

TurbeLab (Fase IV) - Desenvolvimento de um Jogo S\u00e9rio para Estimular Fun\u00e7\u00f5es Executivas

Breno F. Pinho, Bruno N. Santiago, Ana Grasielle Dion\u00edcio Corr\u00ea

Faculdade de Computa\u00e7\u00e3o e Inform\u00e1tica – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Rua da Consola\u00e7\u00e3o, 930 - 01302-097 – S\u00e3o Paulo – SP – Brazil

brenofpinho@hotmail.com, bru.nardelli98@gmail.com,
ana.correa@mackenzie.br

***Abstract.** The use of therapeutic approaches based on educational games has become increasingly common to integrate learning with video game technology. In situations involving the development of executive functions, the playful and challenging nature of games plays a fundamental role, motivating children to complete treatment without giving up halfway through. The aim of this study is to present the development of the minigames of Phase IV of the serious game TurbeLab designed for children with deficits in Executive Functions. An evaluation of the new games was carried out with an Executive Functions specialist and an update was made to the Play Store page.*

***Resumo.** A utiliza\u00e7\u00e3o de abordagens terap\u00eauticas baseadas em jogos de car\u00e1ter educativo tem se tornado cada vez mais comum para integrar o aprendizado com a tecnologia dos videogames. Em situa\u00e7\u00f5es que envolvem o desenvolvimento das habilidades executivas, a natureza l\u00fadica e desafiadora dos jogos desempenha um papel fundamental, motivando as crian\u00e7as a concluir o tratamento sem desistir no meio do caminho. O objetivo deste trabalho \u00e9 apresentar o desenvolvimento dos minigames da Fase IV do jogo s\u00e9rio TurbeLab projetado para crian\u00e7as com d\u00e9ficit nas Fun\u00e7\u00f5es Executivas. Foi realizada uma avalia\u00e7\u00e3o dos novos jogos com uma especialista em Fun\u00e7\u00f5es Executivas e uma atualiza\u00e7\u00e3o na p\u00e1gina da Play Store.*

1. Introdu\u00e7\u00e3o

Transtornos do Neurodesenvolvimento podem acarretar em problemas emocionais e comportamentais com ocorr\u00eancias diferentes do previsto pelas expectativas da sociedade. No DSM-V, o Manual Diagn\u00f3stico e Estat\u00edstico de Transtornos Mentais [American Psychiatric Association, 2014] s\u00e3o listadas 6 classes de transtornos, sendo eles o Transtorno de D\u00e9ficit de Aten\u00e7\u00e3o e Hiperatividade, Transtornos da Comunica\u00e7\u00e3o, Defici\u00eancia Intelectual (DI), Transtorno do Espectro do Autismo (TEA), Transtornos Motores e Transtorno Espec\u00edfico da Aprendizagem.

Segundo [Menezes, 2012], \u00e0s Fun\u00e7\u00f5es Executivas, no contexto do processo de aprendizagem, podem ser categorizadas em tr\u00eas componentes principais: controle inibit\u00f3rio, flexibilidade cognitiva e a mem\u00f3ria de trabalho. Por esse motivo treinar as Fun\u00e7\u00f5es Executivas tem sua import\u00e2ncia, pois ao desenvolver a tr\u00edade funcional (Fun\u00e7\u00f5es Executivas, cognitivas e conativas) \u00e9 poss\u00edvel potencializar a capacidade de aprendizado em pessoas que est\u00e3o em idade escolar ou universit\u00e1ria, ao receber os est\u00edmulos necess\u00e1rios para o processo de desenvolvimento e trabalho [Fonseca, 2014].

Jogos sérios podem ser definidos como “uma aplicação computadorizada, onde a intenção original é combinar com consistência, aspectos sérios como não exaustiva e não exclusiva de ensino, aprendizagem, comunicação ou informação, com molas lúdicas do jogo” [Alvarez et al., 2011]. Por esse motivo a aplicação de jogos sérios estão presentes em muitos campos, por exemplo, saúde, educação, treinamentos e entre outros [Theodório et al., 2020].

