. F. e Galdino, L. N. V. (2021) “Reabilitação pulmonar virtual em crianças e adolescentes asmáticos: uma revisão integrativa”. *Trabalho de Conclusão de Curso*. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Campus de Poços de Caldas.
- Passos, S. D., Maziero, F. F., Antoniassi, D. Q., Souza, L. T., Felix, A. F., Dotta, E., et al. (2018) “Doenças respiratórias agudas em crianças brasileiras: os cuidadores são capazes de detectar os primeiros sinais de alerta?”. Em: *Revista Paulista de Pediatria*, 36(1), p. 3-9.
- Silva, A. S. da, Valenciano, P. J., e Fujisawa, D. S. (2017) “Atividade lúdica na fisioterapia em pediatria: revisão de literatura”, Em: *Revista Brasileira de Educação Especial*, 23(4), p. 623-636.
- Vasconcelos Filho, J. E., da Cunha Neto, J. S., & Ferreira, J. F. MIDTs: Interdisciplinary Method for Technological Research Development with a Focus on Health. <https://doi.org/10.5220/0013336300003911>
- Mahlmeister MJ, Fink JB, Hoffman GL, Fifer LF. (1991) Positive expiratory pressure mask therapy: theoretical and practical considerations and a review of the literature. *Respir Care*.;36(11):1218-29.