

# Design e desenvolvimento de um jogo sério para educação musical

Wemerson Geisler de Lima  
Dep. de Computação (DECOM)  
Universidade Federal de Ouro Preto  
Ouro Preto, Brasil  
wemerson.lima@aluno.ufop.edu.br

Alan Robert Resende de Freitas  
Dep. de Computação (DECOM)  
Universidade Federal de Ouro Preto  
Ouro Preto, Brasil  
alandefreitas@ufop.edu.br

Tiago França Melo de Lima  
Dep. de Computação e Sistemas (DECSI)  
Universidade Federal de Ouro Preto  
Ouro Preto, Brasil  
tiagolima@ufop.edu.br

**Resumo**—A música está presente em todas as fases das nossas vidas, e a educação musical é conteúdo obrigatório no Brasil, conforme a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) da Educação Infantil e Ensino Fundamental. Entretanto, há diversos desafios ao ensino de música nas escolas, como a falta de recursos apropriados tais como materiais pedagógicos e instrumentos musicais e a carência de profissionais qualificados e especializados. Outro desafio é a necessidade de manter alunos motivados e engajados diante de um mundo cada vez mais conectado e repleto de tecnologias que contribuem para desviar a nossa atenção. Nesse contexto, os jogos sérios podem ser empregados como ferramenta de apoio em processos de ensino-aprendizagem. Nesse estudo, foi realizado um mapeamento de jogos sérios voltados pra educação musical, que sugere limitações e carência de iniciativas com foco em teoria musical. O artigo apresenta a concepção, design e desenvolvimento do jogo *Musicália* - um jogo sério voltado para educação de crianças em teoria musical. Os resultados incluem o documento de design do jogo, artefatos do jogo como recursos audiovisuais e uma versão de demonstração do jogo, que será avaliada por crianças e professores em um contexto escolar.

**Palavras-chave**—jogos sérios, jogos educativos, design de jogos, desenvolvimento de jogos, educação musical, teoria musical

## I. INTRODUÇÃO

A música é uma das mais antigas formas de expressão humana, e faz parte do ambiente educacional brasileiro tanto no ensino regular quanto nas escolas livres. No contexto do ensino infantil, a educação musical contribui para o desenvolvimento da criança [1], ajuda a que perceba a diversidade e riqueza de sons em seu dia a dia, e pode levar ao descobrimento de talentos e aptidões em música que poderão se tornar um futuro hobby ou profissão. No Brasil, a educação musical é conteúdo obrigatório do componente curricular Arte [2]. Porém sua efetiva adoção se torna um desafio diante da escassez de recursos básicos, tais como profissionais qualificados com formação específica na área, instrumentos musicais e métodos inclusivos e interativos de ensino [3].

As tecnologias de informação e comunicação (TICs) podem ajudar a contornar parte dos problemas, e, de fato, há iniciativas nesse sentido, provindas tanto do mercado quanto de projetos de pesquisa acadêmicos e científicos. Elas envolvem o desenvolvimento de sistemas (hardware, software ou ambos) que abordam aspectos teóricos e/ou práticos relacionados à música, envolvendo diferentes tipos de atividades e instrumentos, e são direcionados a variados públicos (desde o infantil ao

adulto) e perfis (de leigos à profissionais). Podemos citar como exemplos: softwares para composição e edição de partituras como *Encore* [4], *Guitar Pro* [5] e *MuseScore* [6]; softwares para simulação de instrumentos musicais como *kbPiano* [7] e *Virtual Piano* [8]; softwares para composição e análise musical como o *Sonic Visualiser* [9] e *Ableton live* [10] e os que propõe uma experiência com os sons de notas musicais como o *Melodic* [11]. Embora sejam extremamente válidas, tais iniciativas não atendem algumas demandas específicas do contexto educacional - por exemplo, a necessidade de motivar e manter o engajamento dos alunos ao abordar conteúdos percebidos como "chatos" ou difíceis como a teoria musical.

Os jogos digitais possuem alguns benefícios em sua utilização como recurso pedagógico. Eles permitem tornar o processo de ensino-aprendizagem mais interativo, agradável e lúdico, criando experiências capazes de promover uma aprendizagem mais prática, efetiva, e duradoura [12]. Quando possuem como finalidade principal algo além do entretenimento e diversão, são denominados jogos sérios [13].

Os jogos sérios são uma ótima ferramenta para apoiar atividades de ensino, pois oferecem experiências que contribuem para a motivação e o engajamento dos alunos. É possível encontrar exemplos da aplicação de jogos sérios em diferentes áreas e para diversas finalidades [14], tais como alfabetização de crianças portadoras de síndrome de Down [15], conscientização sobre doenças virais transmitidas por mosquitos como a dengue [16] e treinamento para resolução de cálculos matemáticos mentais com agilidade [17].

No contexto da música, também é possível encontrar exemplos de design, desenvolvimento e aplicação de jogos sérios [18]. Podemos citar jogos que visam ensinar instrumentos musicais para crianças como o *Descobrendo Sons* [19] e o *Flute Master* [20]; e jogos que estimulam atividades de audição e reconhecimento das notas como o *Piano Game* [21] e o *Flappy crab* [22]. No entanto, a variedade de jogos em educação musical ainda é limitada [18]. Além disso, o conteúdo de teoria musical ainda é pouco explorado nos jogos.

Nesse sentido, propomos o design e desenvolvimento de um jogo sério para iniciação em teoria musical de crianças. No jogo, chamado *Musicália*, são abordados diversos conceitos como ritmo, notas musicais, acordes, escalas e partituras, de forma lúdica e interativa.

O artigo está organizado da seguinte forma: a Seção II apresenta conceitos introdutórios e trabalhos correlatos, envolvendo jogos digitais e educação musical; na Seção III são apresentadas as etapas e ferramentas utilizadas no desenvolvimento do trabalho; os resultados são apresentados na Seção IV, e incluem a concepção do jogo, a construção de protótipos, o documento de design do jogo (*game design document*), o desenvolvimento e teste de uma versão de demonstração do jogo; e, por fim, são apresentadas as considerações finais e os trabalhos futuros (Seção V).

## II. JOGOS SÉRIOS NA EDUCAÇÃO MUSICAL

Presente em diferentes fases da vida humana, a música está inserida de muitas formas no contexto da educação infantil. De acordo com Daniel Levitin [23], “a atividade musical envolve quase todas as regiões do cérebro que conhecemos e quase todos os subsistemas neurais.” Segundo Schlaug, Norton e Winner [24], o envolvimento infantil em atividades musicais além de contribuir para a organização do cérebro em desenvolvimento, também produz estímulos em áreas do cérebro que despertam diferentes potenciais de aprendizagem.

