

# Timing Game - Jogo sério para o estudo da percepção do tempo com Design Participativo: Protótipo e Game Design

Áquila Porfírio A. Santos

Centro de Mat., Comp. e Cognição  
Universidade Federal do ABC (UFABC)  
Santo André, Brasil  
aquila.porfirio@aluno.ufabc.edu.br

André Kazuo Yasui

Centro de Mat., Comp. e Cognição  
Universidade Federal do ABC (UFABC)  
São Bernardo do Campo, Brasil  
a.kazuo@aluno.ufabc.edu.br

André Mascioli Cravo

Centro de Mat., Comp. e Cognição  
Universidade Federal do ABC (UFABC)  
São Bernardo do Campo, Brasil  
andre.cravo@ufabc.edu.br

André Luiz Brandão

Centro de Mat., Comp. e Cognição  
Universidade Federal do ABC (UFABC)  
Santo André, Brasil  
andre.brandao@ufabc.edu.br

João Paulo Gois

Centro de Mat., Comp. e Cognição  
Universidade Federal do ABC (UFABC)  
Santo André, Brasil  
joao.gois@ufabc.edu.br

**Resumo**—Percepção temporal é uma linha de pesquisa dentro da neurociência que investiga como os animais percebem o tempo, com aplicações por exemplo no diagnóstico de patologias como o mal de Alzheimer em humanos, os efeitos de drogas no sistema nervoso e avaliação da capacidade cognitiva e comportamental nos estágios do desenvolvimento humano. A percepção do tempo pode ser medida por meios de estímulos visuais, táteis, olfativos e auditivos, como bater palmas e correr em um determinado ritmo, ou apertar um botão em determinado comando. Os estudos de percepção do tempo são realizados em laboratórios com a participação de cientistas e participantes voluntários, em um ambiente controlado e tradicional de pesquisa. Assim, os testes acabam sendo repetitivos e cansativos. A proposta de desenvolver um jogo para a aplicação dos testes de percepção temporal é para que a diversão e o entretenimento engajem o participante voluntário (usuário) para que ele se motive nestas pesquisas. Com tal motivação, espera-se trazer um aumento em quantidade e qualidade de dados para o estudo de percepção do tempo. O objetivo deste estudo é o desenvolvimento do Game Design e o protótipo de um jogo sério por meio da aplicação do Design Participativo. Para isso, contou com a participação de alunos e professores dos Programas de Pós-Graduação de Ciência da Computação e Neurociências da Universidade Federal do ABC. O que trará o desenvolvimento de um jogo sério que seja divertido aos usuários e que possibilite previamente o diagnóstico de doenças cerebelares como o mal de Parkinson.

**Palavras-chave**—Percepção do Tempo, Serious Game, Game Design, Design Participativo.

## I. INTRODUÇÃO

A nossa interação com o ambiente envolve uma série de habilidades temporais. Humanos e não humanos continuamente antecipam quando eventos relevantes irão ocorrer, estimam a duração de diferentes intervalos e sincronizam suas ações motoras com ritmos externos. Entretanto, os mecanismos por trás destas habilidades ainda são amplamente desconhecidos [1]. Uma questão central nos estudos de processamento temporal

é como diferentes habilidades temporais se relacionam. Por exemplo, músicos que possuem uma habilidade de reconhecer ritmos também são melhores em estimar intervalos?

A maioria dos estudos em psicologia cognitiva ainda são realizados em ambientes controlados. De maneira geral, diferentes habilidades cognitivas são mensuradas em experimentos com estímulos simples e apresentados repetidas vezes. Apesar deste tipo de método ter sido essencial no entendimento de diferentes processos psicológicos, ele apresenta uma série de restrições. Uma das principais é que as tarefas são longas e muitas vezes entediadas. Além disso, para medir habilidades como aprendizado e relação entre diferentes tarefas, é essencial medir o desempenho do mesmo participante repetidas vezes, algo difícil de ser feito neste tipo de contexto experimental. Por exemplo, para saber se diferentes habilidades temporais se relacionam entre si, o participante precisaria realizar uma bateria de testes temporais, o que poderia deixar a tarefa longa e cansativa.

Assim, esperamos que para engajar os participantes em experimentos longos e repetitivos, é essencial proporcionar procedimentos divertidos e engajantes, onde a motivação dos participantes não seja influenciada por estarem em um ambiente de teste formal. Nesse sentido, a aplicação de um jogo poderia ser implementada para a investigação destas diferentes habilidades. Até onde sabemos, não havia pesquisas que demonstrassem a aplicação de jogos sérios desenvolvidos por *Game Design* com métodos de Design Participativo para proporcionar o engajamento dos participantes em testes para estudos sobre a percepção de tempo.

As contribuições deste estudo são a elaboração do *Game Design* e o desenvolvimento do protótipo de um jogo sério, por meio da aplicação do Design Participativo para estudo da percepção do tempo. Aplicamos a metodologia de Design

Participativo em um grupo interdisciplinar de alunos e Professores de Ciência da Computação e Neurociência da Universidade Federal do ABC. Este estudo trata-se de um jogo no contexto da saúde, consequentemente espera-se que por meio do aumento do tempo de utilização do jogo *Timing Game* e assim o aumento de dados coletados e analisados, proporcione o estudo e diagnóstico precoce de doenças cerebelares como mal de Alzheimer e Parkinson.

Este trabalho está dividido da seguinte forma: a Seção II apresenta as construções teóricas de Design Participativo, Jogos Sérios, *Game Design* e os conceitos neurocientíficos. Na Seção III serão mencionados e discutidos os principais trabalhos relacionados encontrados na literatura científica, na Seção IV a metodologia com a descrição do método de escolha da aplicação do Design Participativo, as sessões e os participantes. Na seção V será apresentada as construções teóricas neurocientíficas aplicadas ao desenvolvimento desta pesquisa. Na Seção VI será apresentado os resultados. As discussões e os desdobramentos desta pesquisa estão presentes na Seção VII. E por fim, as considerações finais na Seção VIII.

## II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para fomentar teoricamente este estudo, esta seção apresentará definições sobre a percepção do tempo. Adicionalmente, apresentaremos conceitos sobre Jogos Sérios (*Serious Games* – SG), Design de Jogo (*Game Design* – GD) e Design Participativo (*Participatory Design* – PD).

### A. Percepção do Tempo

A **Percepção Temporal** é uma área da psicologia e neurociência, tem como objetivo entender como é percebido a passagem do tempo para humanos e não humanos. As pesquisas da área de percepção do tempo são realizadas a partir de bases neurais, relações com eventos para examinar o curso e percepção do tempo associada a diferentes estímulos por meio de determinadas tarefas. Além do estudo da percepção da passagem do tempo em relação aos cinco sentidos humanos e recursos cognitivos como atenção e ondas cerebrais. Por meio dos sistemas de medições, codificação de intervalos de tempo e comparação destes intervalos é possível medir a percepção do tempo associada a tarefas específicas e analisar estas correlações. [2].