É importante que a criança não abandone o tratamento sem sua conclusão [Granic et. al., 2014], por este motivo o fator desafiador e entretenimento dos jogos é indispensável para que a criança execute as tarefas de forma disposta. Ademais, terapias para crianças com auxílio de videogames, podem refinar a neuroplasticidade, contribuindo com a formação e reestruturação de vias neurobiológicas [Silveira, 2017].

O jogo TurbeLab, disponível para download na Google Play Store, é uma conquista destacável no âmbito do desenvolvimento interdisciplinar voltado para a promoção da saúde cognitiva e educacional de crianças entre 10 e 14 anos. No início deste projeto ele já possuía três das cinco fases presentes no planejamento inicial do projeto, contando com estudos de usabilidade dos jogos, validado cientificamente por uma ex-aluna graduada no Programa de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento (PPGDD) da Universidade Presbiteriana Mackenzie em um estudo descritivo, quantitativo e qualitativo com 20 crianças para avaliação de usabilidade. Portanto, o presente projeto de cunho interdisciplinar é caracterizado pelo desenvolvimento e avaliação do uso de tecnologias aplicadas no campo da saúde.

Este trabalho se dedica ao próximo passo evolutivo do TurbeLab, concentrando-se no desenvolvimento da Fase IV com enfoque na disciplina de biologia. Destinada a atender às necessidades específicas de crianças e adolescentes no Ensino Fundamental II que enfrentam déficits em Funções Executivas, a Fase IV busca enriquecer o conteúdo educacional, proporcionando uma experiência desafiadora e motivadora. Representando um avanço significativo no apoio terapêutico e educacional, essa fase do TurbeLab destaca-se pela colaboração crucial do especialista de design de jogos, cujo conhecimento e experiência têm sido fundamentais para o sucesso contínuo do projeto e o aprimoramento da abordagem interdisciplinar. Essa integração fortalece as perspectivas de impacto positivo na vida das crianças e adolescentes atendidos. A intenção é facilitar o aprendizado escolar e organização cognitiva por meio de esquemas práticos, emitindo feedbacks para que o jogador mantenha-se ciente do progresso nas tarefas realizadas e siga as recomendações das Funções Executivas.

Além desta seção introdutória, este artigo está dividido em mais 4 seções: a seção 2 apresenta Referencial Teórico; a seção 3 apresenta a Metodologia; a seção 4 apresenta os Resultados e Discussões e a seção 5 conta com as Conclusões e Perspectivas Futuras.

2. Referencial Teórico

2.1. Função Executiva

De acordo com [Marques et al., 2020], as Funções Executivas são habilidades que ajudam o indivíduo a desenvolver o autocontrole, memória de trabalho e flexibilidade cognitiva, sendo lideradas pelo córtex pré-frontal. O autocontrole tem sua importância

por estar relacionado a capacidade da criança de resistir a tentações, permanecendo atenta sem perder o foco no que é importante e não ter um comportamento impulsivo. A memória de trabalho condiz com a capacidade do indivíduo de armazenar informações na mente, para que possam ser utilizadas em ocasiões futuras, como por exemplo calcular mentalmente e determinar suas prioridades. Já a flexibilidade cognitiva é responsável pela capacidade de refletir com criatividade e adaptar-se a novas situações, ocasionando no uso da imaginação para solução de adversidades.

As Funções Executivas executam uma função fundamental no desenvolvimento da criança e no sucesso da vida adulta, sendo desenvolvidas durante muitos anos as Funções Executivas possuem dois momentos chaves durante a vida que tem um maior aproveitamento em seu progresso, são nos anos pré-escolares e no início da adolescência, por esses motivos é importante encontrar maneiras de favorecer seu aperfeiçoamento, para que o indivíduo venha a ter uma clara aptidão de hierarquização, diferenciação e complementação de informações recebidas pelo sistema nervoso.