Além disso, evidências sugerem que o envolvimento precoce com a música se correlaciona de forma significativa com a consciência fonológica e o desenvolvimento da leitura [25] [26] [24]. Nos aspectos intelectuais e sociais, Susan Hallam [27] analisou evidências empíricas que relacionam o envolvimento ativo com a música e o desenvolvimento intelectual, social e pessoal de crianças e jovens. O desenvolvimento da criatividade em crianças expostas ao ensino musical foi abordado nos estudos de Kalmar [28] e de Koutsoupidou [29]. O envolvimento com a música na primeira infância traz benefícios de forma holística e gera efeitos positivos no desenvolvimento social, afetivo e psicomotor das crianças [30].

A evolução e ampliação do uso de TICs também ocorre no contexto da música e educação musical. As tecnologias são empregadas como ferramenta de apoio ao ensino mas também para uso pessoal e profissional. Softwares para edição e execução de partituras, gravação, mixagem, afinação instrumentos, simulação de instrumentos musicais e de acordes são exemplos do uso de tecnologias em música. Além disso, é possível incluir jogos e gamificação nas estratégias para promover o ensino-aprendizagem.

A ludificação ou “gamificação” consiste no uso de elementos característicos dos jogos (ex. fases, pontuação, ranking) em um contexto não-jogo (ex. sala de aula) [31]. Por sua vez, jogos sérios são aqueles que possuem como objetivo primário algo além da diversão e do entretenimento [13]. Por exemplo, eles podem ser projetados para auxiliar na aprendizagem, promover o engajamento e mudanças comportamentais. Os jogos sérios têm sido utilizados em diferentes áreas e contextos [32] [14] [33]. Quando aplicados na educação, podem envolver diversas áreas do conhecimento, tais como física [34], biologia [35], matemática [36] e saúde pública [37]. Além disso, o nível de profundidade e complexidade do jogo pode ser projetado para atingir diferentes públicos (ex. crianças x adultos, iniciantes x experientes).

Embora os jogos na educação sejam aplicados em uma variedade de áreas de conhecimento, um levantamento realizado por Freitas e Moraes [18] sugere que há poucos jogos voltados para o ensino de música e teoria musical. A partir disso, conduzimos um mapeamento sistemático da literatura, envolvendo os seguintes passos: (1) definição das questões de pesquisa; (2) condução da busca por estudos primários; (3) triagem dos artigos para inclusão e exclusão; (4) indexação dos resumos; e (5) extração dos dados e mapeamento dos estudos. Há algumas diferenças entre o mapeamento sistemático [38] e uma revisão sistemática da literatura (RSL). O mapeamento pode ser usado como um passo anterior à RSL, na medida em que ele ajuda a identificar lacunas para aprofundar a investigação científica e se é mais apropriado conduzir uma RSL ou um estudo primário [39] [38]. A completa descrição e resultados desse estudo serão compilados em trabalho futuro a ser publicado no formato de revisão sistemática da literatura. Mas apresentamos a seguir, trabalhos correlatos que já foram identificados a partir do mapeamento sistemático.

### A. Instrumentos Reais

Alguns jogos simulam os instrumentos de forma virtual e até de forma física, para oferecer ao jogador alguma experiência de interação com instrumentos musicais. Jogos como *Rocksmith* [40], *Simply Piano* [41] [42] e *Flute Master* [20] fazem uso de inovações tecnológicas que permitem o uso de instrumentos musicais reais como controladores (*joysticks*). Há estudos com objetivo de investigar a eficácia no aprendizado de instrumento reais [43], e propostas de interface para apoiar o ensino e o aprendizado nas categorias de jogos sérios musicais com instrumentos reais, tais como violino [44], bandolim [45] e os baseados em ritmo como a bateria [46] e execuções rítmicas independentes [47].

### B. Treinamento Auditivo

Em alguns trabalhos [48] [19] [11], o enfoque é dado ao treinamento auditivo e de percepção musical, quando se busca aperfeiçoar a capacidade de ouvir, compreender e perceber aspectos formais da música com precisão [49]. Jogos com essa finalidade devem estimular e melhorar a capacidade dos jogadores para identificar sons e reconhecer notas, tons, timbres, harmonia e melodia, buscando tornar mais apurada sua capacidade de escuta.

### C. Realidade Virtual e Aumentada

As tecnologias de realidade virtual e realidade aumentada estão se tornando cada vez mais acessíveis e conhecidas. A busca por experiências mais ricas e imersivas através da realidade virtual e realidade aumentada também motivou o desenvolvimento de jogos com uso dessas tecnologias na área de música. Alguns exemplos são os jogos *VR4EDU* [50], *Deu a louca no maestro* [51] e *MusicandoRA* [52].

### D. Jogos com acessibilidade

O desenvolvimento de habilidades cognitivas e motoras está inserido na proposta de muitos jogos sérios. Além de

contribuir para o desenvolvimento infantil, os jogos podem também atuar e contribuir para a inclusão social, digital e de pessoas com deficiência. Nesse sentido, há exemplos de jogos que investiram no design e adaptações para adequar seu uso por crianças com deficiência, tais como o *GenVirtual* [53], *Melodia* [54] e *Dó Ré Música* [55].

Em um editorial, Hersh e Leporini [56] mencionam que o desenvolvimento de jogos geralmente é direcionado a pessoas sem deficiência, quando se poderia usar uma abordagem de design para todos. Elas ressaltam a necessidade de se desenvolver jogos inclusivos e que há interesse pela área, mas muito ainda precisa ser feito [56]. Esse editorial menciona trabalhos publicados em uma edição especial de periódico dedicada ao tema jogos sérios, educação e inclusão de pessoas com deficiência. Em um deles, relacionado com música, é proposto um ambiente responsivo em larga escala com recursos musicais para ensinar música a crianças cegas.

### E. Teoria Musical

Jogos que permitem a prática de instrumentos musicais (virtuais ou físicos) não estão necessariamente atrelados ao estudo da teoria musical. Jogos com foco em teoria musical tem potencial para alcançar um público mais amplo do que aqueles dedicados a um único instrumento. Mas há também o risco de não ser atrativo o suficiente para despertar interesse e motivação pelo conteúdo teórico, que muitas vezes é percebido como algo chato e desestimulante. Entretanto, aprender conceitos básicos de teoria musical tais como notas, acordes, ritmo, melodia, harmonia e notação musical é fundamental para todos que pretendem se aprofundar no estudo de música ou dedicar-se ao estudo de instrumentos específicos.