### B. Jogos Sérios

**Jogos Sérios** (*Serious Games* - SG) têm como objetivo o ensino-aprendizagem, treino e pesquisa e não apenas entretenimento. É amplamente utilizado na educação, defesa, serviços de saúde, negócios, aspectos sociais e culturais e exploração científica, de forma imersiva ou interativa que pode ser utilizada da melhor maneira possível [3]. Podem ser definidos também como jogos virtuais que possibilitam a simulação de situações críticas ou práticas, para treinamento profissional, conscientização de ideias, ou problemas, além de auxiliar em situações comuns [4]. Porém, de acordo com Michael e Chen [5], isso não significa que Jogos Sérios não seja ou não deva ser divertido.

### C. Game Design

O **Design de Jogo** (*Game Design*- GD) é o que determina a forma do jogo. As escolhas do jogador, o mundo do jogo onde irá se passar, critérios de vitórias e derrotas, a mecânica do jogo e personagens [6]. É o detalhamento de como a jogabilidade funcionará. Para isso, há processos e ferramentas que respaldam a documentação do *Game Design*, como o *Game Design Document* (GDD), bíblia de arte (*art bible*), resumo do conceito de arte (*concept art overview*), cronograma do projeto (*project schedule*), resumo do jogo (*design overview*), guia do jogo (*walkthrough*), GDD Canvas entre outros [7]. O GDD Canvas é um *framework* utilizado para centralizar elementos fundamentais sobre o jogo para facilitar a aplicação das ideias no projeto de forma colaborativa entre todos os participantes do desenvolvimento do jogo [8].

### D. Design Participativo

O **Design Participativo** (*Participatory Design*) é uma metodologia com objetivo de estudo por meio do conhecimento tácito desenvolvido por quem participa. Sejam participantes profissionais de áreas de interesse ao projeto ou usuários finais do produto a ser projetado. A participação do usuário é importante para o sucesso do projeto. Por meio da participação dos sujeitos é possível realizar: 1. análise das necessidades e possibilidades; 2. avaliação e seleção de componentes da tecnologia; 3. *design* e prototipagem das novas tecnologias; 4. implementação organizacional. As formas de envolvimento dos participantes podem ser: a) *informativa* – os participantes fornecem e/ou recebem informações; b) *consultiva* – os participantes comentam um serviço predefinido ou uma série de facilidades; c) *participativa* – os participantes influenciam decisões relacionadas a todo o sistema [9].

## III. TRABALHOS RELACIONADOS

Ao longo dos anos, a evolução e a aplicação do Design Participativo durante os processos tradicionais ou não tradicionais de computação são notáveis. Na década de 60, os trabalhadores reivindicaram suas participações junto aos sindicatos para uma maior democratização dos sistemas e atividades de informação, onde originou o Design Participativo [10], [11]. Após décadas de evolução destacamos outro estudo que utilizou o Design Participativo para atender às necessidades do usuário é o jogo que oferece uma rotina de exercícios adequada à idade e às condições de saúde do usuário apresentado por Garcia et al. [12]. As instruções de uso propostas são simples e fáceis de entender. Com isso, os usuários têm uma boa experiência o tempo todo. O usuário também pode receber algumas recompensas no jogo se atingir alguns objetivos ou concluir a rotina em menos tempo do que o previsto. Os resultados mostram que a maioria das pessoas considerou o jogo uma experiência atraente e jogável e se sentiu bem após completar as propostas de rotinas [12].

Existem outros estudos que apresentam a aplicação do Design Participativo no desenvolvimento de seus projetos, como "*This is how I want to learn*" [13], o jogo eletrônico para ensino sobre a dengue [14]. Também, há o "*I Blue It*"

que apresenta o processo de design em todo o ciclo de vida de desenvolvimento do software, também aplicado o Design Participativo, a fim de desenvolver um Sistema Biomédico, um Jogo Sérioso para auxiliar na reabilitação respiratória [15]. O estudo que gerou o jogo Compromissos essenciais, apresentado por Oliveira et al., teve como objetivo envolver dependentes químicos no design de Jogos Sérios e apresentou como desenvolver jogos mais adequados para o público-alvo, além de trazer benefícios para os dependentes durante o processo de desenvolvimento [16].

Outro estudo que apresentou a utilização técnicas de Design Participativo ao longo do ciclo de seu desenvolvimento e com a participação de usuários que utilizam cadeiras de rodas de diferentes idades, a fim de desenvolver um jogo com Interface Natural de Usuário (*Natural User Interface – NUI*). E utilizou uma estrutura de *framework* que fornece liberdade significativa para esses usuários cadeirantes expressarem seus valores e precisam incluir técnicas que absorvem e refletem os valores dos usuários e o contexto social no conteúdo do software. Assim, os resultados indicaram forte apoio aos desenvolvedores para a criação de jogos com NUI [17].

No presente estudo, o Design Participativo foi aplicado como procedimento no desenvolvimento do protótipo de jogo com o objetivo de envolver os usuários finais em todas as etapas do processo, por meio de encontros com objetivos bem definidos. O procedimento de Design Participativo aplicado neste estudo foi baseado nos trabalhos de Szykman et al. [17] e Domingos et al. [18]. Após analisar os estudos que mencionamos, todos os autores sugerem a realização do desenvolvimento de software, obtendo a participação do usuário de forma integrada durante o projeto. Assim, a aplicação do Design Participativo foi proposta com a expectativa do desenvolvimento do Jogo Sérioso.

#### IV. APLICAÇÃO DO PROCEDIMENTO PARTICIPATIVO

Neste presente estudo, o objetivo do Design Participativo é preservar o conhecimento tácito a partir da integração dos usuários finais como parte do desenvolvimento do projeto. Deste modo a fim de demonstrar a aplicação do Design Participativo, o *Game Design* e o protótipo para estudo de percepção do tempo. A partir de uma versão funcional do jogo proposto, foi tomada a decisão sobre a adoção de projeto participativo, por meio da aplicação do instrumento POP (Perguntas Objetivas Participativas). POP é um questionário composto por 11 perguntas, criado para reconhecer e avaliar aspectos específicos no contexto de Design Participativo [19]. Os aspectos analisados segundo o POP são: 1. Benefícios técnicos; 2. Benefícios pessoais; 3. Logística; 4. Perfil; 5. Volatilidade; 6. Tamanho do grupo; 7. Empatia; 8. Contribuição Social; 9. Contribuição Técnica; 10. Estrutura Conceitual e 11. Estrutura Técnica.

