

TURBELAB: Projeto e Desenvolvimento de um Jogo S\u00e9rio para o Treino de Fun\u00e7\u00f5es Executivas de crian\u00e7as e adolescentes com TDAH

Jo\u00e3o P. C. Sander, Ana Grasielle Dion\u00edcio Corr\u00ea, Bruno da Silva Rodrigues

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

jpcyrillo@hotmail.com, ana.correa@mackenzie.br,
bruno.rodrigues@mackenzie.br

***Abstract.** The use of therapy is related to the increasingly frequent use of serious games for the purposes of learning and technology in the video game industry. In cases of development of Executive Functions, the playful and challenging nature of the games is essential for the child to feel comfortable while performing the tasks and not abandon the treatment without complete completion. The objective of this work is to develop serious games for children with deficit in the functions of planning, problem solving and planned objectives for planning (Marques et al., 2020): self-monitoring, planning, problem solving, decision making, mental flexibility, self-regulation, inhibitory control and working memory. This is a Project focused on helping the development of the Executive Functions in children and adolescents with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD).*

***Resumo.** O uso de terapias envolvendo o uso de jogos s\u00e9rios t\u00eam sido cada vez mais frequente para conectar os prop\u00f3sitos de aprendizagem e a tecnologia da ind\u00fastria de videogames. Em casos de desenvolvimento das Fun\u00e7\u00f5es Executivas, o car\u00e1ter l\u00fadico e desafiador dos jogos \u00e9 essencial para que a crian\u00e7a se sinta motivada durante a execu\u00e7\u00e3o das tarefas e n\u00e3o abandone o tratamento sem sua total conclus\u00e3o. O objetivo deste trabalho \u00e9 desenvolver jogos s\u00e9rios para crian\u00e7as com d\u00e9ficit nas Fun\u00e7\u00f5es Executivas a fim de facilitar o processo escolar e a organiza\u00e7\u00e3o cognitiva com esquemas pr\u00e1ticos que permitam exercitar (Marques et al., 2020): automonitoramento, planejamento, resolu\u00e7\u00e3o de problemas, tomada de decis\u00e3o, flexibilidade mental, autorregula\u00e7\u00e3o, controle inibit\u00f3rio e mem\u00f3ria operacional. Este \u00e9 um projeto com foco em auxiliar no desenvolvimento das Fun\u00e7\u00f5es Executivas em crian\u00e7as e adolescentes com transtorno do D\u00e9ficit de Aten\u00e7\u00e3o com Hiperatividade (TDAH).*

1. Introdu\u00e7\u00e3o

Os Transtornos do Neurodesenvolvimento incluem o Transtorno de D\u00e9ficit de Aten\u00e7\u00e3o e Hiperatividade (TDAH), o Transtorno do Espectro do Autismo (TEA), Defici\u00eancia Intelectual (DI), Transtornos da Comunica\u00e7\u00e3o, Transtorno Espec\u00edfico da Aprendizagem e Transtornos Motores, al\u00e9m de problemas emocionais e

comportamentais que ocorrem com frequência alterada do que é esperado pela norma social e atrapalham a inserção da criança na sociedade. Vale ressaltar que as definições de cada transtorno e seus diagnósticos estão no DSM-V, o Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (American Psychiatric Association, 2014).

As crianças devem ser acompanhadas por uma equipe composta por médicos para que seja feita uma avaliação da criança a fim de medir a linguagem, fatores neuropsicológicos e capacidade adaptativa. Neste processo é analisado habilidades cognitivas que incluem inteligência, atenção, memória, processamento sensorial, habilidades motoras e funções executivas.

Durante o processo de aprendizagem, as funções executivas (Claudio Burlas, 2018) são a definição do controle inibitório, flexibilidade cognitiva e a memória de trabalho. Por isso, o uso terapias utilizando Jogos Sérios está sendo cada vez mais usada para o auxílio no desenvolvimento destas funções, misturando a aprendizagem com videogames para um maior interesse das pessoas neste processo de desenvolvimento sem deixar de lado um pouco da diversão.

Em casos de desenvolvimento das Funções Executivas, o caráter lúdico e desafiador dos jogos é essencial para que a criança se sinta motivada durante a execução das tarefas e não abandone o tratamento sem sua total conclusão (Granic et. al., 2014) Além disso, já é visto na literatura (Silveira, 2017) que terapias baseadas no uso de videogames para crianças podem melhorar a neuroplasticidade, ajudando na formação e reestruturação de vias neurobiológicas, quando comparados a adultos.

De acordo com pesquisas, a maioria dos jogos usados para intervenção em crianças com TDAH são Jogos Sérios, mas alguns jogos comerciais podem ser adotados com fins terapêuticos. Também são em maioria jogos para computador, embora também apareçam jogos com uso de Realidade Virtual e o Xbox Kinect. No jogo “Pan-It Commander”, elaborado por (Bul et al., 2016), os participantes precisam escolher entre 10 missões diferentes e tem três minigames que demandam gerenciamento de tempo, planejamento de habilidades, ao pedir que o personagem vá até determinado local para explodí-lo e comportamento sociável, pois o personagem principal precisa ajudar e cooperar com os personagens do mesmo time. Além disso, os participantes também poderiam entrar em uma comunidade de jogadores chamada de “Space Club”. Assim, o jogo pode estimular diversas habilidades de crianças e adolescentes. Portanto, jogos curtos, mas com muitas tarefas a serem feitas podem contribuir para a motivação da criança a continuar executando tarefas.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho é desenvolver um jogo sério com tema de biologia para crianças e adolescentes com déficit em Funções Executivas a fim de facilitar o processo escolar e organização cognitiva com esquemas práticos que permitam exercitar (Marques et. al., 2020): automonitoramento, planejamento, resolução de problemas, tomada de decisão, flexibilidade mental, autorregulação, controle inibitório e memória operacional. Além disso, um mecanismo de feedback será concebido para fornecer avaliações sobre o progresso nas tarefas e recomendações sobre os planos de exercícios de funções executivas a serem seguidos.