Uma das maneiras de se desenvolver pode ser feita a partir de exercícios para coordenação motora, pois requer o trabalho do cérebro na organização de informações, com seletividade e capacidade sensorial de detecção. Visto que as Funções Executivas são relacionadas com uma série de atividades indispensáveis para uma vida de sucesso [Fonseca, 2014] listou: atenção, percepção, memória de trabalho, controle, ideação, planificação, flexibilização, metacognição, decisão e execução.

É evidente que para aprimorar as funções cognitivas deve ser treinado as Funções Executivas, levando em consideração que esses conjuntos de habilidades estão de certa forma interligados. De acordo com [Menezes, 2010] é possível diminuir a impulsividade e desenvolver autocontrole e controle emocional através da ajuda das Funções Executivas quando desenvolvidas, já que elas contribuem de certa forma para uma motivação instável, fácil frustração e dificuldades em começar tarefas.

2.2. Jogos Sérios

Os jogos sérios, também conhecidos como jogos aplicados, constituem uma categoria de jogos que transcende o mero entretenimento, voltando-se para atender necessidades específicas em diversas áreas, tais como militar, saúde, gestão de emergências, educação, planejamento urbano, engenharia e governança [Ullah et al., 2022]. De acordo com a definição de [Alvarez et al., 2011], os jogos sérios são descritos como “aplicações computadorizadas que têm como intenção fundamental combinar de maneira consistente aspectos sérios, não se limitando apenas a ensino, aprendizagem, comunicação ou informação, com os elementos lúdicos dos videogames”. Esses jogos possuem um propósito educacional, de treinamento ou de suporte, utilizando elementos de jogos para envolver os usuários em situações específicas.

Desenvolvidos com base em teorias pedagógicas e de aprendizagem, os jogos sérios buscam proporcionar uma experiência de aprendizado significativa. Essa abordagem incorpora elementos como narrativa, desafios, feedback e recompensas, todos voltados para motivar e engajar os jogadores [Ullah et al., 2022]. Além disso, são meticulosamente projetados para simular cenários da vida real, promovendo a aprendizagem de habilidades específicas. Notavelmente, esses jogos têm a capacidade de serem utilizados para conscientização e mudança de comportamento.

Um aspecto crucial dos jogos sérios é sua adaptabilidade, ajustando-se de acordo com o desempenho e as necessidades individuais dos usuários. Essa flexibilidade contribui para uma abordagem mais eficaz no processo de ensino e treinamento. Em resumo, as características que definem um jogo como sério incluem seu propósito educacional, a utilização de elementos de jogos para engajar em situações específicas, a fundamentação em teorias pedagógicas e de aprendizagem, a presença de elementos motivacionais e a capacidade de adaptação de acordo com as necessidades individuais.

Critérios para Classificação de Jogos Sérios:

- Propósito educacional, de treinamento ou de suporte em diversas áreas, como militar, saúde, gestão de emergências, educação, planejamento urbano, engenharia e política.
- Utilização de elementos de jogos para engajar os usuários em situações específicas.
- Base em teorias pedagógicas e de aprendizagem.
- Incorporação de elementos motivacionais, como narrativa, desafios, feedback e recompensas.
- Possibilidade de adaptação de acordo com as necessidades individuais dos usuários.

Esses critérios desempenham um papel fundamental na classificação de jogos como jogos sérios [Shapoval et al., 2022], refletindo a natureza educativa e de suporte desses jogos, assim como sua habilidade em engajar e motivar os usuários em situações específicas.

3. Metodologia

O processo de avaliação de usabilidade da Fase IV do jogo TurbeLab foi cuidadosamente estruturado, incorporando elementos cruciais para a obtenção de insights valiosos. A análise foi conduzida remotamente, utilizando a técnica de observação, com a participação de dois especialistas proeminentes, Alice Bagdzius e Pedro Soares.

Inicialmente, a escolha de especialistas para a avaliação foi estratégica, envolvendo Alice Bagdzius, uma bióloga e especialista em Jogos Sérios e Funções Executivas, e Pedro Soares, um Designer de Jogos com participação prévia nas fases anteriores do TurbeLab. Essa abordagem visou abranger tanto aspectos educacionais quanto de design, garantindo uma avaliação abrangente.

