

# Design Participativo na Prototipação de um Jogo para Tarefa de Cognição Musical

*Title: Participatory Design in Prototyping a Game for a Musical Cognition Task*

Mário Bozolão<sup>1</sup>, Rodrigo Souza<sup>1</sup>, Júlia Oliveira Pessoa<sup>1</sup>  
Vinícius Tadeu Russo<sup>1</sup>, Ryan Wicty Sallatti<sup>1</sup>, André Kazuo Yasui<sup>1</sup>,  
Guilherme Delmolin<sup>2</sup>, Paulo Estevão Andrade<sup>3</sup>, André Luiz Brandão<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CMCC – Universidade Federal do ABC (UFABC)  
Santo André – SP – Brasil

<sup>2</sup>Instituto de Informática – Universidade Municipal de São Caetano do Sul (USCS)  
São Caetano do Sul – SP – Brasil

<sup>3</sup>Department of Psychology – Goldsmiths University of London  
London – UK

{mbzneto2, ryansallatti, brandaoihc}@gmail.com,

rodrigoms2000@hotmail.com, a.kazuo@ufabc.edu.br,

{julia.pessoa, vinicius.russo}@aluno.ufabc.edu.br,

guilherme.oliveira@online.uscs.edu.br, paulo\_sustain@yahoo.com

**Abstract.** *In 2022, 50% of Brazilian students scored below level 2 in reading on the Programme for International Student Assessment (PISA). In this context, the Musical Sequence Transcription Task (MSTT) has shown promise as a complementary method for early identification of cognitive skills that are precursors to literacy. This paper details the participatory design process employed in the creation of a serious game prototype aimed at implementing the MSTT in a playful manner. This process was crucial in ensuring that the task retained its evaluative nature while being integrated into a digital game environment.*

**Keywords** *Participatory Design, Serious Games, Reading Disabilities, MSTT, Neuroscience.*

**Resumo.** *Em 2022, 50% dos brasileiros ficaram abaixo do nível 2 em leitura no Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA). Nesse contexto, a Tarefa de Transcrição de Sequências Musicais (MSTT) demonstrou potencial como uma ferramenta complementar na identificação precoce de baixo desempenho nas habilidades cognitivas precursoras da alfabetização. Este artigo relata o processo de design participativo adotado na produção de um protótipo de jogo sério digital com o propósito de aplicar a MSTT de forma lúdica. Este processo foi relevante para evitar que a tarefa perdesse o caráter avaliativo quando aplicada em um contexto de jogo digital.*

**Palavras-chave** *Design Participativo, Jogos Sérios, Transtornos de Leitura, MSTT, Neurociência.*

## 1. Introdução

Em 2022, 50% dos brasileiros ficaram abaixo do Nível 2 em leitura no Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA) [BRASIL 2023], ou seja, de acordo com esse resultado, não demonstraram capacidade de usar habilidades de leitura para adquirir conhecimentos e resolver problemas práticos [BRASIL 2019]. Este tipo de dificuldade pode estar associado ao transtorno de leitura (dislexia), que afeta em torno de 10% da população a despeito de inteligência normal adequado acesso à educação. Atualmente o risco para transtorno de leitura é identificado tardiamente, isto é, somente após comprovada falha do indivíduo em adquirir habilidades de leitura, o que pode ter graves consequências sociais e psicológicas [Zuk et al. 2013], como sentimentos de frustração, baixa autoestima e desamparo [Andrade et al. 2023] e maiores índices de diagnósticos de ansiedade e depressão em pessoas com dificuldades de aprendizagem [Lawrence 2006, Riddick 2009 apud [Andrade et al. 2023]]. Portanto, com o propósito de facilitar a identificação precoce de crianças em risco de desenvolver transtornos de leitura, que tem sido estudada a Tarefa de Transcrição de Sequências Musicais (MSTT - *Musical Sequence Transcription Task*) [Zuk et al. 2013]. Essa tarefa é musical e de uso coletivo em sala de aula e tem demonstrado potencial como uma ferramenta complementar para a identificação de baixo desempenho nas habilidades cognitivas precursoras da alfabetização. Seu funcionamento é baseado nas relações entre o processamento auditivo sequencial compartilhado tanto pelo domínio da música quanto da linguagem.