O projeto já está em fase de desenvolvimento e, após estudos de usabilidade dos jogos a serem desenvolvidos, será validado cientificamente por uma aluna de mestrado do 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. Caracteriza-se, portanto, o presente projeto de cunho interdisciplinar voltado ao desenvolvimento e avaliação do uso de tecnologias aplicadas nos campos de saúde e educação.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Função Executiva

As funções executivas são habilidades que ajudam um indivíduo a desenvolver o autocontrole, a memória de trabalho e a flexibilidade cognitiva (Marques et al., 2020), sendo lideradas pelo córtex pré-frontal. O autocontrole está relacionado com a capacidade da criança resistir às tentações, ou seja, ajuda as crianças a permanecerem mais atentas, a agirem de forma menos impulsiva e a ficarem concentradas em seu trabalho. A memória de trabalho se refere à capacidade de manter as informações na mente, para que elas possam ser usadas posteriormente para fazer o vínculo entre as ideias, calcular mentalmente e estabelecer prioridades. Enquanto a flexibilidade cognitiva é a capacidade de pensar criativamente e de se ajustar a novas situações, permitindo o uso da imaginação e da criatividade para resolver problemas.

O desenvolvimento das funções executivas é um processo que exige muitos anos. No entanto, há dois momentos na vida durante os quais elas se desenvolvem rapidamente: nos anos pré-escolares e no início da adolescência. Como as funções executivas desempenham um papel essencial no desenvolvimento das crianças e em seu sucesso até a idade adulta, é importante encontrar maneiras de favorecer sua evolução, para que a criança tenha uma clara capacidade de hierarquização, de diferenciação e de complementação de informações recebidas pelo sistema nervoso.

Uma dessas maneiras pode ser o desenvolvimento de exercícios para a coordenação motora, pois exige do cérebro a organização de informações, com atenção seletiva e capacidade sensorial de detecção, além da organização hierárquica e sequencial dos movimentos, pois através do córtex pré-frontal, que trabalha a percepção multissensorial, estão ligados os gânglios e o cerebelo, responsáveis pela execução da motricidade. As funções executivas estão ligadas a uma série de atividades consideradas indispensável para que a criança possa ter uma vida de sucesso (Fonseca, 2014):

- Atenção: atividades que envolvam foco, fixação, seleção de dados relevantes dos irrelevantes, evitamento de distratores etc.;
- Percepção: intraneurossensorial, interneurossensorial, meta-integrativa, analítica e sintética etc.;
- Memória de trabalho: localização, recuperação, rechamada, manipulação, julgamento e utilização da informação relevante etc.;
- Controle: iniciação, persistência, esforço, inibição, regulação e auto-avaliação de tarefas etc.;
- Ideação: improvisação, raciocínio indutivo e dedutivo, precisão e conclusão de tarefas etc.;
- Planificação e a antecipação: priorização, ordenação, hierarquização e predição de tarefas visando a atingir fins, objetivos e resultados etc.;
- Flexibilização: autocrítica, alteração de condutas, mudança de estratégias, detecção de erros e obstáculos, busca intencional de soluções etc.;
- Metacognição: auto-organização, sistematização, automonitorização, revisão e supervisão etc.;

- Decisão: aplicação de diferentes resoluções de problemas, gestão do tempo evitando atrasos e custos desnecessários etc.;
- Execução: finalização e concomitante verificação, retroação etc.

Como pode ser observado, a importância de treinar as funções executivas é evidente para treinar as funções cognitivas, tendo em vista que esses conjuntos de habilidades estão interligados. Segundo e. g. (Menezes, 2010), o desenvolvimento das Funções Executivas ajuda a diminuir as respostas impulsivas e promover melhor autocontrole e controle emocional, afinal, são as dificuldades em funções executivas que contribuem para motivação instável, baixa tolerância à frustração e adversidades em iniciar tarefas.

Além disso, o potencial de aprendizagem de pessoas que estão em idade escolar ou universitária pode ser otimizado de forma que o cérebro receba bem os estímulos necessários para o seu processo de desenvolvimento e trabalho, ao melhorar a performance das funções executivas, cognitivas e conativas, que formam a tríade funcional da aprendizagem na neurociência (Fonseca, 2014).

2.2. Jogos Sérios: definições e conceitos

A aplicação dos Jogos Sérios está relacionada a setores como saúde, educação, ecologia etc. O mercado para Jogos Sérios é extenso podendo ser usado para educação, simulações, treinamentos, entre outros.

Alvarez et al. (2011) definiu jogos sérios como sendo “*uma aplicação computadorizada, onde a intenção original é combinar com consistência, aspectos sérios (sérios) como não exaustiva e não exclusiva de ensino, aprendizagem, comunicação ou informação, com molas lúdicas dos videogames (jogo)*”. Mas nada impede as pessoas de jogar um videogame, originalmente dedicado ao entretenimento, adotando uma postura de “seriedade”. Muitos exemplos podem ser identificados no setor de educação. Por exemplo, o conjunto de karaokê Singstar PS3 foi utilizado como suporte claro para trabalhar a pronúncia do inglês para estudantes universitários (Gee, 2003). Em outro registro, o jogo de “pergunta-e-resposta” Buzz! A Quiz TV foi utilizada por professores de história e geografia para os conceitos atuais discutidos e contam com a possibilidade de criar questões customizadas.