A avaliação remota foi conduzida por meio da técnica de observação, na qual os especialistas foram solicitados a pensar em voz alta enquanto interagiam com o jogo. Essa abordagem permitiu a captura imediata de percepções, sugestões e reações, facilitando a coleta de dados em tempo real e oferecendo uma compreensão profunda da experiência do usuário.

Antecedendo o teste de usabilidade, uma revisão de literatura abrangente referente aos anos de 2022 e 2023 foi conduzida, focando em jogos eletrônicos para compreender estratégias de avaliação e desenvolvimento das Funções Executivas em

crianças. Essa revisão proporcionou uma base teórica sólida para embasar a estratégia de avaliação adotada.

Posteriormente, uma reunião estratégica foi realizada com a especialista envolvida nas fases anteriores do jogo. A partir desse encontro, ajustes nos requisitos, mecânicas e arte visual foram propostos para garantir consistência e continuidade no desenvolvimento do TurbeLab.

A implementação dos minigames da Fase IV ocorreu na plataforma Unity, com o uso de scripts em C# para introduzir novas funcionalidades. O designer de jogos, responsável pelas fases anteriores, manteve a coesão visual, assegurando que os elementos dos minigames harmonizassem com as etapas anteriores.

Após o desenvolvimento, um arquivo APK foi gerado para possibilitar testes de usabilidade. O teste remoto não moderado por observação foi conduzido online com Alice Bagdzius e Pedro Soares, resultando em anotações detalhadas sobre sugestões de melhorias e problemas de usabilidade.

Com base nos resultados do teste, ajustes adicionais foram implementados para aprimorar a usabilidade do jogo. Destaca-se a introdução de feedback imediato para os acertos dos usuários e a inclusão de mensagens que capturam a atenção, especialmente antes de minigames que demandam foco.

Após as atualizações, o jogo TurbeLab foi relançado na Google Play Store, consolidando não apenas uma abordagem robusta para a avaliação de usabilidade, mas também o compromisso contínuo com a qualidade e a satisfação do usuário no desenvolvimento do jogo. Essa metodologia abrangeu desde a revisão de literatura até a implementação prática, garantindo uma abordagem abrangente e embasada para o desenvolvimento da Fase IV do TurbeLab.

4. Resultados e Discussões

4.1 Desenvolvimento do Jogo

O jogo TurbeLab (Figura 1) atualmente compreende um total de quatro fases, sendo que cada fase consiste em três minigames. Cada minigame apresenta três níveis de dificuldade (fácil, médio e difícil), proporcionando uma variedade de desafios ao longo do jogo. Nosso foco no desenvolvimento concentrou-se na elaboração da Fase IV.

Cada fase do jogo foi cuidadosamente planejada, embasada na pesquisa realizada por KRAUSE, GASPARINI e HOUNSELL (2018). Essa pesquisa identificou e associou 22 mecânicas de jogos às habilidades das Funções Executivas, servindo como base para a criação das mecânicas dos minigames do jogo. O objetivo principal foi atender aos requisitos estabelecidos e estimular as três vertentes das Funções Executivas: flexibilidade cognitiva, controle inibitório e memória de trabalho.

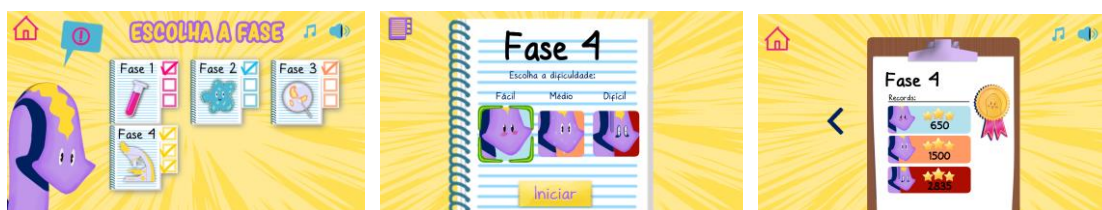


Figura 1. Telas do TurbeLab

A seguir, será delineado as propostas de mecânicas voltadas ao desenvolvimento das Funções Executivas, específicas da Fase IV, juntamente com as tarefas associadas e os respectivos níveis de dificuldade.