Desta maneira, trabalhos como *Musikinésia* [57], *Tuhu Musical* [58], *Musique* [59], *Mini Maestro* [60] e *Musical Instructor* [61], são exemplos de jogos cuja proposta não se limita aos instrumentos musicais ao incorporar algum tipo de conteúdo ou aspecto de design relacionados à conceitos de teoria musical.

## III. METODOLOGIA

Além do mapeamento sistemático, as atividades de desenvolvimento do projeto envolveram levantamento bibliográfico e apropriação do conhecimento técnico necessário, concepção, projeto, prototipação, codificação e teste de versões do jogo.

Um jogo sério é um sistema de software, mas que contém aspectos relevantes de design de interface e interação, e componentes essenciais que são particulares aos jogos, como por exemplo, regras, táticas, recompensas, desafios, níveis e resposta das ações de forma contínua [62]. Nesse sentido, o projeto busca proporcionar e promover a aprendizagem de conceitos básicos de teoria musical, de forma divertida e interativa, oferecendo aos usuários uma experiência de uso agradável e divertida.

Dessa forma, um jogo sério voltado para educação precisa atender não apenas aspectos relacionados à aprendizagem, mas também critérios que permitam equilibrar a parte "séria" do ensino com a parte "divertida" do jogo. Por exemplo,

se por um lado temos requisitos relacionados à sensação de prazer e controle, conexão emocional, gráficos atraentes e uma experiência envolvente, por outro é preciso também atender requisitos como objetivos de aprendizagem, sistema de recompensas bem definido, feedback e medidas de progresso, e acurácia do conteúdo abordado. E essas partes, que estão à princípio separadas, precisam ser bem "amarradas" no design do jogo para evitar situações como a possibilidade do jogador "fugir" da parte séria e interagir somente com aquilo que ele considera divertido. Em outras palavras, o conteúdo e a abordagem pedagógica de ensino-aprendizagem precisam estar de fato incorporadas ao design do jogo.

Dada a complexidade em que consiste desenvolver um projeto na área de jogos sérios, além de compreender que há requisitos de software, de design de jogos e de educação, é necessário usar métodos e ferramentas adequadas para apoiar a realização e gerenciamento das atividades. O processo de desenvolvimento do jogo foi feito através de ciclos curtos incluindo atividades de concepção, projeto, construção, testes e avaliação.

A concepção incluiu atividades de *brainstorming* para geração de ideias, que eram documentadas para posterior análise, classificação e avaliação. Durante esse processo de geração de ideias, frequentemente eram produzidos protótipos de baixa fidelidade - por exemplo, rascunhos manuais feitos em papel, como ilustrado na Fig. 1.



Fig. 1. Protótipo de baixa fidelidade do fluxo do jogo [63].

A prototipação de baixa fidelidade foi amplamente utilizada ao longo do desenvolvimento do projeto, em fases de concepção, design, implementação e documentação. Além de esboços em papel, também foram usados esboços digitais utilizando softwares de desenho livre e de construção de diagramas tais como fluxogramas e mapas mentais. A Fig. 2 ilustra um exemplo, usado para esboçar uma das fases do jogo e auxiliar na especificação e em decisões de projeto (ex. como seria o feedback sobre acertos e erros).

O desenvolvimento aconteceu de forma iterativa e incremental, baseado nos princípios ágeis e no framework *Scrum* de gestão ágil de projetos. As ferramentas usadas para apoiar a gestão incluem o *GitHub* [64] - um serviço web com recursos para controle de versões e de mudanças em projetos de software, e o *ZenHub* [65] - integrado ao *GitHub*, oferece

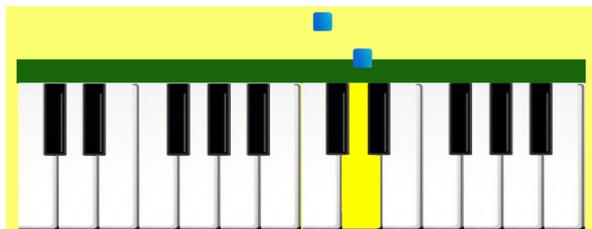


Fig. 2. Protótipo de baixa fidelidade criado para especificar e discutir ideias sobre o design do jogo [63].

serviços adicionais que auxiliam na gestão ágil de projetos, tais como quadro *Kanban* e relatórios automatizados.

Além da implementação propriamente dita, projetos de software envolvem também a construção de artefatos variados, tais como diagramas e documentação de uso. No caso de jogos, o principal artefato é o Documento de Design de Jogo (ou GDD, do inglês “*Game Design Document*”). Ele é um documento guia, que contém todas informações gerais sobre o jogo (ex. história, personagens, fases, mecânica, plataforma), e, quando necessário, indica outros documentos complementares com informações mais específicas e detalhadas.

O GDD do *Musicália* foi elaborado de forma progressiva ao longo do desenvolvimento do projeto. O *Google Docs* foi utilizado por oferecer recursos para escrita colaborativa, revisão e histórico de versões. E as especificações mais técnicas, sobre funcionalidades a serem implementadas no software, foram feitas por meio de *issues* no *GitHub*, utilizando histórias de usuário, notação textual e algorítmica (Fig. 3), diagramas (ex. casos de uso e fluxogramas), protótipos de baixa fidelidade para representar a interface de usuário ou o funcionamento de algum aspecto do jogo (Fig. 2).

```

Regras
Pré-condição: o jogador possui uma quantidade P de pontos e E de estrelas.
Pós-condição: o jogador irá acumular a quantidade máxima de pontos e estrelas que recebeu ao completar a tarefa. se o jogador realizar a tarefa duas ou mais vezes, somente a pontuação máxima deve ser registrada.

qtd_notas_musica = N (ex. musica brilha briha estrelinha) // quantidade de notas que a música possui - esse numero eh conhecido a priori e define o máximo possível de acertos
pontos = 0; qtd_notas_jogador = 0; qtd_acertos = 0; qtd_errores = 0;

WHILE (qtd_notas_musica > 0) {
  // acerto implica usuário pressionar tecla correta no momento certo
  IF acerto == "perfect" { // jogador pressionou tecla quando a "bolinha" estava sobreposta à região mais pontos += 2
    qtd_notas_jogador++; qtd_acertos++;
    exibe_feedback("perfect");
  } ELSE IF acerto == "good" { // jogador pressionou tecla quando a "bolinha" estava sobreposta à linha # pontos += 1
    qtd_notas_jogador++; qtd_acertos++;
    exibe_feedback("good");
  } ELSE { // jogador errou, pois pressionou tecla incorreta ou em momento errado (quando nenhuma bolinha)
    qtd_notas_jogador++; qtd_errores++;
    exibe_feedback("erro");
  }
  qtd_notas_musica--;
}
    
```

Fig. 3. Exemplo de especificação das regras de minijogo.