Koelsch e Patel mencionam que a música e a linguagem podem partilhar alguns mecanismos cognitivos que vão além do processamento auditivo básico. Ambos os domínios são baseados em sequências sonoras padronizadas e hierarquicamente estruturadas gerando relações inerentes entre seus elementos básicos como fonemas e palavras na linguagem verbal e notas e acordes na música [Koelsch 2011, Patel 2012]. A MSTT foi projetada para envolver preferencialmente mecanismos perceptivos e cognitivos dedicados ao processamento auditivo sequencial no nível da ordem serial e ser possível de ser aplicada coletivamente em sala de aula. Resumidamente, nesta tarefa, as crianças ouvem sequências de 4 sons musicais formadas pela combinação de apenas duas díades (acordes de duas notas) a partir do mesmo acorde de Lá Maior, sendo uma perceptivelmente mais grave do que a outra. Cada sequência da MSTT é apresentada aos participantes de maneira lenta e isócrona, com ritmo consistente durante toda a tarefa. Após uma breve pausa igual à duração da sequência, os alunos recebem um sinal do examinador permitindo que peguem o lápis e comecem a escrever os acordes na ordem em que foram apresentados, utilizando os símbolos “I” para o som (díade) “fino” e símbolo “O” para o som (díade) “grosso”. O primeiro estudo com a MSTT foi realizado em crianças brasileiras da 2ª série de uma escola privada de classe média-alta da cidade de Marília (SP). [Zuk et al. 2013] mostraram que o desempenho na MSTT se correlacionou com habilidades cognitivas precursoras da alfabetização (rima, aliteração e nomeação, memória de trabalho verbal). No estudo longitudinal de acompanhamento, [Andrade et al. 2023] mostraram que o desempenho na MSTT na 2ª série foi preditora das habilidades de leitura dessas crianças na 3ª e 5ª série. Além disso, o poder discriminatório da MSTT aplicada coletivamente em sala de aula alcançou uma precisão de 85%, valor próximo ao de modelos de rastreamento precoce tradicionais baseados na administração individual de várias tarefas cognitivas, que por sua vez têm maior custo operacional, tempo de aplicação e treinamento. Anos mais tarde, os achados Zuk et al. foram

replicados por [Delmolin 2018] com crianças da 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> série em escolas públicas da cidade de Santo André (SP). Todas as séries são do Ensino Fundamental I.

A MSTT foi desenvolvida como um jogo musical para a aplicação coletiva em sala de aula que oferece, como vantagens: ser de fácil aplicação, curta duração e independente da linguagem, e utilizada e testada em diferentes culturas. Diante dos achados promissores em relação ao potencial uso da MSTT como ferramenta complementar para a identificação precoce de crianças em risco de desenvolver transtornos de aprendizagem, nosso grupo de trabalho decidiu trabalhar na adaptação dessa tarefa em meio digital através de um jogo sério, com instruções pré-programadas de modo que as crianças possam realizar a MSTT com pouca ou nenhuma assistência externa.

Jogos que têm um outro objetivo principal além do entretenimento [Backlund et al. 2007], os jogos sérios, têm sido usados em diversos contextos, variando desde o ensino de matérias curriculares até a alteração dos hábitos alimentares de crianças [Chow et al. 2020]. Em [Zygouris et al. 2020], o uso de jogos sérios teve resultados promissores na detecção de Comprometimento Cognitivo Leve (CCL), condição que pode se desenvolver em demência, o que significa que o uso de jogos sérios como ferramenta avaliativa é promissor.

O desenvolvimento de um jogo sério digital baseado na MSTT pode trazer vantagens, como a possibilidade de testarmos a aplicação de novos parâmetros, como por exemplo, a duração das notas musicais, o tempo para resposta e a quantidade de itens, da tarefa original de forma rápida e pouco custosa em termos de recursos humanos, tempo e financeiro. Se necessário, essa variação dos parâmetros conhecidos da tarefa pode ser controlado pelos desenvolvedores do jogo sério digital a cada nova aplicação individual da tarefa, podendo auxiliar no refinamento do próprio jogo digital e também da MSTT. O uso de um jogo sério digital baseado na MSTT também pode auxiliar a compreender diferenças relacionadas ao contexto de realização da tarefa. Uma vez que a MSTT foi desenvolvida como um jogo físico de aplicação coletiva para o uso em salas de aula, o jogo sério digital permitir-nos-á avaliar diferenças individuais na realização da tarefa, através de medidas como tempo de resposta, duração da atividade, perfil de erros produzidos durante a sessão do jogo sério digital. A produção do jogo digital, contudo, exige conhecimentos tanto da área de produção de jogos digitais quanto da área de neurociência, a fim de manter a validade dos resultados mesmo com a tarefa sendo aplicada em um contexto diferente do proposto originalmente. Isso pode ser feito através do design participativo.

A definição de design participativo abordada neste artigo foi resumida por [Simonsen e Robertson 2013, tradução nossa]: "Design Participativo trata-se do envolvimento direto das pessoas no processo de *co-design* das tecnologias da informação que elas utilizam.". Podemos relacionar essa definição com o trabalho de [Rutes et al. 2015], que separa os *stakeholders* envolvidos no processo de design participativo de um jogo sério em três grupos: a Equipe Técnica de desenvolvimento (ETD), os Usuários Finais Especialistas de Domínio (UFE) e os Usuários Finais Aprendizes (UFA), o público-alvo para quem o jogo é desenvolvido, composto neste trabalho pelas crianças no início do processo de alfabetização.