Para cada aspecto dentre as perguntas, há 4 possíveis respostas para cada indicador: positiva (+2 ou +3 pontos), neutra (0 pontos), negativa (-2 ou -3 pontos) e abstenção (0 pontos) [19]. Analisando os resultados das questões do POP, este projeto obteve 18 de 20 pontos possíveis. Apenas não

pontuando na pergunta e aspecto 6. Tamanho do grupo. Os resultados do questionário podem ser analisados por meio de três indicadores:  $s$  : é a soma dos pontos das questões, com 18 pontos;  $r$  : é a quantidade de questões respondidas, que foram 11 e  $m$  : é a pontuação máxima que pode ser obtida, 20 pontos. Com as três variáveis é possível calcular os indicadores: Indicação Final  $fi$ , se o número obtido for positivo o Design Participativo é recomendado, foi obtido 18 pontos. O indicador de Confiança  $cf$ , que representa a confiança do fator  $fi$ , quanto maior o número maior a confiança e mais fundamentada é a recomendação de Design Participativo. O indicador Coerência  $cr$  que representa a coerência de  $fi$ , onde foi obtido 95% de coerência. E obtivemos a pontuação máxima, 100 pontos. Portanto, conforme é apontado por Oliveira et al. [19] e, de acordo com a pontuação obtida na aplicação do POP, foi concluído que a abordagem participativa seria recomendada.

Assim, com base na pesquisa de trabalhos relacionados, identificamos os pontos fortes de cada um e adaptamos métodos e ideias. Neste método, os participantes realizam reuniões nas quais todos os envolvidos têm papéis igualmente importantes. As sessões de Design Participativo são intercaladas com a participação de determinadas equipes em cada sessão. Onde reúnem-se para planejar as seguintes sessões e validar os artefatos que serão gerados após as sessões com todos os participantes. O fluxo das sessões pode ser visto na Fig. 1. O número de sessões pode variar de acordo com a necessidade do processo e tamanho do projeto.

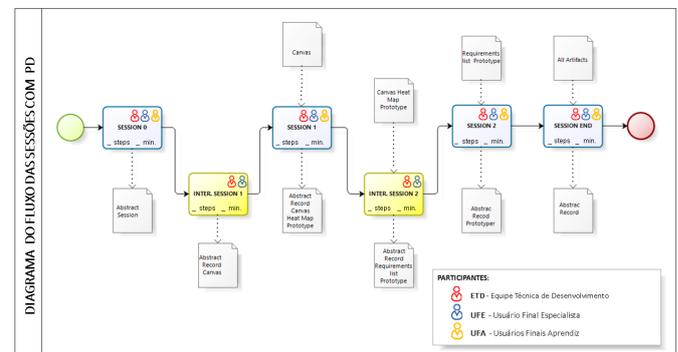


Fig. 1. Fluxo das Sessões de Design Participativo.

As reuniões contaram com participantes divididos em três grupos com base no estudo realizado por Grimes et al. [20]. A seguir a descrição de cada grupo:

- **Equipe Técnica de Desenvolvimento (ETD):** São os participantes que projetam, criam e codificam o sistema. No contexto do presente estudo, os membros da ETD foram os participantes identificados com o Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação.
- **Usuário(s) Final(is) Especialista(s) de domínio (UFE):** Responsável por definir e delimitar o foco e conteúdo específico do sistema. Para o presente estudo, os UFEs são os participantes identificados com o Programa de Pós-Graduação em Neurociências.

TABELA I  
DESCRIÇÃO DAS SESSÕES PARTICIPATIVAS

ID	ETAPAS	DURAÇÃO	DESCRIÇÃO	PARTICIPANTES	FORMATO	FERRAMENTAS
S0 + S11	1	15 MIN.	Definição da aplicação do PD e estrutura das sessões	ETD-UFE	Grupo Único	Whats App
S1	1	15 MIN.	Apresentação da metodologia de PD aos participantes	ETD-UFE-UFA	Grupo Único	Zoom
	2	15 MIN.	Definir funcionalidades de cada fase do jogo	ETD-UFE-UFA	Grupo Único	Zoom
	3	15 MIN.	Divisão dos grupos. Criação de grupo de comunicação para discussão de possíveis temas	ETD-UFE-UFA	3 grupos com pelo menos 5 UFA	Gather Town
S12	1	45 MIN.	Organização de ideias iniciais e murais para próxima sessão	ETD-UFE	Grupo Único	-
S2 + SF	1	15 MIN.	Definir o tema do jogo	ETD-UFE-UFA	3 grupos com pelo menos 5 UFA	Zoom e Gather Town
	2	25 MIN.	Definir os desafios, prêmios, narrativa, personagens e dinâmica de cada fase	ETD-UFE-UFA	3 grupos com pelo menos 5 UFA	Gather Town
	3	25 MIN.	Discussão geral e organização dos resultados	ETD-UFE-UFA	Grupo Único	Zoom e Padlet

- **Usuário(s) Final(is) Aprendiz(es) jogador(es) (UFA):** São os participantes que se beneficiam com o uso e aprendizado por meio do software. No presente estudo, os UFAs são representados pelos alunos de graduação e de pós-graduação da instituição.

Realizamos os encontros, denominadas de sessões de Design Participativo. A estrutura das sessões de Design Participativo aplicado neste estudo foi baseada a partir do procedimento apresentado por Szykman et al. [17] e Domingos et al. [18]. O diferencial são as sessões intercaladas com a presença apenas dos participantes ETD e UFE, ou apenas ETD. Todas as sessões do método que contam com a participação dos UFA, têm a mesma estrutura. Inicia com apresentação do que foi desenvolvido até o momento e os objetivos da sessão. Para a execução de cada sessão, as atividades propostas eram realizadas com todos os participantes juntos e depois foram divididos em 3 grupos. Com objetivos definidos cada grupo deveria cumprir as tarefas em um determinado tempo específico. Ao término das atividades em grupos, todos os participantes discutiram sobre as ideias sugeridas a fim de que houvesse um consenso final sobre os temas abordados na sessão. Conforme os 3 grupos promoviam suas ideias ao longo do processo, o jogo foi adquirindo características mais concretas e claras. Os detalhes de cada sessão e os artefatos gerados são:

- **Sessão 0** Esta é a primeira reunião com as partes interessadas. Podem ser participantes dos três grupos ou apenas do ETD. Nesta sessão, apresentamos o método e explicamos o que já está definido sobre o projeto e seu objetivo.
- **Sessão Intermediária 1** Durante esta sessão, o ETD e o UFE identificam e definem o projeto, seus benefícios e as características dos usuários. Os artefatos gerados nesta sessão são a lista de requisitos de acordo com a visão do UFE.
- **Sessão 1** Esta é a sessão com os três grupos juntos, ETD, UFE e UFA. Solicitamos a permissão dos participantes para gravar o áudio ou vídeo da sessão.