Minigame 1 - “Organize a Estante” (Figura 2)

- **Mecânica:** Exercitar a memória de trabalho posicionando os objetos em suas posições originais.
- **Tarefa:** Memorizar a disposição dos objetos exibidos na estante. Após um breve intervalo, um curto-circuito é simulado, resultando em uma tela escura que simula uma queda de energia. Quando a visibilidade é restaurada, os objetos são rearranjados de forma aleatória, desafiando o jogador a posicioná-los nas suas respectivas posições originais.
- **Níveis de dificuldade:** Aumento progressivo de objetos: 4 no fácil, 7 no médio e 9 no difícil, demandando maior atenção e memória do jogador.

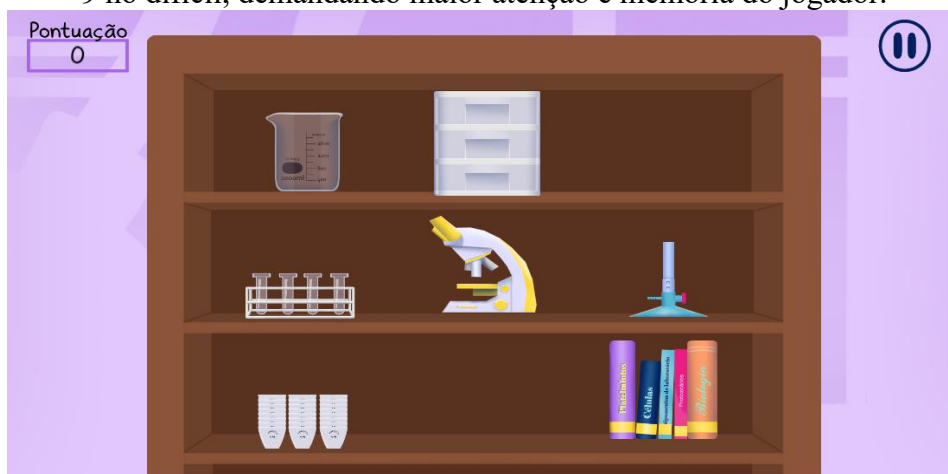


Figura 2. Minigame Organize a Estante

Minigame 2 - “Toque ou Não Toque na Ameba” (Figura 3)

- **Mecânica:** Exercitar o controle inibitório, atenção e a resistência à tentação de tocar na tela quando a ameoba estiver presente.
- **Tarefa:** Execute as ações solicitadas nas mensagens "toque" e "não toque" na tela durante o minigame.
- **Níveis de dificuldade:** Conforme a dificuldade subir, o intervalo de tempo entre as ações terá de ser cumprido em menor tempo, além de perder o auxílio da ameoba desaparecendo no microscópio.



Figura 3. Minigame Toque ou Não Toque na Ameba

Minigame 3 - “Foque o Microscópio” (Figura 4)

- **Mecânica:** Exercitar a flexibilidade cognitiva adaptando-se rapidamente a situação.
- **Tarefa:** Focar o microscópio girando as alavancas correspondente às células para obter uma visão focada em um curto período de tempo.
- **Níveis de dificuldade:** Dificuldade progressiva: 1 alavanca que controla o eixo X no Fácil, 2 alavancas no Médio controlando eixos X e Y, maior dificuldade para focar no Difícil.



Figura 4. Minigame Foque o Microscópio

A pontuação no jogo é diretamente impactada pelos três níveis de dificuldades apresentadas. Nos minigames 1 e 2, o jogador obtém 50 pontos por acerto e perde 25 por erro. Já no minigame 3, a fase possui um tempo específico (variável conforme a dificuldade) para o jogador atingir o estado de “foco”. Se o jogador alcançar o “foco” dentro do prazo, ele recebe 300 pontos; caso contrário, é realizado um cálculo com base na distância entre a célula movida pelo jogador e a posição final da célula, resultando em uma pontuação correspondente.