O objetivo deste trabalho é relatar o processo de Design Participativo, envolvendo

especialistas das áreas de Ciência da Computação e Neurociência, empregado no desenvolvimento de um jogo sério digital para aplicar a MSTT de forma discreta e lúdica.

## 2. Trabalhos Relacionados

Após uma revisão bibliográfica sistemática nas bibliotecas do SBGames e DiGRA (*Digital Games Research Association*), [Kampa 2020] concluiu que faltam trabalhos que deem ênfase ao fenômeno da colaboração no design de jogos digitais. O autor destaca que, devido à complexidade crescente dos projetos, equipes multidisciplinares tornam-se mais necessárias.

O design participativo pode guiar o desenvolvimento de protótipos de jogos sérios digitais. O jogo "A jornada de Dandara" visa mudar a percepção sobre desigualdade de gênero, com maior ênfase na área de tecnologia da informação e comunicação (TIC), promovendo o empoderamento feminino e o maior interesse de mulheres para essa área. O processo com cinco alunas codesigners destaca como esse método é capaz de identificar requisitos e decisões chave para jogos sérios [Costanzi et al. 2022].

Em [Medeiros et al. 2016], os autores utilizam diferentes jogos sérios para levantar dados relevantes ao diagnóstico da discalculia, que afeta a habilidade do indivíduo de compreender e manipular de números. A escolha por diferentes jogos se deve aos diversos tipos de discalculia e suas dificuldades. Cada jogo coleta dados sobre o desempenho do usuário em tarefas como leitura de símbolos matemáticos e manipulação de objetos.

O jogo "Os Niridianos no Inacreditável Mar de Letras" visa preservar o bem-estar das crianças durante testes psicométricos para identificar indícios de dislexia usando testes psicométricos baseados na Teoria de Resposta ao Item (TRI) [Santos et al. 2020]. Baseado no Teste de Habilidades Predictoras de Leitura (THPL), ele inclui tarefas de consciência fonológica, como aliteração, segmentação e rima, além de memória visual, apresentadas de forma lúdica [Minervino e Dias 2017].

Assim como a MSTT, este último trabalho visa identificar indícios de transtornos de leitura em crianças. Porém, a MSTT se destaca por basear-se nos processos cognitivos compartilhados entre Música e Linguagem e não depender de linguagem escrita, diferentemente do THPL. Além disso, a MSTT pode ser aplicada coletivamente, enquanto o THPL e outras tarefas semelhantes são aplicadas individualmente.

## 3. Antecipação do Design Participativo

A natureza interdisciplinar deste estudo fez com que a ETD e os UFE constituíssem os codesigners, participando da idealização do jogo digital e acompanhando todo o processo de desenvolvimento [Druin 2001]. A abordagem adotada ao longo da condução deste estudo considerou um grupo de codesigners composto por cientistas da computação (ETD) e neurocientistas (UFE).

Primeiro, partindo da ideia de desenvolver um jogo sério digital que convergisse com o tema cognição musical, foram reunidos membros do projeto de extensão Diversão Séria (UFABC) e do grupo de pesquisa Neuromúsica UFABC. Nesse encontro foi definido o escopo do projeto e também foram selecionadas as pessoas que iriam compor a equipe de design. O grupo escolhido para atuar como codesigners foi composto por 10 pessoas,

sendo 4 pesquisadores da neurociência e 6 da ciência da computação. Um dos integrantes também ficou responsável por conduzir as sessões participativas.

Durante os primeiros 6 meses do projeto, foi planejado que as sessões participativas ocorressem mensalmente. No entanto, por conta do volume das discussões e decisões a serem tomadas decidiu-se, a partir do quarto bimestre, aumentar a frequência de sessões, que passaram a acontecer quinzenalmente. Todas as sessões tiveram duração de aproximadamente 1 hora e foram realizadas de maneira remota através das plataformas Conferência Web e *Google Meet*. Foi criado, ainda, um grupo de *WhatsApp* para facilitar a comunicação entre os codesigners.

#### 4. Sessões Participativas

O grupo de codesigners inicialmente selecionado para as sessões participativas foi o grupo Neuromúsica UFABC, responsável por realizar diversas pesquisas na área de neurociência juntamente a membros do projeto Diversão Séria. Foram 23 sessões realizadas ao longo de um período de um ano e sete meses. Por conta do volume de sessões, elas foram agrupadas em bimestres, totalizando 7 períodos.