Posteriormente, fazemos o levantamento de requisitos através das abordagens escolhidas. A divisão do grupo UFA é feita considerando as características dos usuários e a representatividade dos grupos. Esta sessão fornece material para o desenvolvimento dos seguintes artefatos: Canvas GDD, Mapa de Calor e lista de requisitos - por meio do material gravado.

- **Sessão Intermediária 2** Nesta sessão, apresentamos os artefatos produzidos, e o ETD e o UFE validam o protótipo.
- **Sessão 2** Neste momento, o ETD e o UFE apresentam aos participantes UFAs os artefatos gerados e todos os protótipos desenvolvidos. O objetivo principal aqui é o feedback dos usuários.
- **Sessão Final** A sessão final consiste na apresentação de considerações, feedbacks e ajustes obrigatórios aos protótipos. Nesta sessão, o analista de requisitos entrega a documentação final da pesquisa. Convidamos todos os participantes a participar desta reunião. Assim, todos os artefatos e documentação são entregues para iniciar a codificação do software.

Os artefatos são produtos desenvolvidos desde a primeira sessão e ao longo de cada uma das demais sessões do método. Artefatos são itens de entrada em sessões posteriores para gerar outros artefatos de saída. Os itens desenvolvidos durante as sessões são gravações e resumos das sessões, GDD Canvas, Mapa de Calor realizado com o software *VOSview* [21], listas de requisitos e, por fim, o protótipo. Outras técnicas e ferramentas podem ser inseridas e adaptadas conforme a necessidade do projeto.

Após a definição da aplicação do Design Participativo por meio do POP e o estudo dos trabalhos relacionados e adaptada a metodologia para o desenvolvimento do *Game Design* foi realizada pelo grupo de pesquisa de Neurociência e Cognição da Universidade Federal do ABC, formada por docentes e discentes da instituição em 2020. No total esteve 22 participantes no estudo, onde foram divididos conforme os três grupos descritos na Tabela II.

TABELA II  
PARTICIPANTES

GRUPO	QTD	DESCRIÇÃO
ETD	1	Aluno Ciência da Computação
	1	Aluno Neurociências e Cognição
	1	Professor Ciência da Computação
UFE	3	Professores Neurociências e Cognição
UFA	17	Alunos Neurociências e Cognição

A aplicação dessa estrutura de sessões, foi aplicado anteriormente por Szykman [17] para pequenos grupos e por Domingos [18] para um grupo de participantes bem maior. O instrumento POP, além de respaldar a decisão sobre a aplicação de Design Participativo, indica que as técnicas da metodologia em média, apoia grupos de 2 a 14 participantes [16]. Embora podem suportar até 40 participantes, segundo Muller [22]. Todas as sessões com os participantes foram realizadas no formato online, utilizamos a ferramenta Zoom para iniciar as sessões e as divisões dos grupos foi realizada pelo site <https://gather.town/>. O formato online foi adotado devido à pandemia gerada pelo Sars-Cov-19.

Durante as sessões utilizamos técnicas de Design Participativo segundo Rosa e Moraes [9]. Como a técnica de *brainstorm*, prototipação, observação dos participante em todas as sessões, aplicamos *Mood Boards* ao apresentar as telas dos protótipos no mural para sua identificação e história oral. Também descrevemos aos participantes as fases e eles acrescentaram possíveis experiências para cada fase do jogo. Para esta técnica, os áudios das sessões foram gravados e consultados posteriormente. O que gerou o mapa de calor com a demonstração das palavras mais citadas ao centro referente a escolha do tema de acordo com a Fig. 2. Devido ao jogo possuir características bem definidas exigidas pelos UFAs, definimos os requisitos através da utilização o preenchimento do mural por meio do site <https://padlet.com/>, com espaços determinados para cada fase. A partir destas descrições foram criadas as *user stories* para identificar tarefas e ações inseridas no jogo. *User stories* é um conceito do Game SCRUM aplicado no presente estudo e em estudo apresentado por Szykman et al. [17].



Fig. 2. Mapa de Calor: escolha do tema.

Além das sessões com os co-designers, foi realizada a

sessão com outros atores do Design Participativo. Os participantes ETD que revisavam os resultados das sessões anteriores, analisaram aspectos mais técnicos de *Game Design* e projetaram a narrativa e *Game Design* dos protótipos do jogo. Esta sessão resultou no *Game Design Canvas* de acordo com a Fig. 3, onde identificamos características e requisitos para o jogo. A estrutura das sessões pode ser observada de acordo com a Tabela I.

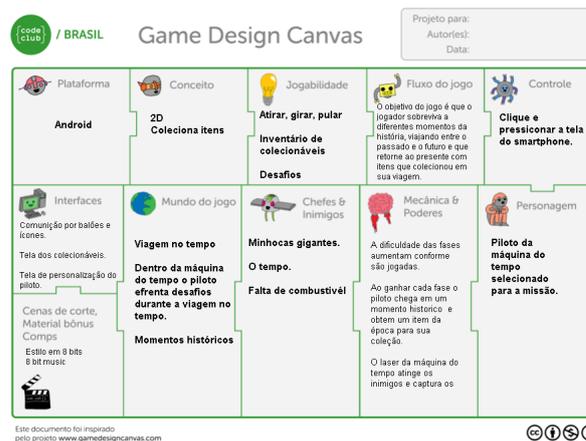


Fig. 3. Game Design Document Canvas

### V. PERCEÇÃO DO TEMPO E O TIMING GAME

A capacidade de estimar a duração prospectivamente (ou seja, quando os participantes sabem que serão obrigados a tomar alguma decisão com base na duração) é um dos aspectos mais bem estudados da percepção do tempo. Diferentes tarefas são utilizadas para medirem essa capacidade, mas o quanto elas medem ou não uma mesma habilidade ainda é uma questão amplamente discutida. Alguns autores postularam a existência de mecanismos especializados centrais, como um relógio interno, responsável por todas as capacidades de processamento temporal [23], [24]. Nesta visão, todos os processamentos temporais realizados por nós dependem de um mesmo mecanismo. Por outro lado, outros modelos propõem que diferentes habilidades temporais (como a percepção de ritmos, ou a produção de intervalos temporais) dependem de mecanismos separados e distribuídos no sistema nervoso central [25], [26].

Uma maneira de dissociar estes diferentes modelos seria observar o quanto diferentes habilidades se correlacionam entre as pessoas. Por exemplo, investigar se pessoas que são sistematicamente melhores em estimar intervalos temporais também são melhores em manter um ritmo. Até o momento, os resultados comportamentais [27] que usam esta abordagem suportam ambas as visões, com correlações de desempenho em tarefas temporais (suportando um mecanismo central dedicado), mas também especificidade de tarefa em algumas tarefas (apoiando a hipótese de modelos distribuídos).