Alvarez et al. (2011) propuseram três critérios que formam o “modelo G / P / S” que permite classificar os jogos sérios pela sua dimensão lúdica (jogabilidade), e pela sua dimensão séria (setor de aplicação):

- G (Gameplay): Jogabilidade do jogo sério.** Fornece informações sobre a dimensão lúdica, ou seja, informações sobre o tipo de estrutura lúdica utilizada.
- P (Proposal): Objetivo do jogo sério.** Fornece informações sobre as funções além do “simples entretenimento” desejado pelo designer.
- S (Sector): Setor de aplicação do jogo sério.** Informa sobre o tipo de mercado de aplicação e público-alvo (mercado, idade etc.) que o designer pretende atingir.

Jogabilidade (G). Para estabelecer a jogabilidade é preciso definir a estrutura lúdica do jogo que pode ser estabelecida, conforme sugere Frasca (2006), como “payia” e “ludus”. O jogo pode não propor algum objetivo explícito para permitir ao jogador “ganhar”, logo parece ser “payia”, ou então o jogo tem um objetivo a ser concluído “ludus” onde, por exemplo o jogo Pac-Man define objetivos explícitos (comer todos os

pontos evitando os fantasmas) que são usados para avaliar o desempenho do jogador, um retorno positivo (ganho de pontos) ou negativo (perda de uma vida).

Objetivos (P). Entre as categorias geralmente usadas para descrever o propósito de um jogo sério, citam-se “Edugames” e “Advergame”. De forma simples, um “Edugame” permite uma mensagem educativa, enquanto um “Advergame” promove um produto ou serviço, que pode ser interpretado como uma mensagem deliberadamente positiva sobre um produto ou serviço. De alguma forma, embora sua intenção seja diferente (comercial ou educacional), essas duas categorias de jogos sérios parecem ter o propósito de uma "mensagem" (informativa, educativa, influenciadora ou de opinião). Outro propósito são jogos concebidos para facilitar a troca de dados. Por exemplo o Google Image Labeler foi desenvolvido pela Google com o objetivo de melhorar a relevância do seu motor de pesquisa de imagens. Este tipo de aplicação, denominado “Datagame”, ainda é relativamente pouco difundido até aos dias de hoje. Em resumo, é possível classificar os objetivos dos jogos sérios de acordo com três categorias principais:

- Transmitindo uma mensagem: o jogo sério é projetado para entregar uma ou mais mensagens e podem ser de quatro naturezas: educacional (ex: Edugames), informativo (ex: Newsgames), persuasivo (ex: Advergames) e subjetivo (ex: jogos ativistas, Arte jogos). Um mesmo jogo pode combinar vários tipos de mensagem.
- Fornecimento de treinamento: o jogo sério é projetado para melhorar as capacidades cognitivas ou físicas do jogador (ex: Exergames).
- Promover o compartilhamento de dados: o jogo sério pretende facilitar a troca de dados (ex: Datagames) entre os jogadores, ou o Editor do jogo e os jogadores.

Setor (S). Oferece informações sobre o domínio do aplicativo dentro do jogo sério, tais como: Estado e Governo, Militar, Saúde, Educação, Negócios, Religião, Arte e Cultura, Ecologia, Política, Humanitária e filantrópica, Mídia, Publicidade, Pesquisa Científica. Outras informações sobre o público-alvo transcritas por faixa etária e por tipo: Público, Profissionais, Alunos. Por exemplo, para a área da Saúde, os profissionais serão considerados como “Profissionais”, estudantes de medicina como “Estudantes” e pacientes como “Público em Geral”. Esta informação pode, obviamente, ser mais detalhada conforme necessário, por exemplo, ao procurar identificar a idade, sexo, nacionalidade, entre outros, do público-alvo.

3. Trabalhos Correlatos

Trabalhos encontrados na literatura envolvendo o estímulo de crianças com Transtornos do Neurodesenvolvimento são encontrados principalmente nos últimos 7 anos. Em 2014, um estudo de Dörrenbächer et al. (2014) envolvendo um jogo chamado “*Watermons*”, incluiu muitas habilidades motivacionais, desenvolvendo no jogador um senso de competência e responsabilidade. Os pesquisadores, por sua vez, correlacionaram esse tipo de jogo, com uma história envolvente e gráficos bem desenvolvidos, ajudaram a melhorar os efeitos do tratamento, reduzindo o tempo de reação das crianças com TDAH e que também puderam constatar que as crianças estavam mais dispostas ao tratamento quando era um jogo, comparado ao grupo controle que não jogava.

Jogos sérios auxiliam na melhora das Funções Executivas de crianças com TDAH, além de habilidades motoras. Sendo assim, essas duas habilidades podem

influenciar nos sintomas do transtorno, servindo como uma intervenção que pode funcionar para as crianças fazerem em casa, sem acompanhamento profissional. Porém, o estudo aponta para a necessidade de serem feitos jogos de exercícios específicos para o desenvolvimento dessas habilidades em crianças com TDAH.

Portanto, pode-se ver que já existem trabalhos na literatura que correlacionam o uso de jogos e o desenvolvimento das funções executivas em crianças com Transtornos do Neurodesenvolvimento, embora mais estudos precisem ser feitos. Por isso, a relevância desse estudo está principalmente na contribuição de aumento da literatura sobre o tema.