Essa abordagem visa estimular a imersão do jogador ao oferecer a oportunidade de pontuar mais significativamente ao enfrentar tarefas mais complexas. Além disso, a quantidade de estrelas obtidas está diretamente ligada ao cumprimento dos objetivos

estabelecidos em cada minigame, contribuindo para a soma total de pontos. A pontuação total está disponível na tela de Score, acessível diretamente a partir do menu principal do jogo.

4.1.2 Elementos Multimídia

Contando com a experiência de um especialista em design de jogos, cujo papel foi fundamental na realização e orientação dessas tarefas. As representações visuais no TurbeLab foram concebidas através da plataforma Clip Studio, enquanto as animações foram produzidas no ambiente Unity 3D. Quanto aos efeitos sonoros, foram selecionados do banco de dados gratuito freeSound e do YouTube, sendo escolhidas músicas sem direitos autorais, proporcionando acesso a arquivos no formato mp3 sem custos. A trilha sonora do TurbeLab foi obtida de forma gratuita no site Uppbeat, sendo posteriormente adaptada para integrar-se ao jogo. A inclusão dos áudios, contendo os efeitos sonoros, foi estrategicamente incorporada no jogo para enriquecer a experiência do jogador, oferecendo um feedback mais imersivo em resposta às suas ações.

4.2 Implementação

Para a implementação do TurbeLab, a escolha recaiu sobre a continuidade do uso da plataforma Unity 3D, utilizando a linguagem de programação C#. Diversos scripts foram desenvolvidos para incorporar interatividade, eventos e animações ao jogo. Destaca-se que o resultado final desse trabalho estará acessível gratuitamente aos usuários por meio da Google Play Store, possibilitando uma ampla distribuição e fácil acesso.

Durante a fase de implementação foi seguido um cronograma planejado para um ano de projeto que foi o prazo de desenvolvimento que foi estabelecido para desenvolver a Fase IV, com isso em mente foi separado tarefas para cada um dos integrantes da equipe, realizando a separação dos três minigames entre os dois alunos formandos em Ciência da Computação, com um ficando responsável pelos dois minigames de menor complexidade e o outro aluno ficando com o mais complexo que seria o minigame “Organize a Estante”.

Após produzir uma primeira versão de cada minigame da Fase IV, deu-se o início da integração dos novos minigames com o conteúdo já presente no jogo, para isso foi necessário estudar como funcionava cada uma das telas do menu e scripts ativos presentes em cada uma, pois não havia nenhuma documentação dos mesmos, então pensando nos próximos colaboradores que possam participar do projeto futuramente, também foi produzido uma documentação que explica a funcionalidade de cada um dos scripts e a incorporação com o jogo.

4.3 Avaliação de Usabilidade

Foi realizado uma Avaliação de Usabilidade “moderado por observação” com a especialista em jogos sérios Alice, em colaboração com o designer de games Pedro, além de uma análise detalhada da interface, em busca de identificar problemas de usabilidade tanto na interface quanto na interação.

No primeiro minigame “Organize a Estante”, quando o jogador posicionava corretamente um objeto, ganhava a pontuação e o objeto não podia mais ser movido, acompanhado por uma breve animação na lateral da tela. Contudo, surgiu um desafio: após várias tentativas, o jogador podia esquecer que o objeto já estava na posição certa e tentar movê-lo novamente, sem sucesso, devido ao bloqueio causado pelo posicionamento correto. Isso poderia levar o jogador a acreditar erroneamente que o jogo apresentava um defeito ou bug. Para solucionar esse problema, foi trabalhado em conjunto com o designer de games para criar uma animação de estrelas. Essa animação é ativada e permanece sobre o objeto que está na posição correta, destacando visualmente que o objeto já foi posicionado corretamente (Figura 5).