As atividades de design do jogo e implementação do software aconteceram de forma intercalada e entrelaçada ao longo dos ciclos de desenvolvimento do projeto. A construção do design do jogo (história, cenários, personagens, mecânica etc.) ocorreu de forma colaborativa, com várias sessões de geração, consolidação e validação de ideias. Em paralelo, protótipos in-

terativos eram construídos e testados, e os resultados poderiam provocar novas mudanças no processo de design do jogo.

Em *Musicália*, temos um mundo mágico com personagens não-humanos e um enredo de fantasia. Inicialmente buscou-se definir o enredo do jogo, sua história e personagens, e o conteúdo teórico a ser abordado. Diversas alterações aconteceram ao longo desse processo, as quais inclusive geraram mudanças significativas e retrabalho, até que fosse obtida a versão final do enredo.

A organização do mundo do jogo em reinos e a sequência a ser percorrida pelo jogador foram pensados de forma associada à organização dos conteúdos teóricos a serem abordados. Inicialmente foram identificados e agrupados os conteúdos básicos que seriam abordados no jogo visando a iniciação musical e introdução à teoria musical. Em seguida, especialistas (dois maestros e dois professores de música) foram consultados sobre o conteúdo e sua organização em termos pedagógicos. Então, foram realizadas atividades de pesquisa e geração de ideias para identificar as características (por exemplo, adjetivos, cores, cenários, *mood*) que melhor representariam cada um desses grupos de conteúdo. Com base nos resultados, deu-se início ao processo de criação dos cenários, personagens e a ideia inicial sobre a história do jogo foi aperfeiçoada. Para ilustrar, dessas informações estão sumarizadas na Tabela I.

TABELA I  
IDEAÇÃO: ASSOCIAÇÃO ENTRE OS CONCEITOS DE TEORIA MUSICAL E SUA REPRESENTAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DO JOGO

Reinos	Conceitos	Características
<i>Ritmo</i>	Ritmo, compasso, intervalos e figuras de tempo	Metódico, organizado, disciplinado, preciso, rústico
<i>Notas</i>	Notas naturais, tons, sustenidos e bemóis	Alegre, colorido, divertido, descontraído, radiante
<i>Melodia</i>	Melodias, oitavas, composições, instrumentos musicais	Flexível, romântico, juvenil, bonito, ousado
<i>Harmonia</i>	Harmonia, acordes, cifras	Sereno, calmo, relaxante, pacífico, elegante
<i>Pauta</i>	Pauta, ligaduras, claves	Rigoroso, formal, exigente, sábio, líder, conciliador
<i>Silêncio</i>	Pausas e simbologias	Silencioso, simples, místico

A concepção dos cenários e personagens envolveu atividades semelhantes, a partir de uma ficha (*template*) que serviu de base para a inserção das informações que serviriam de base para as próximas etapas de pesquisa, construção de *moodboard*, arte conceitual e finalização. As atividades realizadas para construção da arte dos cenários e personagens envolveram: definição do escopo básico; elaboração de esboço; construção da ficha de personagem / cenário (ex. características físicas, características ambientais, relacionamentos, comportamentos); criação da arte conceitual (*concept art*).

A definição de um escopo básico para os cenários e personagens ajudou a tomar decisões sobre a arte do jogo, tais como cores, estilo e objetos que iriam compor os cenários e as características dos personagens. As fichas usadas como base para criação das artes contêm informações como: identificação; características físicas; história de vida; características emocionais

e psicológicas; protótipos visuais; arte conceitual. A Fig. 4 ilustra exemplos de esboços (protótipos de baixa fidelidade) que foram criados a partir das características levantadas para os cenários do Reino da Melodia e Reino da Harmonia.

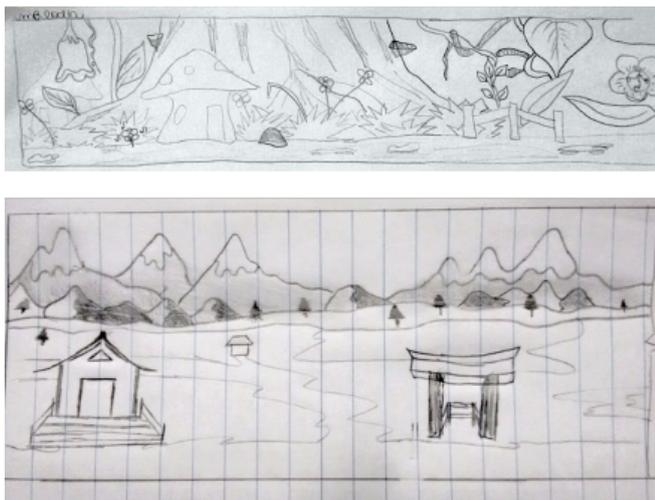


Fig. 4. Esboço dos cenários do Reino da Melodia (imagem superior) e Reino da Harmonia (imagem inferior) [63].

De forma semelhante, a Fig. 5 ilustra exemplos dos esboços preliminares elaborados para a criação dos personagens Batuque (Reino do Ritmo) e Lili (Reino da Melodia).

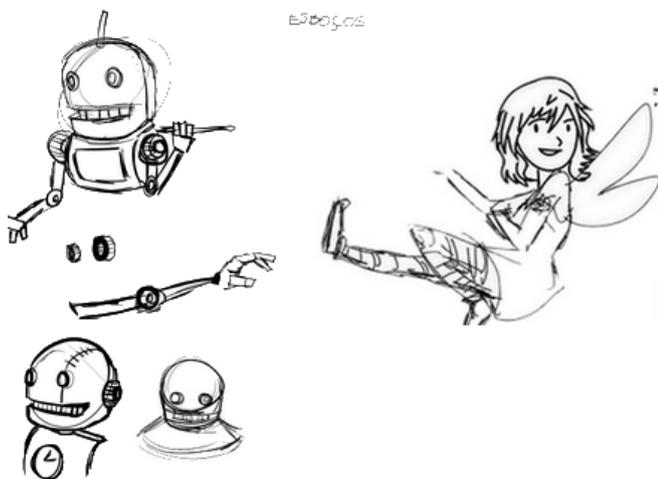


Fig. 5. Esboço dos personagens Batuque (Reino do Ritmo) e Lili (Reino da Melodia) [63].