4. Desenvolvimento

4.1. Definição do Jogo: TURBELAB

O projeto em desenvolvimento, TurbeLab, tem como objetivo a criação de um Jogo Sérioso com tema de Biologia que auxilie no ensino de ciências assim como auxilie no treinamento de Funções Executivas de crianças e adolescentes com idade entre 10 e 14 anos com TDAH. A primeira etapa da pesquisa foi definir o interesse do público-alvo, através de uma pesquisa online (Google Forms) compartilhado nas redes sociais. A pesquisa, que contou com 10 perguntas, teve 53 respostas, que embasaram a criação do jogo. A tabela I abaixo apresenta as questões realizadas via formulário on-line.

Tabela I. Questionário de interesse de público-alvo

Questões propostas	Medidas utilizadas
Nome	Questão aberta
Idade	Lista de opções: 10 anos. 11 anos. 12 anos. 13 anos. 14 anos.
Sexo	Lista de opções: Menino. Menina.
Com qual frequência você costuma jogar?	Lista de opções: Todo dia – 1 a 2 horas por dia. Todo dia – 3 ou mais horas por dia. 1 ou 2 vezes na semana. 3 ou mais vezes na semana. Só no final de semana.
Por onde você joga?	Lista de opções: Celular. Computador. Console – Playstation, Xbos, Wii, Switch.
Você costuma jogar sozinho ou com amigos?	Lista de opções: Sozinho. Com amigos
Você prefere jogos de:	Lista de opções: Luta. Corrida de carros. Moda. RPG. Puzzle – jogos curtos tipo CandyCrush ou quebra-cabeças. Esportes – Fifa. Estratégia, FPS- Fortnite, jogos de tiro. Aventura – Zelda. Plataforma – Mario, Sonic.
Pode nos dizer o nome de 3 jogos que você mais gosta?	Questão aberta

O que você mais gosta nos jogos?	Lista de opções: Poder jogar com meus amigos. Poder montar meu próprio personagem. Bater recordes. Ver meu personagem crescendo. Montar estratégias e planejar como ganhar. Vencer desafios.
Como você prefere o esquema de jogos?	Lista de opções: Jogos curtos, que começam do – a cada vez que eu saio e entro. Jogos com fases, que demoram mais. Jogos longos, que tem duração de várias horas e demoro dias para completar.

É válido ressaltar que as perguntas realizadas para definir o interesse do público-alvo incluíam mecânica de jogo e preferência por dispositivo tiveram a linguagem simplificada, pois foi voltada a crianças de 10 a 14 anos, que não necessariamente conheciam termos técnicos de Game Design.

Os resultados da pesquisa foram tabulados e nortearam o desenvolvimento do jogo. Um exemplo da tabulação realizada pode ser visto na Figura 1 e na Figura 2:

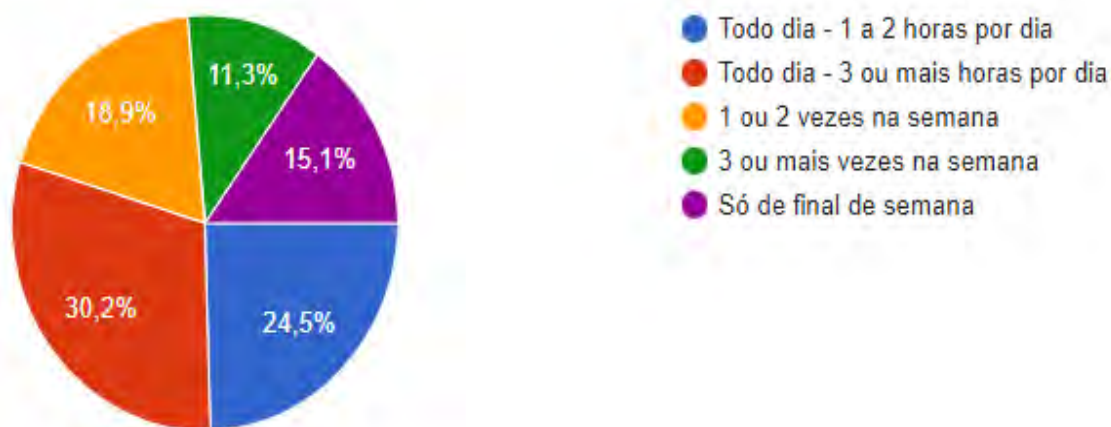


Figura 1. Resultado da pesquisa para a pergunta “Com qual frequência você costuma jogar?”.

Como resultado, obtido através da análise da questão apresentada na figura 1, podemos notar que para a faixa etária estudada, 54,7% dos entrevistados fazem uso de jogos eletrônicos todos os dias, sendo que 30,2 % de todos entrevistados passam mais de 3 horas em jogos eletrônicos por dia. Quando questionado sobre a preferência do público-alvo em relação a plataforma mais utilizada para jogos eletrônicos podemos notar através da figura 2 que 84,9% dos entrevistados preferem jogos de celulares.

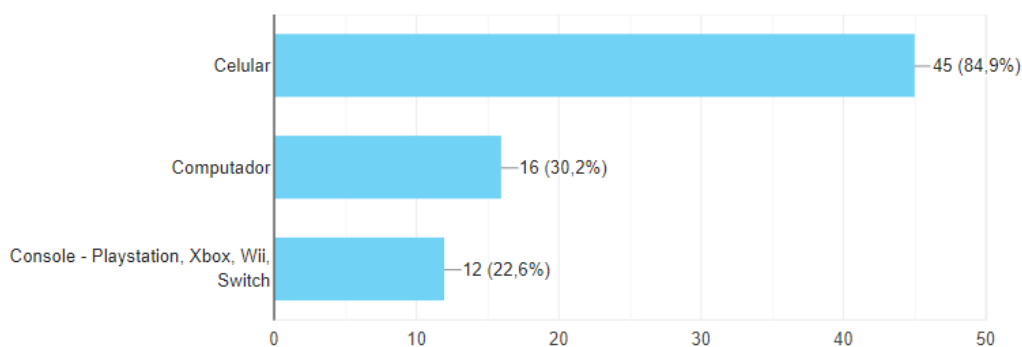


Figura 2. Resultado da pesquisa para a pergunta “Por onde você joga?”.