Após a definição do escopo do projeto, as sessões participativas foram estruturadas em três etapas: primeiro, apresentava-se o progresso das tarefas definidas no último encontro; depois, o grupo de pesquisa Neuromúsica apresentava as suas sugestões, comentários e validações; por fim, decidia-se os próximos passos e uma data para a próxima sessão. As decisões tomadas por emails e mensagens no grupo de *Whatsapp* foram incluídas nos períodos de sessões do processo de codesign e estão apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1. Sessões semanais de cocriação para o protótipo físico-digital**

Bimestre	Decisões tomadas
1	- Criar um jogo sério digital para auxiliar na aplicação e coleta de resultados da MSTT
2	- A MSTT aparecerá em momentos específicos e isolados dos outros elementos; - Remoção de dicas visuais e sonoras que possam interferir na tarefa; - O jogo a ser produzido será do gênero “ <i>puzzle</i> ”; - Será incluída uma trilha sonora musical
3	- O jogador irá se mover em um tabuleiro retangular com uma quantidade limitada de passos; - O jogo será em 3D, com câmera fixa; - O desafio será chegar até o fim do tabuleiro sem esgotar a quantidade de passos disponíveis; - O jogo será dividido em diversas fases, cada uma com um tabuleiro diferente e único; - As vinte sequências previstas para a MSTT estarão espalhadas ao longo das fases, no final delas; - O jogador não poderá repetir as sequências da MSTT, caso erre; - O público-alvo do jogo será composto por crianças no início do processo de alfabetização; - Incluir um tutorial com instruções verbais e não-verbais
4	- Incluir um tutorial para a MSTT; - Incluir um elemento visual que ilustra a quantidade de tempo que o jogador deverá esperar entre a reprodução da sequência e sua transcrição durante a MSTT; - A trilha sonora não poderá ser reproduzida durante a realização da MSTT, e deverá ser composta por instrumentos digitais no estilo <i>8-bit</i>
5	- O tutorial deverá conter instruções explícitas narradas
6	- Simplificação da interface da MSTT; - Criar duas versões do jogo: uma com os termos “grave” e “agudo” e uma tela inicial de apresentação dos termos e relação com os sons; outra com os termos “grosso” e “fino”, sem a tela inicial.
7	- Incluir <i>feedback</i> após a finalização de cada sequência da MSTT

#### **4.1. Primeiro Bimestre: Pesquisa e Definição do Escopo do Projeto**

Durante o primeiro bimestre foram apresentados diferentes temas para o desenvolvimento de possíveis projetos, e decidiu-se, dentre as opções apresentadas, criar um jogo sério digital para auxiliar na aplicação e coleta de resultados da MSTT.

Após essa decisão, outro pesquisador da área de cognição musical juntou-se ao grupo e a ETD apresentou dois protótipos: (i) digitalização da MSTT e (ii) não-jogável, de baixa fidelidade, uma proposta inicial de jogo digital. Decidiu-se que seria necessário criar um protótipo jogável para continuar as discussões.

#### **4.2. Segundo Bimestre: Primeiro Protótipo e Propostas Sobre Jogo Digital**

No segundo bimestre, foi apresentado um protótipo jogável, levantando questões a respeito da inclusão da MSTT em um ambiente de jogo. O primeiro protótipo seguiu o modelo de jogo em 3 dimensões (3D), com movimentação automática de câmera e desafios apresentados por meio de *puzzles* que seriam desafios lúdicos de raciocínio lógico. Foram tomadas decisões em relação à MSTT (apresentadas na Tabela 1), a fim de evitar interferências durante a realização da tarefa e relacionadas ao jogo, visando auxiliar no engajamento dos jogadores. Foi observado que o jogo poderia ser tanto uma ferramenta de aplicação da MSTT, como um treinamento para aplicações futuras.

Em seguida, foram apresentadas duas novas propostas de jogo com perspectiva em duas dimensões para evitar possíveis distorções causadas pela movimentação da câmera em ambiente 3D presente na proposta anterior. Porém, o escopo do jogo permaneceu em aberto, com diferentes possibilidades de opções a serem seguidas.

#### **4.3. Terceiro Bimestre: Escolha da Proposta e Primeiro Protótipo da Ideia Definida**

Neste período, foi apresentado um protótipo de baixa fidelidade da nova proposta (Tabela 1), pensado para evitar os problemas encontrados no protótipo antecessor e integrar a MSTT ao jogo. Isso implicou em uma limitação importante de design, visto que o resultado da tarefa não poderia ser um fator determinante para a progressão no jogo. O protótipo continha elementos interativos que relacionavam-se diretamente com os elementos da tarefa da MSTT, a fim de familiarizar o jogador com a tarefa antes mesmo que fosse aplicada, e foi bem recebido apesar da falta de clareza por conta da quantidade de soluções temporárias utilizadas.

A opção de criar um protótipo de baixa fidelidade foi para possibilitar a elaboração da versão em um curto intervalo de tempo e que fosse facilmente descartável. A ferramenta Figma foi utilizada para a criação do protótipo de baixa fidelidade.