Realizar uma melhor categorização de diferentes tarefas temporais é um dos objetivos importantes da área de Percepção

de Tempo [1], pois indicaria quais tarefas são dependentes de mecanismos subjacentes semelhantes, possibilitando identificar com maior precisão quais são os mecanismos e circuitos neurais envolvidos nestas dimensões. Até o momento da publicação deste trabalho, diferentes propostas para esta categorização focaram em aspectos diferentes [28], [29] e, embora não exista ainda um consenso, existem algumas divisões que parecem ser marcantes, como apresenta a Fig. 4.

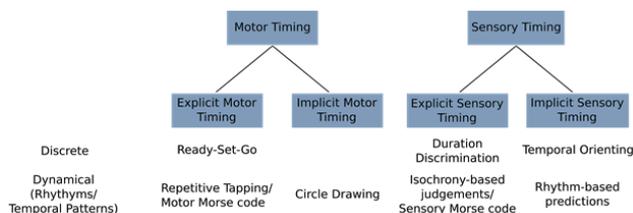


Fig. 4. Uma proposta de taxonomia de tempo. Tarefas envolvendo tempo em dois domínios principais, motor e sensorial, e dois subdomínios, explícito e implícito. As tarefas também são divididas pela natureza dos estímulos, durações temporais simples ou padrões temporais. Adaptado de Breska [29]

Nesses estudos que apresentam correlações entre habilidades temporais identificou-se as limitações: (i) foco em condições nas quais os participantes realizaram um subconjunto de tarefas de cronometragem e (ii) tarefas realizadas um número mínimo de vezes [29]. Para lidar com a primeira limitação selecionamos nove tarefas que cobrem diferentes aspectos do tempo. A segunda limitação é mais crítica, pois ignora a natureza dinâmica da cognição e do comportamento. Ao obter os dados do desempenho entre as tarefas se como se correlacionam quando os participantes realizam cada tarefa apenas uma vez, perdemos informações essenciais de como essas habilidades de tempo interagem dinamicamente em função do aprendizado. Por esse motivo, coletaremos dados em dois ambientes diferentes, nos quais os participantes aprendem e melhoram seu desempenho nas tarefas, permitindo-nos observar como as correlações entre as tarefas evoluem.

Para cada tarefa, mediremos se a velocidade dos participantes melhoram seu desempenho em função do número de sessões realizadas. Esta análise permitirá uma caracterização temporal e comparação de como diferentes tarefas evoluem no tempo. De maneira crítica, as correlações de pares entre as tarefas e serão calculadas em função do aprendizado. Com base nos trabalhos apresentados, foram escolhidas nove tarefas diferentes para serem estudadas. Uma breve explicação de cada tarefa pode ser vista na Tabela III.

## VI. PROTÓTIPO E GAME DESIGN

O tema para a narrativa escolhida pelos participantes foi viagem no tempo. O objetivo do jogo é que o jogador sobreviva a diferentes momentos da história, viajando entre o passado e o futuro e que retorne ao presente com itens que colecionou em sua viagem. Conforme se ganha tempo a máquina do tempo ganha combustível para viajar no tempo. Ao concluir as nove fases do jogo, a dificuldade da próxima rodada de todas as fases aumentam. Referente a identidade

visual, cores, estilos, efeitos sonoros e design será no estilo de jogos 2D e em 8 bits. Como recompensas os jogadores conseguirão avançar no tempo se passar a fase e ganhar pontos mínimos para avançar, ou seja, conteúdos desbloqueáveis. Os pontos podem ser vida, ou tempo, ou moedas, ou combustível para máquina do tempo.

Além de poder adquirir *upgrades* úteis para ter vantagem no jogo como emblemas e roupas diferentes, e os colecionáveis. Os danos ocorrerão ao não concluir alguma fase e assim o piloto irá voltar ao passado, ou fase anterior e perder vidas. Se não conseguir concluir a fase e não tiver mais vidas, a penalização é ficar sem jogar por um tempo. As interações com outros jogadores serão por meio de um ranking para comparar com os amigos conectados. E compartilhar um cartão postal, com o selo do ano e fase que está. As fases iniciam em um cenário de alguma época histórica. A mecânica das nove fases sempre serão as mesmas, e ao concluir, ou perder, as fases e a época de cada uma delas modificasse e a complexidade também.

Cada uma das tarefas é um mini-game. O conjunto dos mini-games é integrado para compor um aplicativo de celular. O protótipo do aplicativo foi desenvolvido na plataforma Unity3D para celulares Android. O aplicativo será composto por nove mini-games. Cada uma das nove fases se concentra na obtenção de dados para estudo da percepção do tempo e dentro do estabelecido tema. Assim, cada fase foi desenvolvida a partir dos protótipos, conforme mostrado na Fig. 5 e na Fig. 6, onde cada fase teve a relação com o domínio cognitivo de acordo com a Tabela III. E as narrativas de cada fase do jogo são detalhadas a seguir:

- 1) **Circle Drawing**: existe uma máquina do tempo na qual o jogador vê suas engrenagens como um relógio. Este mecanismo da máquina do tempo gira em uma frequência específica e para repentinamente. O jogador deve girar a engrenagem manualmente no mesmo ritmo. O combustível da máquina é ganho se o jogador girar no momento correto.
- 2) **Rhythm-Induced Attention**: o jogador é o piloto na máquina do tempo. Existe um radar para visualizar o caminho. E no caminho há minhocas que destroem a máquina do tempo e cristais que viram combustível para máquina do tempo. Mas apenas fica nítido para o piloto se é a minhoca ou o cristal, quando o objeto está bem próximo e aparece na tela. Ao clicar na tela o mais rápido possível o piloto consegue matar as minhocas ou pegar o cristal com um laser que sai da máquina do tempo.
- 3) **Temporal Orientation**: seu cenário é dentro da máquina do tempo e está no espaço, em um buraco de minhoca. O piloto vê uma janela girando. Às vezes sua visão de fora da máquina do tempo estabiliza e aparece um robô na cor azul ou vermelha. Esse robô dá uma pista temporal de quando um vilão irá aparecer. Sua tarefa é apertar o mais rápido possível para atirar nele. Se demorar a máquina do tempo gira de novo e da próxima vez ele estará mais perto.

TABELA III  
DOMÍNIO COGNITIVO DE CADA FASE DO JOGO.