Os primeiros protótipos interativos e *mockups* de interface foram construídos utilizando essas versões preliminares, em esboço, de cenários, personagens e telas de interface. Dessa forma, foi possível construir de forma rápida e com baixo custo versões interativas que permitiram simular a interação de usuários através da transição entre as interfaces desenhadas, e obter feedbacks (ex. possíveis erros e problemas de usabilidade) para melhoria do projeto de interface e interação.

O *Unity 3D* [66] foi escolhido como plataforma para implementação do jogo. Ele é uma *engine* voltada para a criação de jogos 2D e 3D, oferece um editor amigável, bibliotecas e funcionalidades diversas para apoiar o desenvolvimento de jogos, e facilita a geração do jogo para distribuir em diferentes plataformas (dispositivos móveis (*Android*, *IOS*, *Windows Phone*), computadores, *consoles*, web e *smart TVs*). Além disso, ele oferece uma licença gratuita para fins acadêmicos e não-comerciais. Ao longo do processo de desenvolvimento foram conduzidos testes internos (realizados pela própria equipe do projeto) e também com a participação de voluntários.

#### IV. RESULTADOS

*Musicalia* é um jogo sério que tem como objetivo primário a iniciação musical de crianças, apresentando de forma lúdica conceitos e elementos da teoria musical, tais como melodia, harmonia, ritmo, tempo, notas, figuras musicais, escalas e partituras.

##### A. História do jogo (enredo)

*Musicalia* é um mundo mágico que possui a música como energia vital. As músicas são armazenadas em amuletos, que funcionam como cápsulas de energia. *Sillentium*, um ser mágico que vivia escondido em uma floresta pantanosa, se sentia inferiorizado por acreditar que as pausas (embora muito importantes para a música) não são valorizadas como deveriam. Assim, ele se alimentava de sentimentos negativos como angústia, tristeza e mágoa, que acabaram por contaminar também os demais reinos do mundo de *Musicalia*. Então, *Sillentium* roubou o baú de amuletos musicais e quebrou cada um deles em vários pedaços, que se espalharam pelos reinos de *Musicalia*. E sem a música, esse mundo mágico foi dominado pelo silêncio, e *Sillentium* passou a vagar por todos os cantos de *Musicalia* causando desordem.

Na busca por trazer de volta a ordem e a energia vital ao mundo, e assim impedir sua completa destruição, um aventureiro começa a percorrer os reinos de *Musicalia* para recuperar e restaurar os amuletos que foram quebrados e espalhados pelo mundo. Para ajudar nesse desafio, o jogador, no papel desse aventureiro, deve percorrer cada um dos reinos de *Musicalia* e completar diferentes missões.

##### B. Reinos de *Musicalia* (cenários)

O mundo mágico de *Musicalia* é composto pelos seguintes reinos: (1) Ritmo, (2) Notas, (3) Melodia, (4) Harmonia, (6) Pauta e (6) Silêncio, cujos cenários são ilustrados na Fig. 6. Cada reino possui uma temática própria, onde são abordados diferentes conteúdos dentro da teoria musical, conforme apresentado na tabela I. Desse modo, o jogador irá percorrer os ambientes e interagir com conteúdos específicos através de diferentes tipos de atividades e desafios, tais como: ordenar corretamente as notas musicais para tocar uma determinada música, interagir com um instrumento para acompanhar o ritmo de uma música, identificar as figuras de tempo em uma partitura e relacionar com as notas musicais correspondentes.



Fig. 6. Cenários ilustrando os diferentes reinos de Musicália.

C. Personagens

Personagens primários foram criados para fazer interlocução com o jogador e oferecer alguma orientação quando necessário. Conforme apresentado na Seção III, a criação desses personagens envolveu a realização de várias atividades, envolvendo pesquisa, prototipação e finalização das artes. Personagens secundários também foram criados com o objetivo de compor os ambientes do jogo. Durante o jogo, a interação dos personagens com o jogador envolve instruções básicas sobre as missões e atividades a serem realizadas, e também há diálogos e interações com intuito de promover o engajamento e motivar o jogador (Fig. 7). Há um personagem principal para cada reino, conforme apresentado na Fig. 8.



Fig. 7. Tela com personagens dando instruções sobre os desafios do jogador.

D. Organização e fases do jogo

O jogo é composto por uma sequência de fases que estão distribuídas pelos reinos de Musicália. Em uma "rodada", o jogador irá percorrer todos os reinos e realizar missões dentro de cada reino. Uma música é associada a cada rodada. Dessa forma, ao visitar cada um dos reinos, o jogador irá interagir com diferentes elementos do conteúdo de teoria musical (ex. notas, ritmo, melodia) associados a nessa música. Por exemplo, para a música "Brilha brilha estrelinha", ao visitar o Reino do Ritmo e realizar as atividades e desafios, o jogador terá a oportunidade de aprender sobre ritmo de forma interativa e aplicada a essa música. De forma semelhante, ao visitar o Reino das Notas, o jogador irá interagir com



Fig. 8. Personagens que acompanham o jogador em Musicália.

conteúdos e atividades sobre as notas musicais aplicados à música específica daquela rodada. Esse fluxo é ilustrado na 9, que apresenta o mapa principal com os reinos de Musicália, os cenários de cada reino, e algumas das fases (minijogos) disponíveis.

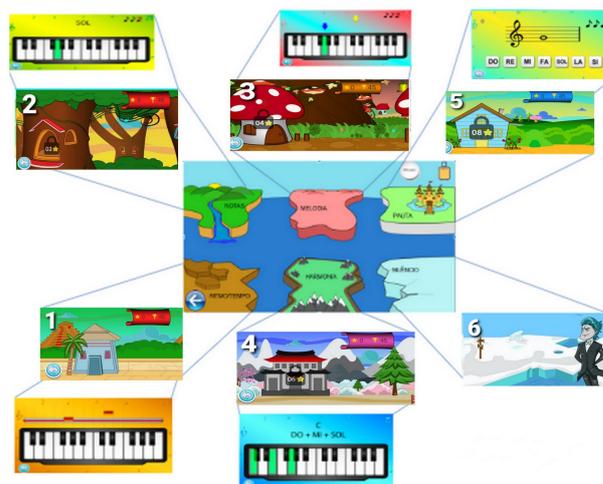


Fig. 9. Tela com fluxo entre os reinos e fases do jogo [63].