#### **4.4. Quarto Bimestre: Segundo Protótipo, Tutorial da MSTT e Música**

No quarto bimestre, foram apresentados dois protótipos de alta fidelidade, visando polir as ideias levantadas no terceiro bimestre e apresentar uma proposta de tutorial para os elementos interativos que compunham os *puzzles* dos níveis do jogo. Em ambos, os elementos eram introduzidos, um a um, de maneira isolada, a fim de permitir que o jogador se familiarizasse com cada um deles antes de encontrar o próximo. Porém, no primeiro protótipo de alta fidelidade, não foram incluídas instruções para a realização da MSTT, com a intenção de fazer com que o jogador compreendesse o seu funcionamento

de forma intuitiva baseando-se nos elementos interativos apresentados. Contudo, decidiu-se que seria necessário incluir instruções mais diretas para evitar quaisquer dúvidas sobre o funcionamento das tarefas, mantendo a validade do caráter avaliativo da MSTT.

Assim, foi feita a inclusão de instruções não-verbais no segundo protótipo de alta fidelidade, que também foram insuficientes para a compreensão da tarefa, devido à sua complexidade. Ainda com a MSTT em mente, foram definidas as limitações para a implementação da trilha sonora para evitar possíveis interferências da música nos resultados da tarefa. O motor de jogos Unity foi utilizado na criação desses protótipos.

#### **4.5. Quinto Bimestre: Testes, Comitê de Ética e Ajustes no Formulário**

Neste bimestre, a apresentação de uma nova proposta de tutorial para a MSTT evidenciou a necessidade de instruções explícitas narradas por voz ao jogador, para garantir que a tarefa fosse compreendida e realizada corretamente. Foi discutida, também, uma nova proposta de associação entre os sons e os símbolos utilizados ao longo da MSTT, baseada na associação dos diferentes sons a animais da fauna brasileira.

A proposta sobre a fauna do Brasil levantou questionamentos a respeito de quais animais seriam representados e quais timbres de sons seriam utilizados, a fim de facilitar a associação sem interferir no funcionamento da MSTT. A capivara ganhou destaque nas discussões dos codesigners. Além disso, levantou-se a necessidade da elaboração do projeto a ser enviado para o comitê de ética, que permitirá a realização de testes de comparação entre a MSTT e o jogo e entre outras tarefas cognitivas.

#### **4.6. Sexto Bimestre: Tutorial Narrado, Ajustes de Interface e Teste Piloto**

As sessões participativas do sexto bimestre proporcionaram a criação de um novo protótipo, contendo instruções faladas durante todo o tutorial, explicitando o que o jogador deveria fazer e como poderia fazê-lo, e incluindo *feedbacks* específicos para cada uma das possíveis situações de erro durante a MSTT. Também, foram adicionados níveis contendo associações entre os sons da MSTT, os animais (baleia e lula, para criar as associações aos sons grave e agudo, respectivamente) e diversas melhorias de jogabilidade e a interface da MSTT foi alterada para uma versão com menos botões e maior clareza das interações, a fim de evitar confusões para os jogadores.

Além disso, iniciou-se uma discussão sobre os termos utilizados ao longo do jogo para referirem-se aos sons “grave” e “agudo”, uma vez que esses termos poderiam ser desconhecidos pelas crianças, e a proposta original de [Zuk et al. 2013] propunha que fossem utilizados os termos “grosso” e “fino”. Tal discussão resultou na decisão de criar duas versões do jogo para testes futuros. Foram apresentados, ainda, os animais da fauna brasileira que exerceriam o papel de amigos da protagonista capivara na narrativa. Os animais selecionados foram onça-pintada, tamanduá-bandeira, polvo, lobo-guará e coruja-buraqueira.

Posteriormente, foi aplicado um piloto utilizando os termos “grave” e “agudo”, que contou com a participação voluntária de membros do Diversão Séria, que não eram codesigners do jogo, durante uma sessão presencial no laboratório de informática, que tinha como objetivo verificar a eficácia do tutorial em jogadores que não conheciam o contexto do projeto. Todos os voluntários foram capazes de aprender a realizar a tarefa

com segurança e sem erros. No entanto, ainda é necessário realizar testes com o público-alvo para que ele seja avaliado de maneira definitiva.