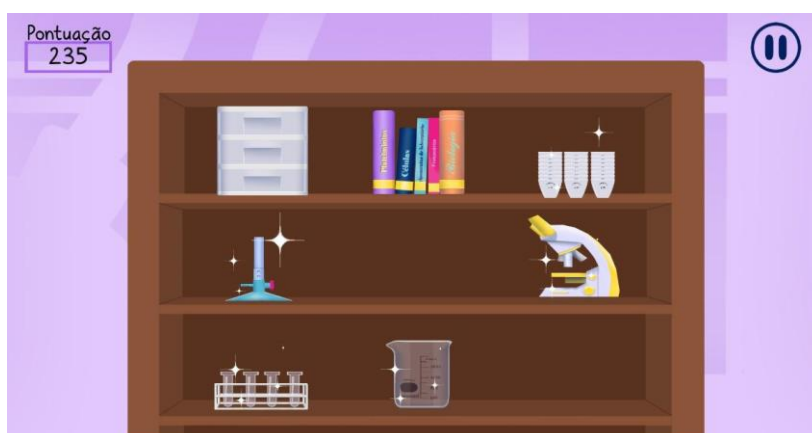


Figura 5. Minigame “Organize a Estante” com confirmação de acerto

No segundo minigame “Toque ou Não Toque na Ameba”, foi observado que a criança poderia ter dificuldade de perceber que o jogo iniciou então foi colocado um aviso para atrair a atenção, também foi encontrado uma falha na execução da função executiva de controle inibitório, pois este apresentava uma sequência predefinida de eventos em que a palavra de ação “Toque” estava associada à presença da ameba, e “Não Toque” quando ela não estava presente. Após a análise, o segundo minigame passou por ajustes, apresentando agora uma sequência de eventos aleatórios com a ameba sempre visível a partir da dificuldade Média. Enquanto, a palavra de ação é modificada, desafiando o jogador a resistir à tentação de tocar, aprimorando assim a experiência do usuário.



Figura 6. Telas Minigame “Toque ou Não Toque na Ameba”

No terceiro minigame “Foque o Microscópio” não foi citada nenhuma melhora significativa a ser feita, além de ter recebido diversos elogios, dizendo ser o mais

divertido entre os três, sendo assim foi mantida a primeira versão dele até o final do projeto.

5. Conclusões e Perspectivas Futuras

O objetivo com este trabalho, foi embasar o desenvolvimento da Fase IV do jogo TurbeLab, levando em consideração as necessidades das crianças e adolescentes. Para isso foi necessário realizar um estudo aprofundado por meio de revisão bibliográfica sobre jogos sérios e Funções Executivas. Após as análises e avaliação de usabilidade realizados, foi possível definir as mecânicas de jogos mais adequadas para estimular as Funções Executivas, utilizadas na nova fase presente no jogo, assim como as anteriores os novos minigames tem como propósito aprimorar a flexibilidade cognitiva, controle inibitório e memória de trabalho.

Os resultados do estudo mostraram que o desenvolvimento das Funções Executivas entre a infância e adolescência ajudam na concentração, manter o foco, controlar impulsos e organizar suas tarefas. Sendo assim as mecânicas de jogos definidas são baseadas em evidências científicas que mostram que jogos podem ser eficazes para melhorar essas habilidades.

Infelizmente a principal limitação do projeto foi a falta de tempo para realizar um teste de usabilidade com crianças atípicas, porém com intuito de gerar agrado ao público-alvo, foi realizada uma criação de arte e interface da Fase IV com um estilo artístico semelhante ao das fases anteriores. Que baseados em sua recepção pelo público infantil foi positiva, garantindo uma experiência envolvente e amigável aos usuários.

Os testes de usabilidade conduzidos com uma especialista em design de jogos representaram uma etapa crucial para a implementação de aprimoramentos que elevaram a experiência do usuário nos minigames da fase em desenvolvimento. Dentre as melhorias mais significativas, destaca-se a introdução de feedback imediato para os acertos do usuário, bem como a inclusão de mensagens que capturam a atenção do jogador, especialmente antes de minigames que demandam foco para alcançar um resultado bem-sucedido.