Ao acessar um reino, o jogador será orientado sobre as missões e desafios que ele deverá completar para conseguir avançar no jogo. Esse é um dos momentos em que o jogador irá interagir com os personagens. Dentro de cada reino, há diferentes tipos de desafios ou atividades que o jogador deve realizar, que seriam correspondentes às fases do jogo. Mas há algumas particularidades, pois cada fase possui objetivos e regras específicos, e mecânica própria. Assim, no contexto desse trabalho, elas são denominadas minijogos. Portanto, um minijogo consiste em uma etapa a ser vencida pelo jogador, que possui objetivos, regras, mecânica específicos, e a interface e estilo de interação variam de acordo com o reino e o tipo de conteúdo a ser abordado. Mas há elementos comuns na arquitetura do jogo, como o sistema de pontuação e

recompensas. Para ilustrar, serão apresentados a seguir alguns exemplos de minijogos já implementados e disponíveis na atual versão do jogo.

**Reino do Ritmo: acompanhar ritmo da música no teclado:** o objetivo do jogador é acompanhar o ritmo da música que está sendo executada, pressionando a tecla no momento certo. Uma orientação visual (“pedaços de barra” caindo) é apresentada ao jogador para indicar o momento correto para se pressionar a tecla, que ocorre quando há a sobreposição do elemento que está caindo sobre a barra maior. O jogador ganha pontos se pressionar a tecla no momento em que há alguma sobreposição, e o grau de acerto aumenta conforme a taxa de sobreposição entre o elemento e a barra maior. Feedbacks visuais e sonoros são apresentados ao jogador para indicar seu desempenho, conforme ilustrado na Fig. 10.



Fig. 10. Minijogo acompanhar ritmo da música no teclado.

**Reino das Notas: tocar notas da música no teclado:** o objetivo do jogador é pressionar a tecla correta correspondente à cada uma das notas que constituem a música atual. Uma orientação visual (legenda sobre as teclas) é apresentada ao jogador (Fig. 11). Ao longo do jogo, essas orientações visuais podem ser omitidas para aumentar o nível de dificuldade, pois com o tempo o jogador irá aprender a localizar as notas no teclado sem a necessidade de legenda. Nesse caso, a pontuação irá variar conforme a quantidade de acertos das teclas (notas) pressionadas no teclado e sua correspondência com as notas exibidas para tocar a música específica da fase.

**Reino da Melodia: acompanhar melodia da música no teclado:** o objetivo do jogador é pressionar a sequência correta de notas correspondente à melodia da música. Uma orientação visual (nota atual e próxima nota) é apresentada ao jogador (Fig. 12). Uma das formas de introduzir dificuldade nessa fase é ocultar a orientação visual que indica a nota atual ou a próxima nota da melodia. O desempenho do jogador está relacionado à quantidade de acertos da sequência de notas que correspondem à melodia da música em questão.

**Reino da Harmonia: tocar acordes da música no teclado:** o jogador tem como objetivo pressionar o conjunto de teclas (notas) para executar, sequencialmente, os acordes que compõem a música. De forma semelhante, indicações visuais orientam o jogador sobre as teclas (notas) que formam



Fig. 11. Minijogo tocar notas da música no teclado [63].

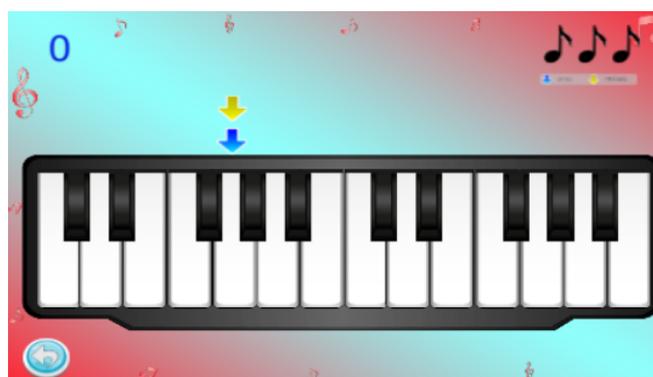


Fig. 12. Minijogo acompanhar melodia da música no teclado [63].

o acorde, e a ocultação dessas orientações visuais aumentam o nível de dificuldade na medida que o jogador avança no jogo (Fig. 13). Desse modo, o jogador irá aprender, praticar e memorizar a formação de acordes ao longo do jogo.

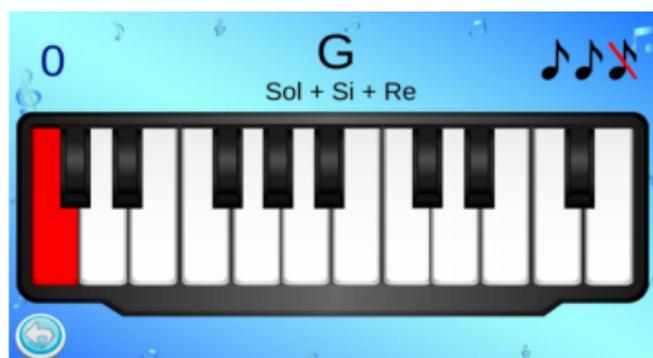


Fig. 13. Minijogo tocar acordes da música no teclado [63].

**Reino da Pauta: identificar notas da música na pauta:** o objetivo do jogador é identificar a nota correspondente ao que é exibido na pauta musical (Fig. 14). De forma semelhante, a sequência de notas exibidas na pauta corresponde à execução da música da rodada atual. Há duas variações que permitem ajustar a dificuldade do jogo: exibir / ocultar informações na pauta sobre uma ou mais notas, reduzir / aumentar o número

de opções disponíveis para o jogador escolher. A pontuação do jogador é dada pela quantidade de acertos.



Fig. 14. Minijogo identificar notas da música na pauta [63].

**Reino da Pauta: identificar tempo de figuras rítmicas:** o jogador tem como objetivo indicar a duração correspondente à figura rítmica exibida (Fig. 15). Uma das formas de introduzir dificuldade consiste em limitar o tempo que o jogador possui para responder, e o desempenho do jogador irá corresponder aos acertos obtidos.