Fase	Breve descrição da tarefa
1. Circle Drawing	A tarefa é desenhar um círculo várias vezes, seguindo um ritmo básico apresentado. Para os três primeiros círculos, os participantes devem seguir um ponto em movimento. Então, o ponto em movimento não é mais mostrado e os participantes devem continuar desenhando o círculo mais cinco vezes no mesmo ritmo [27], [30].
2. Rhythm-Induced Attention	Participantes serão apresentados a 4 pistas visuais e um alvo, ao qual eles terão que responder. Em condições rítmicas, o intervalo entre as sugestões e o alvo será fixado. Em condições não rítmicas, os intervalos entre as pistas e o alvo serão aleatórios [29].
3. Temporal Orientation	Dicas visuais que indicam quando um alvo visual aparecerá na tela. Os participantes devem responder assim que virem o alvo. [28].
4. Duration Discrimination	Categorização da duração de um determinado intervalo visual como mais longo ou mais curto do que uma referência. [27].
5. Repetitive Tapping	Os participantes pressionam um botão ao mesmo tempo que um estímulo visual rítmico. Após cinco apresentações, o estímulo deixa de aparecer e o voluntário deve continuar pressionando o botão no mesmo ritmo quatro vezes [27].
6. Ready Set Go	Dois breves estímulos visuais são apresentados em sequência. Os participantes devem gerar um terceiro estímulo com o mesmo intervalo entre o primeiro e o segundo intervalo [31].
7. Morse Code 1	Os participantes serão expostos a um padrão complexo de seis intervalos e terão que reproduzir o padrão pressionando o botão [32].
8. Morse Code 2	Os participantes observarão uma referência e uma sequência de destino. A sequência de referência consiste em seis estímulos com intervalos escolhidos aleatoriamente em distribuições uniformes. A sequência alvo consistirá nos mesmos seis estímulos, mas com um dos intervalos adicionado / subtraído por uma duração específica. Os participantes devem indicar se os padrões eram semelhantes ou não [32].
9. Isochronous Judgement	Os participantes serão expostos a uma sequência de seis intervalos rítmicos. Em 50 % das tentativas, o terceiro intervalo será adicionado/subtraído por uma certa duração. Os participantes irão julgar se a sequência foi isócrona ou não [33].

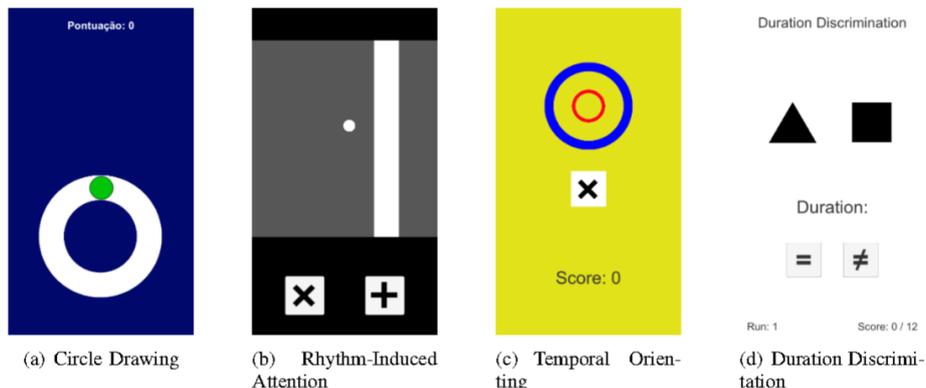


Fig. 5. Fases do protótipo: Circle Drawing, Rhythm-Induced Attention, Temporal Orienting e Duration Discrimination.

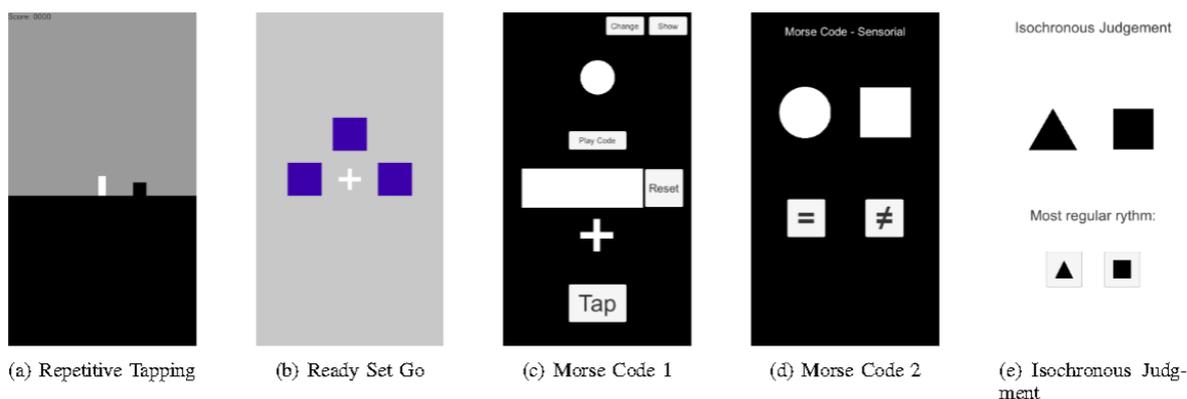


Fig. 6. Fases do protótipo: Repetitive Tapping, Ready Set Go, Morse Code 1, Morse Code 2 e Isochronous Judgment.

4) **Duration Discrimination:** o piloto deve calibrar a máquina do tempo de acordo com a sintonia do universo.

Podem surgir peças da máquina com problemas e devem ser sincronizá-las com universo.

- 5) **Repetitive Tapping**: com o piloto dentro da nave a mesma foge de um vilão ou predadores da época (dinossauros, Rainha Ranavalona I, Kim Il-Sung, Hitler, entre outros). O quanto mais rápido e desviar dos ataques dos inimigos mais pontos ganha.
- 6) **Ready Set Go**: há muitas minhocas que aparecem na frente da máquina do tempo. Elas aparecem e desaparecem e o piloto deve acertá-las no momento exato que elas aparecerem para captura-las.
- 7) **Morse Code 1**: há uma mensagem vindo de uma era para outra, repetindo a mensagem em código Morse que aparece na sua tela. O piloto precisa acertar o ritmo da mensagem para dar algum tipo de feedback para a central sobre sua localização. Se o piloto da máquina do tempo errar, ele se perde no espaço-tempo. E deverá ajustar o sinal do aparelho comunicador.
- 8) **In the Morse Code 2**: o objetivo é decodificar uma mensagem de outro tempo. Se o piloto acertar ele consegue avançar no tempo, se não, ele volta no tempo, ou fase anterior. Essa mensagem pode ser uma frase, ou a direção para onde deve ir.
- 9) **Isochronous Judgement**: o jogador precisa escolher qual de duas peças usar para consertar um componente da máquina do tempo. Assim ela é testada com um equipamento que retorna à sequência de flashes e deve escolher uma das sequências.