Ainda na mecânica do jogo, 64% das crianças optaram por jogos com fases e mais demorados, contra 32% com jogos longos que tem duração de várias horas e 14% com preferência por jogos curtos que reiniciam cada vez que a pessoa entra.

Além dos resultados da pesquisa que mostraram que a maior parte das crianças avaliadas joga através de dispositivo mobile, o último censo de 2020 sobre uso de Tecnologias em Domicílio constatou que 98% dos domicílios possuem smartphone com acesso à internet, por isso o jogo está sendo desenvolvido inteiramente para esse ambiente, com usabilidade e controles inteiramente em *touchscreen*.

Esses dados basearam as principais mecânicas do jogo, a partir do desenvolvimento de design e planejamento. Sendo assim, o jogo TurbeLab ficou definido com as seguintes mecânicas:

- Jogo desenvolvido para ambiente mobile
- Jogo composto de 6 fases, cada uma com três níveis de dificuldade
- Jogo com pontuação, não dependente de “vidas”
- Pontuação gera estrelas que podem ser acumuladas e vistas através de uma tela de histórico de pontuação

A partir da definição dessas mecânicas básicas, foi definido a plataforma de desenvolvimento do jogo e o desenvolvimento do protótipo, com a colaboração de uma especialista em Distúrbios do Desenvolvimento (do PPGDD do Mackenzie) e um especialista em design, responsável pelas artes do jogo (aluno de Tecnologia em Desenvolvimento de Jogos Digitais do Mackenzie).

4.2. Plataforma de Desenvolvimento

Para o desenvolvimento do jogo, foi escolhida a plataforma Unity 3D, focada no desenvolvimento de jogos em múltiplas plataformas tal qual Xbox, Android e IOS, com linguagem base em C#. Também foi definida a escolha do sistema operacional Android, pela facilidade de disponibilização de forma gratuita do jogo na Play Store, aumentando o alcance do público-alvo e difundindo a terapia para mais crianças e adolescentes.

4.3. Planejamento das Fases

O planejamento das fases foi feito de acordo com as mecânicas pré-estabelecidas a partir das respostas da pesquisa já citada nesse trabalho, além de busca na literatura por mecânicas de jogos que estimulem as Funções Executivas.

Para isso, foi montada uma tabela com divisão por fases e níveis de dificuldade, mencionando as mecânicas, para planejamento do jogo, conforme Tabela II.

FASE	Minigame	1
1	FLEXIBILIDADE COGNITIVA	Ser induzido a manter ações e repentinamente ter de suspendê-la por um tempo, voltando a ação anterior induzida
<i>Dificuldade Fácil</i>	Conseguir 200 pontos. A linha muda de lugar a cada 5 segundos.	
<i>Dificuldade Média</i>	Conseguir 200 pontos. A linha muda de lugar a cada 3 segundos.	
<i>Dificuldade Difícil</i>	Conseguir 200 pontos. A linha muda de lugar a cada 2 segundos.	
FASE	Minigame	2
1	CONTROLE INIBITÓRIO	Resistir a opções de domínio para executar tarefas necessárias
<i>Dificuldade Fácil</i>	Limpar pelo menos 2 tubos, sensibilidade 25 em 20 segundos.	
<i>Dificuldade Média</i>	Limpar pelo menos 2 tubos, sensibilidade 20 em 20 segundos.	
<i>Dificuldade Difícil</i>	Limpar pelo menos 2 tubos, sensibilidade 15 em 20 segundos.	
FASE	Minigame	3
1	MEMÓRIA DE TRABALHO	Recordar sequência de tarefas a cumprir
<i>Dificuldade Fácil</i>	Recordar a sequência de explosões de 3 tubos.	
<i>Dificuldade Média</i>	Recordar a sequência de explosões de 5 tubos.	
<i>Dificuldade Difícil</i>	Recordar a sequência de explosões de 10 tubos.	

Tabela II. Exemplo de Planejamento dos Minigames

Na Tabela II são apresentadas as informações sobre as funções executivas a serem trabalhadas nos minigames (flexibilidade cognitiva, controle inibitório e memória de trabalho), as habilidades trabalhadas para cada função executiva (ser induzido a manter ações e repentinamente ter de suspendê-las por um tempo, voltando a ação anterior induzida, resistir a opções de domínio para executar tarefas necessárias e recordar sequências de tarefas a cumprir) e o modo como as dificuldades afetarão cada minigame.

Após definir as funções e mecânicas de cada um dos minigames, foi projetado um mapa de navegação das telas do jogo. O fluxograma de navegação desenvolvido para nortear o desenvolvimento do jogo pode ser visto na figura 3.