Fig. 15. Minijogo identificar tempo de figuras rítmicas [63].

Cada uma das fases (minijogos) foi concebida para abordar, de forma lúdica e interativa, um ou mais conceitos básicos de teoria musical. E, de forma incremental, o jogador terá a oportunidade de avançar dos conteúdos mais básicos aos mais complexos. A prática dos diferentes conceitos com a mesma música, a cada rodada, contribui para reforçar o aprendizado do conteúdo abordado.

Cada minijogo possui regras próprias para definir o desempenho do jogador. Mas o sistema de pontuação e recompensas é compartilhado. Ao terminar o minijogo, uma pontuação é calculada e, além dos pontos, o jogador irá receber estrelas (a quantidade de estrelas varia conforme o desempenho obtido). Dessa forma, o jogador poderá avançar para a próxima fase (minijogo), mas para conseguir avançar além disso, será necessário conseguir um desempenho razoável nas fases anteriores. As estrelas são usadas para desbloquear fases, e também como recompensa por ótimo desempenho,

dando acesso à artefatos no jogo (ex. amuletos musicais, "vidas" adicionais, fases secretas). Um aspecto importante e que foi considerado elemento fundamental no design do jogo é o cuidado com as mensagens de feedback negativo, quando o jogador comete algum erro, para não desmotivá-lo ou desencorajá-lo. Se o desempenho é baixo, o jogador irá receber estímulos na interface para tentar novamente e orientações para ajudar a melhorar o seu desempenho.

#### E. Versão demo

Uma versão de demonstração do jogo foi desenvolvida e disponibilizada [67] para algumas pessoas para ajudar nos testes e avaliação, como prova de conceito. A partir da tela inicial, (Fig. 16a), o usuário será direcionado ao mapa principal (Fig. 16b) e poderá então acessar as fases do jogo, como ilustrado na Fig. 9. Inicialmente, ela foi disponibilizada para dispositivos com sistema operacional *Android*, mas será também distribuída para outras plataformas. Além dos minijogos apresentados na Seção IV-D, outros também já foram especificados e / ou implementados [67].



Fig. 16. Versão de demonstração do jogo [63].

A versão demo foi utilizada para realização de testes funcionais e de avaliação informal (avaliação rápida e suja [68]), e envolveram a participação de membros do Laboratório LEDS da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) e de alunos da disciplina de graduação Avaliação de Sistemas Interativos. Os voluntários foram convidados a jogar e os dados foram coletados através da observação da interação e feedback dos voluntários sobre a experiência de uso e com o jogo. Os resultados obtidos foram analisados e algumas mudanças foram implementadas a partir dos problemas encontrados e das propostas de melhorias levantadas. As próximas etapas incluem o planejamento e condução de avaliações mais formais de usabilidade e experiência de uso, com grupos envolvendo professores e estudantes de música de escolas livres e regulares.

#### V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A música está presente em vários momentos da nossa vida e faz parte do corpo de conhecimentos abordados no ensino regular em diversos países. No Brasil, ela é conteúdo obrigatório dentro do componente Artes. Um dos principais desafios na educação de crianças e jovens, enfrentados por professores, pais e responsáveis, consiste em criar e manter a motivação e o engajamento necessários ao aprendizado. E o acesso cada vez mais fácil à internet e mídias atrativas que disputam a atenção torna o desafio ainda maior. Assim, uma

boa estratégia é fazer uso desses recursos tecnológicos como ferramentas de apoio ao processo de ensino.

Os jogos sérios são aqueles cuja finalidade vão além do simples entretenimento e diversão. Eles podem ser empregados, por exemplo, em atividades de ensino como recurso didático ou paradidático. Há aplicações de jogos no ensino em diversas áreas de conhecimento, tais como Física, Matemática e Ciências. Também é possível encontrar exemplos voltados para a música, mas são limitadas iniciativas com foco em teoria musical.

Nesse artigo, apresentamos os resultados do mapeamento e identificação de jogos sérios voltados para música, que permitiram identificar limitações e motivaram a proposição de um novo jogo. Musicália é um jogo sério, voltado para crianças, concebido com o objetivo de auxiliar no ensino de teoria musical. Ao longo do texto, apresentamos as etapas que fizeram parte da metodologia de desenvolvimento do trabalho, e os resultados obtidos, que incluem a criação da história do jogo e dos personagens, a elaboração do documento de design do jogo, a especificação e implementação de minijogos que abordam conteúdos de teoria musical, e o desenvolvimento e teste de uma versão de demonstração do jogo como prova de conceito.

Os trabalhos futuros incluem a implementação de funcionalidades do lado servidor, que permitam coleta de dados e acompanhamento remoto do desempenho dos jogadores; a avaliação formal do jogo com crianças e professores, no contexto de ensino regular e do ensino livre de música; desenvolvimento de novos minijogos abordando outros conteúdos de teoria musical; e a implementação de melhorias de interface e de experiência de uso.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq - 402956/2016-8), à Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais (FAPEMIG), e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio ao desenvolvimento deste trabalho.