Após as atualizações realizadas, para que o jogo estivesse disponível para download na Google Play Store, foi necessário construir o arquivo de extensão apk novamente no ambiente de desenvolvimento da Unity para efetuar a publicação em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.DefaultCompany.TurbeLab>.

Para melhorar a experiência dos usuários, foi considerado algumas melhorias para o futuro, como realizar os testes de usabilidade no público-alvo do projeto, que seriam crianças de 10 à 14 anos com TDAH, a portabilidade do jogo para dispositivos que utilizam o sistema IOS, assim será possível atrair um número maior de jogadores e a implementação de mais fases e um Quiz sobre as curiosidades científicas que o jogo apresenta após finalizar as fases, de forma que o usuário tenha mais conteúdo para se entreter utilizando ainda mais o jogo e absorvendo o conhecimento transmitido durante a diversão.

Com base nos resultados obtidos, é possível concluir que o objetivo de embasar o desenvolvimento da Fase IV do jogo TurbeLab, levando em consideração as necessidades das crianças e adolescentes, foi alcançado.

Referências

- American Psychiatric Association, Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais - DSM-5, Porto Alegre: Artmed, 2014.
- Alvarez, J. (2011) An introduction to serious game definitions and concepts. *Serious Games & Simulation For Risks Management*, 11, 11 - 15.
- Claudio Burlas de Moura, Funções Executivas – Fundamentos da aprendizagem e comportamento, 2018.
- Fonseca, Vitor da. Papel das funções cognitivas, conativas e executivas na aprendizagem: uma abordagem neuropsicopedagógica. *Rev. psicopedag.* São Paulo, v. 31, n. 96, p. 236-253, 2014.
- Granic I, Lobel A, Engels RCME. The benefits of playing video games. *Am Psychol* 69(1): p. 66–78, 2014.
- Hounsell, M.; Gasparini, I.; Krause, K.(2018) Aplicações dos jogos digitais nas Funções Executivas: um mapeamento sistemático da literatura.
- Marques, A.P.P., Amaral A.V.M., Pantano, V. Treino de Funções Executivas e Aprendizado. Editora Manoele, 1ª edição, 248p, 2020.
- Menezes, A.; DIAS N. M.; SEABRA A. G. Alterações das Funções Executivas em Crianças e Adolescentes. *Estudos Interdisciplinares em Psicologia*, Londrina, v. 1, n. 1, p. 80-95, jun. 2010.
- Menezes, A. et al. Definições teóricas acerca das funções executivas e da atenção. In: Seabra A. G.; Dias N. M. Avaliação neuropsicológica cognitiva: atenção e funções executivas. Vol. 1. São Paulo: Memnon; 2012. p.34.41.
- Shapoval, S.; Gimeno-Santos, M.; Mendez Zorrilla, A.; Garcia-Zapirain, B.; Guerra-Balic, M.; Signo-Miguel, S.; Bruna-Rabassa, O. (2022). "Serious Games for Executive Functions Training for Adults with Intellectual Disability: Overview". *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(18), 11369. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph191811369>.
- Silveira-Moriyama L., Neuroplasticity and neuromodulation in children. *EurJPaediatric Neurol* 21(1):3, 2017.
- THEODÓRIO, D. P.; DA SILVA, A. P.; SCARDOVELLI, T. A. Jogos sérios brasileiros para auxílio do diagnóstico e tratamento de TDAH: revisão integrativa. *Interfaces da educação*, 11, n. 32, 2020. 60-78.
- Ullah, M., Amin, S. U., Munsif, M., Yamin, M. M., Safaev, U., Khan, H., Khan, S., & Ullah, H. (2022). "Serious games in science education: a systematic literature review." *Virtual Reality & Intelligent Hardware*, 4(3), 189-209. ISSN 2096-5796. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vrih.2022.02.001>.