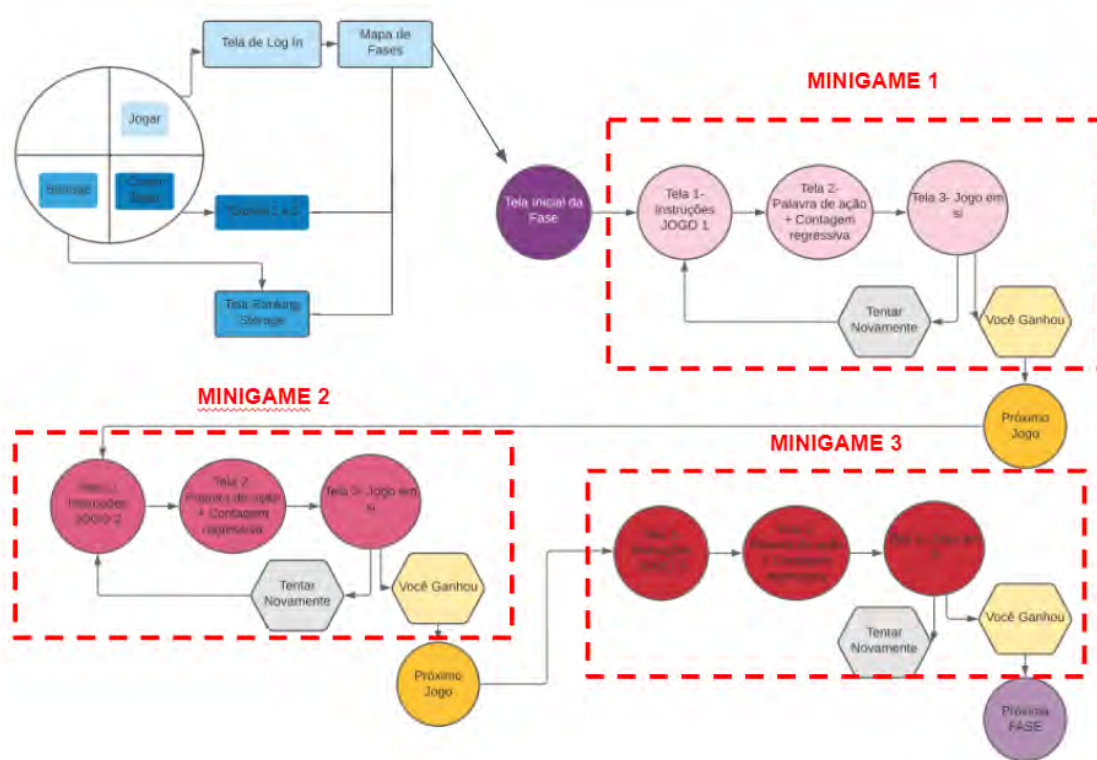


Figura 3. Fluxograma De Telas Do Jogo

O fluxograma da Figura 3 foi feito para uma melhor organização e auxílio de como será feito a passagem de telas do jogo, onde é organizado de uma melhor forma o modo como deve ser desenvolvido o comportamento das passagens de telas e fases do jogo no geral. Conforme o fluxograma, ao iniciar o jogo, o jogador se encontrará na tela inicial com opções de navegação para o “Como jogar” que possui instruções sobre o jogo e os minigames, “Storage” onde o jogador pode acessar informações sobre pontuações e o “Jogar” que fará com que o jogador entre no “Mapa de Fases” apresentado na Figura 4 (B). No mapa de fases o jogador poderá escolher a fase a ser jogada, selecionar a dificuldade que deseja jogar e iniciar os minigames, onde cada minigame possui um padrão de comportamento, tendo no início uma tela de instruções, passando para uma contagem que dará início ao jogo e no final, terá a opção de “Tentar novamente” ou “Você Ganhou”, passando então para o próximo minigame, tendo uma opção de “Próxima Fase” após jogar todos os minigames da fase atual.

A partir da definição desses conceitos, as artes começaram a ser feitas pelo especialista em design de games, como também definição de trilha sonora e o desenvolvimento do protótipo.

4.4. Desenvolvimento do Jogo

A partir da definição de plataforma, linguagem de programação utilizada, mecânicas do jogo e navegabilidade das telas, a fase 1 começou a ser desenvolvida. As artes foram evoluindo e sendo aprimoradas para causar um maior impacto visual e tornar no jogo mais agradável ao usuário. Na Figura 4 (A) temos uma imagem do mapa de fases primeiro protótipo desenvolvido para o jogo, assim a versão atual do mapa de fases (Figura 4 (B)).



(A)

(B)

Figura 4. Imagem do primeiro protótipo de mapa de fases do jogo (A), assim como atual versão do mapa de fases do jogo (B).

Os minigames desenvolvidos para esse trabalho de TCC foram criados a partir das definições apresentadas na Tabela II e serão discutidos nos tópicos subsequentes:

Minigame 1 - Pipetagem: Conforme indicação apresentada na Tabela II, o primeiro minigame tem como objetivo trabalhar a flexibilidade cognitiva através da simulação do uso de uma pipeta para extração de líquido de um tubo de ensaio conforme apresentado na figura 5.



Figura 5. Minigame 1 Da fase 1

Denominado como o jogo “Pipetagem”, neste minigame o jogador tem como objetivo controlar a força de sucção da pipeta e manter o líquido dentro da região indicada pelo anel amarelo (figura 5). Para realizar a tarefa o jogador deve realizar o movimento de pinça (oposição do polegar em relação ao indicador) normalmente usados em dispositivos móveis para realizar o “*zoom in*” e “*zoom out*” no controle de sucção do líquido. Quando o jogador consegue manter o movimento e manter o líquido dentro da

região indicada, ele vai acumulando pontos que são mostrados no canto superior esquerdo (figura 5).

Criado para trabalhar a flexibilidade cognitiva, onde o jogador será induzido a manter o posicionamento dos dedos e repentinamente ter de suspendê-la por um tempo, devido a mudança do objetivo dentro do minigame.