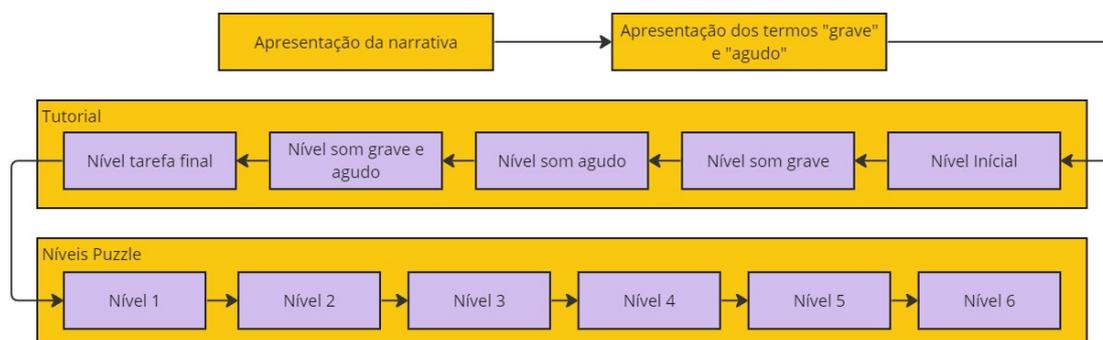
#### 4.7. Sétimo Bimestre: Repaginação Estética

No sétimo bimestre, houve significativas mudanças na parte artística do jogo, que resultaram em um novo protótipo com modelos 3D para a representação dos níveis e uma primeira versão da trilha sonora adaptativa, que reagia às ações do jogador. A partir desse protótipo foi decidido incluir *feedback* após a finalização de cada MSTT, visando manter o jogador engajado, mas sem informá-lo sobre a precisão de sua resposta, para não interferir na eficácia do jogo como método de aplicação. Além disso, foram discutidas possíveis mudanças para que o jogo possa comportar diferentes variações da MSTT no futuro, para fins de pesquisa. Após a última sessão deste período, foi implementada uma primeira versão da história em quadrinhos interativa e sem textos.

### 5. Jogo da Capivara: Protótipo Inicial

O resultado do procedimento de codesign apresentado na Seção 4 é o protótipo desenvolvido que chama-se “Jogo da Capivara”. O protótipo consiste em um jogo digital bidimensional com gráficos 3D no estilo *puzzle* que se utiliza de elementos lúdicos para ensinar e estimular o jogador a passar pela MSTT contextualizada por uma narrativa.

O Jogo da Capivara possui quatro etapas distintas, sendo elas a apresentação da narrativa, a introdução dos termos “grave” e “agudo” a serem utilizados ao longo do jogo, os níveis de tutorial, e por fim os níveis de *puzzle*, respectivamente apresentadas no jogo. A estrutura geral do jogo pode ser vista no fluxograma exibido na Figura 1, onde as etapas são marcadas em laranja e os níveis que as compõem em roxo.



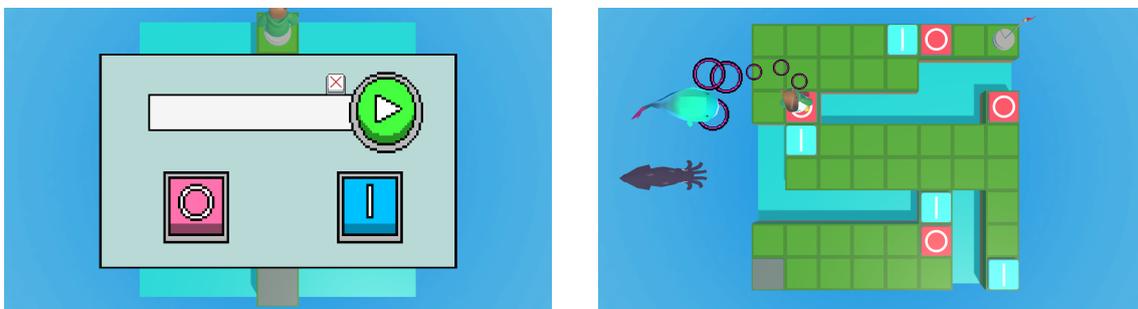
**Figura 1. Fluxograma da estrutura geral do jogo.**

Os níveis, por sua vez, são divididos em duas etapas distintas: o tabuleiro e a MSTT. A etapa de tabuleiro é composta por um tabuleiro bidimensional, em que o jogador deve se utilizar das setas do teclado para navegar e interagir com diferentes elementos a fim de chegar a um ponto específico, destacado visualmente. Ao concluir a etapa do tabuleiro, o jogador é automaticamente levado à segunda parte do nível, uma interface em 2D onde ele deve concluir a MSTT utilizando-se do mouse do computador para interagir com botões virtuais a fim de transcrever a sequência musical reproduzida pelo jogo. Contudo, nem todos os níveis apresentam uma tarefa para ser resolvida: neste caso, o jogador é redirecionado diretamente ao próximo nível assim que atingir o objetivo na parte do tabuleiro.