As nove fases têm como objetivo colher dados de interações específicas para avaliação da percepção temporal, embora se saiba que as diferentes funções são requisitadas em todos os processos. Todos os jogos possuem sua jogabilidade em torno ao tema definido pelos participantes na sessão de Design Participativo.

Mesmo os participantes divididos em grupos, os três grupos chegaram ao mesmo tema. As pessoas participantes seguiram em direções às situações as quais remetiam ao tema do próprio estudo, o tempo. Portanto, a ideia de jogo refletiu a temporalidade em espaço e tempo (viagem no tempo). A situação da viagem do tempo, envolve recursos de planejamento e execução que requerem esforço cognitivo e motor em relação a cada fase do jogo.

## VII. DISCUSSÕES

O objetivo deste estudo foi elaborar o *Game Design* e desenvolver o protótipo funcional de um *Serious Games* por meio do Design Participativo. As decisões tomadas sobre narrativa, *Game Design* para a versão final do aplicativo destinado ao estudo sobre percepção do tempo. Com o objetivo de melhorar a experiência do usuário, o Design Participativo contextualiza o processo de concepção do artefato digital interativo, por meio de sua participação em diversos estágios do design de jogos e não restringe apenas a testes [34]. Como foi tomada a decisão da aplicação do Design Participativo no projeto e seus resultados. Para isso, foi desenvolvido o protótipo de um *Serious Games* que obtém dados sobre os estímulos dos jogadores para estudo da percepção temporal, utilizando o Design Participativo com a presença de voluntários que são

estudantes universitários. Foi construído durante as sessões de Design Participativo o tema, personagens e narrativa conforme as sugestões dos voluntários. A aplicação do instrumento para decidir sobre a adoção do Design Participativo, foi o POP. Importante ferramenta para respaldar por meio da literatura a aplicação do método de Design Participativo. Compreendemos que a adoção do Design Participativo deve contemplar os tópicos da ferramenta como: benefícios técnicos e pessoais, logísticas dos voluntários, perfil, volatilidade dos participantes durante as sessões, o tamanho do grupo, a empatia entre os participantes de todas as equipes, ETD, UFE e UFA, contribuição e estrutura conceitual e técnica.

Os participantes que foram voluntários, demonstraram empenho e interesse para contribuição no desenvolvimento do jogo e participação das sessões. Onde tiveram muita facilidade ao utilizar os sites e ferramentas de comunicação sugeridos. E apresentaram durante as sessões muitas propostas para o desenvolvimento do Jogo Sérió. É importante ressaltar que durante as sessões mesmo com a divisão dos participantes em 3 grupos distintos, as sugestões de temas, desafios e personagens para o jogo e cada fase foram muito parecidos, e uma ideia incrementou a outra conforme a discussão geral no fim da sessão. Provavelmente, isso ocorreu pela faixa etária dos participantes serem muito próximas e por serem todos estudantes de neurociências, além de ter muita proximidade com o tema, percepção do tempo e jogos em seu dia a dia. Assim é provável mesmo que se aplique o mesmo método para outros perfis, ou se idealizasse uma outra persona o resultados poderia ser totalmente diferente.

Após o levantamento de todos os requisitos e desenvolvimento do Game Design propomos a continuidade deste estudo, assim como trabalhos futuros pretende-se implementar os itens a seguir:

- Criar a arte de todos os cenários e fases e personagens no estilo 2D e em 8 bits;
- Inserir a trilha e efeitos sonoros do estilo 8 bits;
- Relacionar todas as nove fases por meio de uma pontuação comum;
- Criar um mecanismo de evolução histórica de cada jogador e classificação;
- Desenvolver as cenas com *storytelling* para contar a narrativa e envolver o jogador;
- Implementar todos os itens especificados no GDD, conforme as sugestões dos voluntários;
- Capturar os dados para análise dos mesmos por meio do Unity Analytics para estudo da percepção do tempo e
- Realizar testes e avaliações do Jogo Sérió para verificar se há diferenças entre as análises dos dados do estudo de percepção temporal com o Jogo Sérió com e sem a narrativa implementada.

Uma vez que o aplicativo seja finalizado, iremos, em uma primeira fase, convidar um número menor de participantes para a realização de experimentos e coletar dados em uma programação baseada nos resultados da primeira abordagem. Em uma segunda fase, o aplicativo será compartilhado nas

redes sociais com um número maior de participantes. Os participantes realizarão as tarefas quantas vezes quiserem, criando um grande conjunto de dados que serão analisados por métodos semelhantes aos propostos para a primeira fase.

### VIII. CONCLUSÃO

Os estudos da percepção temporal para os seres humanos têm sido realizado com estímulos visuais, auditivos, táteis, ou olfativos, comparando reflexos corporais e tarefas. Com a evolução tecnológica, instrumentos e softwares foram desenvolvidas para auxiliar neste estudo. Para obter dados com o mínimo de influência por ser um teste, a proposta de um jogo que faça análises de percepção do tempo é uma proposta para investigar estes dados. Este estudo traz uma perspectiva diferente dentro da área de percepção do tempo, pois não foi encontrado na literatura estudos com o desenvolvimento de *Game Design* de jogos sérios para *mobile* desenvolvido por meio da aplicação de Design Participativo a fim de promover o engajamento dos participantes para o estudo da percepção do tempo.

Criamos o *Game Design* e o protótipo para o Jogo Sério de estudo de percepção do tempo por meio da aplicação do Design Participativo. Assim, será possível analisar e avaliar o engajamento dos participantes com um Jogo Sério com temática e narrativa e sem essa temática e narrativa, por meio do protótipo funcional, para saber qual a interferência de um aplicativo com ou sem *Game Design*. Isso se dá por meio dos dados analíticos do Unity3D. Com o engajamento dos usuários em experimentos longos e repetitivos de forma divertida e fora de um ambiente de teste formal e com a popularização deste jogo, a partir dos dados coletados e analisados com auxílio do *Unity3D Analytics*, será possível o estudo e categorização de quais mecanismos e circuitos neurais se relacionam, tarefa e percepção do tempo. E possíveis análises para diagnósticos preventivos de doenças cerebelares como mal de Alzheimer, o mal de Parkinson, além de declínios cognitivos ao longo da vida. Portanto, este estudo está inserido no contexto de jogos na saúde. Assim quanto mais vezes e por maiores períodos o usuário permanecer jogando o *Timing Game*, teremos uma maior base de dados para estes diagnósticos e estudos para a percepção do tempo.

### AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

### REFERENCES

- [1] J. J. Paton and D. V. Buonomano, "The neural basis of timing: distributed mechanisms for diverse functions," *Neuron*, vol. 98, no. 4, pp. 687–705, 2018.
- [2] D. Buonomano, *Your brain is a time machine: The neuroscience and physics of time*. WW Norton & Company, 2017.
- [3] R. V. da Rocha, I. I. Bittencourt, and S. Isotani, "Análise, projeto, desenvolvimento e avaliação de jogos sérios e afins: uma revisão de desafios e oportunidades," in *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, vol. 26, no. 1, 2015, p. 692.
- [4] H. F. Rodrigues, L. d. S. Machado, and A. M. G. Valença, "Uma proposta de serious game aplicado à educação em saúde bucal," in *Anais do Workshop de Realidade Virtual e Aumentada*, 2009.
- [5] D. R. Michael and S. L. Chen, *Serious games: Games that educate, train, and inform*. Muska & Lipman/Premier-Trade, 2005.
- [6] R. Rouse III, *Game design: Theory and practice*. Jones & Bartlett Publishers, 2004.
- [7] R. L. Motta and J. T. Junior, "Short game design document (sgdd)," *Anais do XII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames 2013)*, pp. 115–121, 2013.
- [8] V. T. Sarinho, "Uma proposta de game design canvas unificado," *XVI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, 2017.
- [9] A. d. SANTA ROSA, José Guilherme; MORAES, *Design Participativo. Técnicas de inclusão de usuários no processo ergodesign de interfaces.*, 1st ed. Rio de Janeiro: Rio Books, 2012.
- [10] A. Feenberg, *Transforming technology: A critical theory revisited*. Oxford University Press, 2002.
- [11] C. Abras, D. Maloney-Krichmar, J. Preece *et al.*, "User-centered design," *Bainbridge, W. Encyclopedia of Human-Computer Interaction*. Thousand Oaks: Sage Publications, vol. 37, no. 4, pp. 445–456, 2004.
- [12] J. A. Garcia, W. L. Raffe, and K. F. Navarro, "Assessing user engagement with a fall prevention game as an unsupervised exercise program for older people," in *Proceedings of the Australasian Computer Science Week Multiconference*, ser. ACSW '18. New York, NY, USA: ACM, 2018, pp. 37:1–37:8. [Online]. Available: <http://doi.acm.org/10.1145/3167918.3167943>
- [13] B. Bossavit and S. Parsons, "this is how i want to learn" high functioning autistic teens co-designing a serious game," in *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2016, pp. 1294–1299.
- [14] D. Buchinger and M. Hounsell, "O aprendizado através de um jogo colaborativo-competitivo contra dengue," in *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, vol. 26, no. 1, 2015, p. 439.
- [15] A. M. dos Santos, R. H. Grimes, M. da Silva Hounsell, F. Noveletto, A. V. Soares, and H. E. da Silva, "I blue it: Um jogo sério para auxiliar na reabilitação respiratória."
- [16] H. C. de Oliveira, M. da Silva Hounsell, and I. Gasparini, "Uma metodologia participativa para o desenvolvimento de jogos sérios," *Proceedings do XV SBGames–Trilha Artes e Design-Full Papers*, 2016.
- [17] A. G. Szykman, J. P. Gois, and A. L. Brandao, "A framework for the application of participatory design with agile game development in a nui game for wheelchair users," *XIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital-SBGAMES*, 2017.
- [18] G. B. Domingos, B. Miura, A. Pas, M. T. Carthery-Goulart, and A. L. Brandão, "Desenvolvimento de um protótipo de jogo com design participativo para treino cognitivo de pessoas idosas," *XIV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital-SBGAMES*, 2018.
- [19] H. C. de Oliveira, M. da Silva Hounsell, and I. Gasparini, "Pop: An instrument to decide on the adoption of participatory design," in *International Conference on Human-Computer Interaction*. Springer, 2016, pp. 141–152.
- [20] R. H. Grimes, A. d. Santos, and M. d. S. Hounsell, "O processo de design de um sistema biomédico com jogo sério e dispositivo especial para reabilitação respiratória," *XVII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pp. 1–10, 2018.
- [21] N. J. Eck and L. Waltman, "Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping," *Scientometrics*, vol. 84, no. 2, pp. 523–538, August 2010.
- [22] M. J. Muller, J. H. Haslwanter, and T. Dayton, "Participatory practices in the software lifecycle," in *Handbook of Human-Computer Interaction (Second Edition)*. Elsevier, 1997, pp. 255–297.
- [23] M. Treisman, "Temporal discrimination and the indifference interval: Implications for a model of the "internal clock"." *Psychological Monographs: General and Applied*, vol. 77, no. 13, p. 1, 1963.
- [24] J. Gibbon, R. M. Church, W. H. Meck *et al.*, "Scalar timing in memory," *Annals of the New York Academy of sciences*, vol. 423, no. 1, pp. 52–77, 1984.
- [25] M. D. Mauk and D. V. Buonomano, "The neural basis of temporal processing," *Annu. Rev. Neurosci.*, vol. 27, pp. 307–340, 2004.
- [26] R. B. Ivry and J. E. Schlerf, "Dedicated and intrinsic models of time perception," *Trends in cognitive sciences*, vol. 12, no. 7, pp. 273–280, 2008.

- [27] H. Merchant, W. Zarco, R. Bartolo, and L. Prado, “The context of temporal processing is represented in the multidimensional relationships between timing tasks,” *PLoS One*, vol. 3, no. 9, p. e3169, 2008.
- [28] J. Coull and A. Nobre, “Dissociating explicit timing from temporal expectation with fmri,” *Current opinion in neurobiology*, vol. 18, no. 2, pp. 137–144, 2008.
- [29] A. Breska and R. B. Ivry, “Taxonomies of timing: where does the cerebellum fit in?” *Current opinion in behavioral sciences*, vol. 8, pp. 282–288, 2016.
- [30] H. N. Zelaznik, R. Spencer, and R. B. Ivry, “Dissociation of explicit and implicit timing in repetitive tapping and drawing movements.” *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, vol. 28, no. 3, p. 575, 2002.
- [31] M. Jazayeri and M. N. Shadlen, “Temporal context calibrates interval timing,” *Nature neuroscience*, vol. 13, no. 8, pp. 1020–1026, 2010.
- [32] R. Laje, K. Cheng, and D. V. Buonomano, “Learning of temporal motor patterns: an analysis of continuous versus reset timing,” *Frontiers in Integrative Neuroscience*, vol. 5, p. 61, 2011.
- [33] M. Grube, F. E. Cooper, P. F. Chinnery, and T. D. Griffiths, “Dissociation of duration-based and beat-based auditory timing in cerebellar degeneration,” *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 107, no. 25, pp. 11 597–11 601, 2010.
- [34] R. Khaled and A. Vasalou, “Bridging serious games and participatory design,” *International Journal of Child-Computer Interaction*, vol. 2, no. 2, pp. 93–100, 2014.