Minigame 2 - Lavando tubos de ensaio: Conforme indicação apresentada na Tabela II, o segundo minigame tem como objetivo trabalhar o controle inibitório através da simulação da limpeza de tubos de ensaio conforme apresentado na figura 6.



Figura 6. Minigame 2 da fase 1

Denominado como o jogo “Lavando tubos de ensaio”, neste minigame o jogador tem como objetivo limpar os tubos de ensaio. Para realizar a tarefa o jogador deve realizar o movimento de limpeza na tela (esfregar a tela como se estivesse limpando) para limpar os tubos. Quando o jogador consegue manter o movimento de maneira mais calma até que o tubo seja limpo, ele vai acumulando pontos que são mostrados no canto superior esquerdo (figura 6), caso contrário o tubo quebrará e o jogador perderá a possibilidade de ganhar mais pontos.

Criado para trabalhar o controle inibitório, onde o jogador deverá resistir a opções de domínio para executar tarefas necessárias (resistir à tentação de repetir ou fazer aquele percebido como mais fácil).

Minigame 3 - Explosões: Conforme indicação apresentada na Tabela II, o terceiro minigame tem como objetivo trabalhar a memória de trabalho através de sequências de explosões conforme apresentado na figura 7.



Figura 7. Minigame 3 da fase 1

Denominado como o jogo “Explosões”, neste minigame o jogador tem como objetivo refazer a sequência de acordo com a ordem das explosões que foram mostradas anteriormente. Para realizar a tarefa o jogador deve decorar a ordem das explosões e repetir esta ordem clicando no tubo que ocorreu a explosão. Quando o jogador consegue acertar a ordem da explosão, ele vai acumulando pontos que são mostrados no canto superior esquerdo (figura 7), caso contrário o jogador não receberá mais pontos. Criado para trabalhar a memória de trabalho, onde o jogador deverá recordar sequência de tarefas (passos, objetivos, missões) a cumprir.

Todos os minigames acima já estão em fase de ajustes finais e com sistema de pontuação e dificuldade implementados. No minigame 1, o nível de dificuldade varia pelo tempo de deslocamento do nível amarelo (alvo do líquido a ser sugado) e a pontuação depende de quantos segundos o jogador consegue manter o líquido dentro do alvo. No minigame 2, a sensibilidade do toque para “quebrar” o vidro define o nível de dificuldade do jogo, enquanto a pontuação funciona com 50 pontos por tubo limpo e perdendo a possibilidade de ganhar os pontos por tubo quebrado. No minigame 3, o que define a dificuldade é a quantidade de tubos que explodem na mesma sequência. A pontuação segue a mesma lógica do Minigame 2, com 50 pontos por tubo certo e perdendo a possibilidade de ganhar os pontos por tubo errado clicado.

A implementação no Unity 3D é testada por todos da equipe a cada vez que um APK é disponibilizado e assim, os ajustes de usabilidade e jogabilidade vão sendo construídos. Novos minigames já estão em processo de desenvolvimento e implementação de mecânicas básicas e tem previsão de conclusão no final de dezembro.

5. Teste de Aplicabilidade do Jogo com Especialista

Com objetivo de validar os 3 minigames desenvolvidos neste TCC, foram convidadas duas especialistas que testaram e avaliaram os minigames. Devido o jogo ter como público-alvo crianças e adolescentes com idade entre 10 e 14 anos e ter como base

temas de biologia, a primeira especialista convidada para avaliar o jogo é formada em Biologia (Especialista 1) e possui 2 anos de experiência lecionando no ensino fundamental II, a segunda especialista convidada (Especialista 2) é uma terapeuta com mais de 20 anos de experiência em pesquisa com crianças com TDAH. Para realização do teste, ambas especialistas instalaram o jogo no dispositivo móvel Tablet Samsung Galaxy A7, navegaram pelas telas dos jogos livremente e jogaram os minigames. Os experimentos foram realizados a distância, via videoconferência, e um roteiro de perguntas foi usado para nortear a discussão sobre a aplicabilidade do App. As discussões foram registradas em papel e estão compiladas a seguir. Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Presbiteriana Mackenzie (CAAE: 53582221.3.0000.0084). As questões realizadas aos especialistas assim como as respostas dadas por eles podem ser observadas na tabela III.

Tabela III. Questionário aplicado aos especialistas e suas respectivas respostas.

<i>O App atende ao perfil de público-alvo proposto, ou seja, crianças do ensino fundamental de 10 a 14 anos?</i>	
Especialista 1	Especialista 2
Achei o app muito fácil de usar, com cores chamativas que conversam com o público-alvo. É para uso mobile, o que facilita muito a usabilidade, uma vez que praticamente todos os meus alunos possuem smartphones. Além disso, gostei do uso de fases, que vão ficando mais difíceis, estimulando o aluno a jogar mais.	Atende, embora possa ser também de interesse de crianças mais novas. As atividades são simples e desafiadoras. O conteúdo da curiosidade científica parece adequado à faixa etária de 10-14.
<i>O App foi criado para estimular Funções Executivas, especialmente controle inibitório, flexibilidade cognitiva e memória de trabalho. Na sua opinião, os jogos propostos atendem a essa demanda?</i>	
Especialista 1	Especialista 2
Achei os jogos muito bem estruturados para isso. Ambas as fases que pude testar traziam jogos que estimulavam a memória, que faziam quebrar linhas de raciocínio e que também trabalhavam muito com a impulsividade. Gostei muito do jogo da pipeta, que traz um nível de dificuldade que deixa o jogo bastante desafiador.	Atendem e apresentam-se com níveis de complexidade crescente.
<i>O App possui estratégias para crianças com TDAH (ex. distratores, cores etc)? Se sim, em que pontos?</i>	

Especialista 1	Especialista 2
Pude ver no app o uso de cores chamativas em todas as telas, padrões de interação que facilitam a atenção e uso de animações que puxam a atenção do jogador para onde deve ser clicado. O uso das animações de feedback também ajuda o aluno a voltar a olhar para a tela, caso tenha perdido a atenção e os sons também auxiliam nesse processo.	Considero que os jogos apresentam estímulos e informações visuais de forma moderada, com foco e poucos detratores.