A primeira etapa do jogo é a exposição da narrativa, que contextualiza os elementos lúdicos através de uma história em quadrinhos interativa sem elementos textuais, para que possa ser compreendida pelo público-alvo composto de crianças no início do processo de alfabetização. A narrativa conta a história da protagonista, uma capivara, que participava de um festival de música com uma banda formada por outros animais da fauna brasileira até que um grupo de saguis magos roubou os instrumentos musicais da banda e fugiu por um portal mágico. A capivara, descontente com a situação, seguiu os saguis através do portal, determinada a recuperar os instrumentos perdidos. No contexto da narrativa, as sequências da MSTT são uma forma de a capivara, controlada pelo jogador, acessar os portais produzidos pelos saguis magos a fim de continuar sua busca pelos instrumentos perdidos, embora essa contextualização ainda não esteja presente no jogo.

A segunda etapa apresenta os termos “grave” e “agudo” através de narrações sequenciais intercaladas por exemplos sonoros, representados visualmente por elementos não-interativos que reagem aos sons reproduzidos, iniciando o processo de associação entre os sons e os símbolos que serão utilizados durante a MSTT.

A terceira etapa consiste em cinco níveis interativos, com o objetivo de consolidar a associação entre os sons e símbolos usados na MSTT e ensinar o jogador a interagir com os diferentes ambientes do jogo através de instruções faladas. O jogador deve transcrever as sequências corretamente antes de avançar para o próximo nível. No primeiro nível, o jogador aprende a se mover pelo tabuleiro usando as setas do teclado. No segundo nível, ele é apresentado aos sons graves através de instruções faladas e deve interagir com elementos que emitem sons graves e exibem o símbolo correspondente. Ao final, ele deve resolver uma tarefa com um único som grave, com instruções e *feedbacks* visuais e verbais. O terceiro nível é similar ao segundo, porém apresentando sons agudos e seu símbolo correspondente. O quarto nível mostra que tanto as etapas de tabuleiro quanto as sequências da MSTT podem conter sons graves e agudos e seus elementos relacionados concomitantemente. Ao final, o jogador deve transcrever uma sequência de dois sons, sendo um grave e um agudo, ainda com o auxílio de instruções e *feedbacks* falados. O quinto nível não tem elementos interativos na etapa de tabuleiro e apresenta duas sequências MSTT a serem transcritas consecutivamente, uma com três sons e outra com quatro, sem apresentar instruções, mas com os mesmos *feedbacks* dos níveis anteriores. A Figura 2 apresenta a interface da MSTT e o quarto nível do tutorial.



**Figura 2. Interface da MSTT (à esquerda) e quarto nível do tutorial (à direita).**

A quarta e última etapa é composta por *puzzles*, e segue a mesma estrutura básica dos níveis, mas sem qualquer tipo de *feedback* para a MSTT, a fim de evitar

interferências nos resultados. Essa etapa é responsável pela coleta dos dados das respostas do jogador durante a tarefa e pela progressão da história através de níveis com dificuldade progressiva, introduzindo diferentes elementos interativos a serem utilizados nos *puzzles* de maneira intuitiva e sem instruções explícitas, em contraste com a etapa anterior. Essa etapa é responsável, ainda, por introduzir os instrumentos a serem coletados pelo jogador juntamente com uma trilha sonora adaptativa, que se altera sempre que um instrumento é coletado.

A separação do protótipo em etapas permitiu seguir as decisões tomadas durante o processo de design participativo, uma vez que apresenta um tutorial que pode explicitar cada detalhe da resolução da MSTT a fim de evitar confusões e garantir uniformidade e consistência nas respostas enquanto mantém o caráter lúdico possibilitado por um jogo sério digital, expresso através dos *puzzles*.

## 6. Conclusão

Este artigo relatou o procedimento de design participativo, envolvendo pesquisadores da ciência da computação (ETD) e da neurociência (UFE) utilizado no desenvolvimento de um protótipo de jogo sério digital para a aplicação da MSTT (*Musical Sequence Transcription Task*). O protótipo, quando evoluído para jogo final, será aplicado em crianças no início do processo de alfabetização de forma lúdica através da intercalação entre sequências isoladas e elementos de *puzzle*. Os *puzzles* são contextualizados por uma narrativa e acompanhados de uma trilha sonora que será adaptativa. Percebe-se, através das decisões tomadas durante as sessões de codesign, que a equipe multidisciplinar que constituiu os codesigners (pesquisadores de neurociência – UFE – e cientistas da computação – ETD) foi fundamental para que a MSTT fosse integrada no protótipo com o mínimo de interferência possível, buscando manter a validade dos resultados mesmo que a tarefa seja aplicada em um contexto diferente do proposto originalmente por [Zuk et al. 2013].

Dentre os trabalhos futuros, destacam-se a conclusão do protótipo, transformando-se em jogo final, e a avaliação dos resultados da MSTT quando aplicada no público-alvo através do jogo concluído. Assim, será possível verificar se a validade da tarefa foi mantida, mesmo com a troca da mídia de aplicação. É possível, também, alterar as características de funcionamento da MSTT integrada ao jogo para auxiliar em pesquisas de desenvolvimento da tarefa.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Ainda, foi apoiado pelo projeto “O uso da telessaúde em escolas para promover o bem-estar dos estudantes: um experimento de saúde digital no município de Santo André” – processo n. 23006.008203/2020-41 referente à celebração de Termo de Colaboração Técnico Científico (TCTC) com a Prefeitura Municipal de Santo André, sob a interveniência da Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa (FUNDEP)<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>Referência Fundação: 28229 (<https://transparencia.fundep.ufmg.br/ExibeProjeto.aspx?projeto=28229>)

## Referências

- Andrade, P. E., Müllensiefen, D., Andrade, O. V., Dunstan, J., Zuk, J., e Gaab, N. (2023). Sequence processing in music predicts reading skills in young readers: A longitudinal study. *Journal of Learning Disabilities*, 57(1):43–60.
- Backlund, P., Johannesson, M., e Susi, T. (2007). Serious games: An overview. Technical report, Skövde: Institutionen för kommunikation och information.
- BRASIL (2019). Relatório brasil no pisa 2018, versão preliminar. Technical report, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), Brasília, DF: Inep.
- BRASIL (2023). Notas sobre o brasil no pisa 2022. Technical report, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), Brasília, DF: Inep.
- Chow, C. Y., Riantiningtyas, R. R., Kanstrup, M. B., Papavasileiou, M., Liem, G. D., e Olsen, A. (2020). Can games change children's eating behaviour? a review of gamification and serious games. *Food Quality and Preference*, 80:103823.
- Costanzi, N. R., Koga, A., e Brandão, A. (2022). Prototipação com design participativo de um jogo digital sobre igualdade de gênero. *Anais Estendidos do Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, pages 388–397.
- Delmolin, G. A. (2018). Percepção musical, inteligência não-verbal e habilidades cognitivo-linguísticas em crianças em processo de alfabetização. Dissertação (mestrado), Universidade Federal do ABC, Programa de Pós-Graduação Neurociência e Cognição, São Bernardo do Campo, Brazil. Disponível em: [http://biblioteca.ufabc.edu.br/index.php?codigo\\_sophia=122206](http://biblioteca.ufabc.edu.br/index.php?codigo_sophia=122206).
- Druin, A. (2001). The role of children in the design of new technology. *Behaviour and Information Technology*, 21.
- Kampa, E. R. (2020). Competências colaborativas no desenvolvimento de jogos: Uma revisão da literatura. In *Proceedings of the XIX Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment, SBGAMES '20*, Porto Alegre, Brazil. Sociedade Brasileira de Computação.
- Koelsch, S. (2011). Toward a neural basis of music perception - a review and updated model. *Frontiers in psychology*, 2(110).
- Medeiros, A. F., Tavares, A., Silva, Y. K., Valença, R., e Gorgonio, F. (2016). Uma proposta de utilização de jogos sérios no auxílio ao diagnóstico da discalculia. In *II Encontro Potiguar de Jogos, Entretenimento e Educação, EPoGames 2016*, Natal, Brazil. EPoGames.
- Minervino, C. A. d. S. M. e Dias, É. B. (2017). Teste de habilidades preditoras da leitura: normas de habilidade para crianças. *Avaliação Psicológica*, 16(4):415–425.
- Patel, A. D. (2012). *Language, music, and the brain: a resource-sharing framework*, pages 204–223. Oxford University Press.
- Rutes, W., Oliveira, H. d., e Hounsell, M. d. S. (2015). Peed: Uma metodologia para promoção do envolvimento de especialistas de domínio em projetos acadêmicos de jogos sérios. *XIV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 447–454.

Santos, J. S. d., Araujo de Melo, M. R., Serey Guerrero, D. D., Abrantes Figueiredo, J. C., e Silva Moita, C. A. (2020). Jogo para mensuração de habilidades preditoras de leitura: Construção e análise. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 28:260–272.

Simonsen, J. e Robertson, T. (2013). Preface. In *Routledge International Handbook of Participatory Design*, volume 711. Routledge New York, New York, NY, USA.

Zuk, J., Andrade, P. E., Andrade, O. V. C. A., Gardiner, M., e Gaab, N. (2013). Musical, language, and reading abilities in early portuguese readers. *Frontiers in Psychology*, 4.

Zygouris, S., Iliadou, P., Lazarou, E., Giakoumis, D., Votis, K., Alexiadis, A., Triantafyllidis, A., Segkouli, S., Tzovaras, D., Tsiatsos, T., Papagianopoulos, S., e Tsolaki, M. (2020). Detection of mild cognitive impairment in an at-risk group of older adults: Can a novel self-administered serious game-based screening test improve diagnostic accuracy? *Journal of Alzheimer's Disease*, 78(1):405–412.