As crianças do público-alvo são capazes de utilizar o App sozinhos, sem apoio de um especialista para ajudar a aprender a usar o App?

Especialista 1	Especialista 2
Sim, o app é bastante intuitivo e completo. Como disse, ele tem padrões de interação que facilitam muito a utilização pelas crianças.	Acredito que sim. A criança e o adolescentes são mais intuitivos do que os adultos. Por exemplo, para mim, creio que faltaram informações sobre como “jogar”.

Foi fácil interagir com os jogos em termos de usabilidade? Houve algum problema durante a interação? Se sim, especifique.

Especialista 1	Especialista 2
Achei muito fácil. O uso de sons e feedbacks em forma de animação, os botões padronizados e as telas que sempre se repetem fizeram o jogo ficar bem fácil de utilizar. Além disso, as mecânicas são simples e básicas, o que faz com que qualquer pessoa consiga jogar.	O jogo pode ser acessado por celular ou tablet. Fiz uso pelo tablet. Somente é possível em alguns jogos (pipeta por exemplo) realizar a atividade com os dedos, e não com a caneta. O tablet possui tela ampla. Ainda assim, no jogo do engloba, foi mais fácil seguir o caminho com a caneta do que com o dedo, pois o dedo esconde os “espinhos” que interrompem o trajeto. Com o celular deve ser mais difícil pois deve atrapalhar a visão. Havia dois botões (nota musical, que parava ou ativava o som; e um autofalante, que não tinha função ainda)

Sugestões de melhorias ou críticas.

Especialista 1	Especialista 2
Acho interessante elaborar estratégias para melhorar a visualização da parte do conteúdo de ciências, que acabou ficando em segundo plano. Talvez integrar mais ao jogo ou pensar nisso como mais uma mecânica.	Achei que o conteúdo do jogo ainda é pequeno para o trabalho de funções executivas e de ciências. Tenho um pouco de dúvidas quanto ao interesse pelo jogo por adolescentes, pois as tarefas são simples. Seria bom ter uma pergunta na testagem: “você jogaria outras vezes?”

6. Conclusão e Trabalhos Futuros

Este trabalho teve como objetivo desenvolver um jogo sério com tema de biologia para treino de Funções Executivas de crianças e adolescentes com Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) e que auxilie no processo de aprendizagem e na organização cognitiva com esquemas práticos que permitam exercitar o planejamento, a resolução de problemas, a tomada de decisão, a flexibilidade mental, o controle inibitório e a memória operacional. Neste projeto de TCC, o objetivo era de desenvolver os três minigames da fase 1 e fazer os testes do jogo com especialistas, porém os testes com crianças com TDAH serão feitos somente em trabalhos futuros.

Com base na avaliação do jogo realizada com especialistas podemos confirmar que o jogo atende ao perfil de público-alvo proposto e que pode ser também do interesse de crianças mais novas. O jogo atende a demanda de estimular Funções Executivas como controle inibitório, flexibilidade cognitiva e memória de trabalho com complexibilidade crescente e possui estratégias para crianças com TDAH, com padrões de interação que facilitam a jogabilidade.

O público-alvo é capaz de jogar sozinho, sem apoio de um especialista para auxiliar durante o jogo, sendo intuitivo e completo, porém que algumas melhorias de “como jogar” poderiam ser feitas como pequenos textos auxiliando no que o jogador deve fazer, porém é fácil interagir dentro do jogo em termos de usabilidade, contendo sons de feedback e animações que ajudam no entendimento do mesmo, mas que algumas mudanças poderiam ser feitas em alguns minigames para possibilitar o uso de caneta nos dispositivos mobile. Sendo também interessante adicionar estratégias para melhor visualização da parte do conteúdo de ciências que possui no jogo, como integrar mais ao jogo ou pensar nisso como mais uma mecânica do jogo e o conteúdo pode ser melhorado, adicionando mais trabalho de funções executivas e desafios mais complexos para que o jogo não fique muito simples.

Referências

- Alvarez, Julian et al. An introduction to Serious game Definitions and concepts. *Serious Games & Simulation for Risks Management*, v. 11, n. 1, p. 11-15, 2011.
- Bul KCM, Kato PM, Van er Oord S, Danckaerts M, Vreeke LJ, Willems A ET AL. Behavioral outcome effects of serious gaming as an adjunct to treatment for children with attention-deficit/hyperactivity disorder: a randomized controlled trial. *J Med Internet Res*, 2016.

- Claudio Burlas de Moura, *Funções Executivas – Fundamentos da aprendizagem e comportamento*, 2018.
- Dörrenbächer, S., Muller, P. M., Tröger, J., & Kray, J. Dissociable effects of game elements on motivation and cognition in a task-switching training in middle childhood. *Frontiers in psychology*, 5, 1275, 2014.
- 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.
- 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.
- American Psychiatric Association, *Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais - DSM-5*, Porto Alegre: Artmed, 2014.
- Silveira-Moriyama L., Neuroplasticity and neuromodulation in children. *EurJPaediatric Neurol* 21(1):3, 2017.