#### REFERÊNCIAS

- [1] C. E. de Souza and M. C. L. Joly, “A importância do ensino musical na educação infantil,” *Cadernos da Pedagogia*, vol. 4, no. 7, 2010.
- [2] Brasil, “Lei nº 11.769, de 18 de Agosto de 2008. altera a ldb nº 9.394/96, para dispor sobre a obrigatoriedade do ensino da música na educação básica,” *Diário Oficial da União*, 2008.
- [3] L. R. S. QUEIROZ, “Música na escola: aspectos históricos da legislação nacional e perspectivas atuais a partir da lei 11.769/2008,” *Revista da ABEM*, vol. 20, no. 29, 2013.
- [4] *Encore*. (5.0.4). [Online]. Available: <https://www.passportmusic.com/products/encore>
- [5] *Guitar Pro*. (7.5). [Online]. Available: <https://www.guitar-pro.com>
- [6] *MuseScore*. (3.6.2). [Online]. Available: <http://www.meta-analysis.com>
- [7] *KB Piano*. (2.5.1). [Online]. Available: <https://www.gfsoftware.com/desktop>
- [8] *Virtual Piano*. (2021). [Online]. Available: <https://virtualpiano.net>
- [9] *Sonic Visualiser*. (4.4). [Online]. Available: <https://www.sonicvisualiser.org>
- [10] V. Manzo and W. Kuhn, *Interactive composition: Strategies using Ableton live and max for live*. Oxford University Press, USA, 2015.
- [11] F. C. Motta and P. M. C. Garone, “Melodic,” *SBC – Proceedings of SBGames*, pp. 294–301, 2013.
- [12] G. Aranha, “Jogos eletrônicos como um conceito chave para o desenvolvimento de aplicações imersivas e interativas para o aprendizado,” *Ciências & Cognição*, vol. 7, no. 1, pp. 105–110, 2006.
- [13] D. R. Michael and S. L. Chen, *Serious games: Games that educate, train, and inform*. Muska & Lipman/Premier-Trade, 2005.
- [14] M. J. Dondlinger, “Educational video game design: A review of the literature,” *Journal of applied educational technology*, vol. 4, no. 1, pp. 21–31, 2007.
- [15] E. H. Farias, M. da Silva Hounsell, L. B. Blume, F. R. Ott, and F. V. P. Cordovil, “Moviletrando: Jogo de movimentos para alfabetizar crianças com down,” in *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, 2013, p. 316.
- [16] T. F. M. Lima, B. G. Barbosa, C. R. Niquini, C. C. Araújo, and R. M. Lana, “Playing against dengue - Design and development of a serious game to help tackling dengue,” in *Proceedings of the 5th International Conference on Serious Games and Applications for Health*. IEEE, 2017.
- [17] A. Cardoso, A. G. Giraldello, and B. Nalva Ap M, “Tabuada legal: um jogo sério para o ensino de multiplicações,” in *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, 2013, p. 376.
- [18] V. Freitas and A. Morais, “Ensino de música apoiado pelo uso de serious games: revisão sistemática sobre o panorama de publicações nacionais e internacionais,” in *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, 2019, p. 833.
- [19] T. Napolitano and G. P. Guedes, “Descobrimosons: um jogo para ensinar música de forma lúdica,” in *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, 2018, p. 1820.
- [20] *Flute Master*. (2018). [Online]. Available: <https://classplash.de/pt-pt/flutemaster>
- [21] N. S. Patrício, I. K. Ficheman, and R. de Deus Lopes, “The piano game: Using low cost laptops for music education,” in *IADIS International Conference Cognition and Exploratory Learning in Digital Age 2007*, 2007, pp. 389–392.
- [22] C. M. C. Gomes, J. D. C. Gomes, and L. Oliveira, “Flappy crab project: Development of a digital educational game for teaching music,” in *2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*. IEEE, 2017, pp. 1–6.
- [23] D. J. Levitin, *This is your brain on music: The science of a human obsession*. Penguin, 2006.
- [24] G. Schlaug, A. Norton, K. Overy, E. Winner *et al.*, “Effects of music training on the child’s brain and cognitive development,” *Annals-New York Academy of Sciences*, vol. 1060, p. 219, 2005.
- [25] S. H. Anvari, L. J. Trainor, J. Woodside, and B. A. Levy, “Relations among musical skills, phonological processing, and early reading ability in preschool children,” *Journal of experimental child psychology*, vol. 83, no. 2, pp. 111–130, 2002.
- [26] J. E. Gromko, “The effect of music instruction on phonemic awareness in beginning readers,” *Journal of research in music education*, vol. 53, no. 3, pp. 199–209, 2005.
- [27] S. Hallam, “The power of music: Its impact on the intellectual, social and personal development of children and young people,” *International journal of music education*, vol. 28, no. 3, pp. 269–289, 2010.
- [28] M. Kalmar, “The effects of music education based on kodaly’s directives in nursery school children: From a psychologist’s point of view,” *Psychology of Music*, 1982.
- [29] T. Koutsoupidou and D. J. Hargreaves, “An experimental study of the effects of improvisation on the development of children’s creative thinking in music,” *Psychology of music*, vol. 37, no. 3, pp. 251–278, 2009.
- [30] K. Zadnik and K. Habe, “The developmental benefits of early music education: An evaluation study of the two slovenian projects,” *Journal of Education Research*, vol. 11, no. 3, 2017.
- [31] S. Deterding, D. Dixon, R. Khaled, and L. Nacke, “From game design elements to gamefulness: defining gamification,” in *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments*. ACM, 2011, pp. 9–15.
- [32] T. M. Connolly, E. A. Boyle, E. MacArthur, T. Hainey, and J. M. Boyle, “A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games,” *Computers & Education*, vol. 59, no. 2, pp. 661–686, 2012.

- [33] H. W. Giessen, “Serious games effects: an overview,” *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 174, pp. 2240–2244, 2015.
- [34] M. Cavalcante *et al.*, “Proposta de serious games aplicado ao ensino de eletrônica básica: o jogo genius a partir da plataforma arduino,” *Abakós*, vol. 4, no. 1, pp. 3–19, 2015.
- [35] A. Sales and R. Souza, “Virtualização de uma série de serious games para apoiar o ensino e aprendizagem em biologia,” *Nuevas Ideas en Informatica Educativas*, 2017.
- [36] R. M. Moraes and L. S. Machado, “Serious games para educação matemática,” *XXXIII CNMAC*, pp. 444–450, 2010.
- [37] S. C. Deguirmendjian, F. M. de Miranda, and S. H. Zem-Mascarenhas, “Serious game desenvolvidos na saúde: Revisão integrativa da literatura,” *Journal of Health Informatics*, vol. 8, no. 3, 2016.
- [38] K. Petersen, R. Feldt, S. Mujtaba, and M. Mattsson, “Systematic mapping studies in software engineering,” in *12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE) 12*, 2008, pp. 1–10.
- [39] S. Keele *et al.*, “Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering,” Citeseer, Tech. Rep., 2007.
- [40] *Rocksmith*. (2014). [Online]. Available: <http://www.ubi.com/UK/Games/Info.aspx?pld=11145>
- [41] Joytunes, “Simply piano.” [Online]. Available: <https://www.joytunes.com/>
- [42] F. S. Guia, “A utilização da aplicação simply piano no curso básico de música,” Ph.D. dissertation, Campus Universitário de Viseu, 2020.
- [43] T. J. Tanenbaum and J. Bizzocchi, “Rock band: a case study in the design of embodied interface experience,” in *Proceedings of the 2009 ACM SIGGRAPH Symposium on Video Games*, 2009, pp. 127–134.
- [44] P. R. Vianna, R. Nakamura, E. M. Mesquita, M. T. Silva, and J. Cheng, “Rainbow strings: jogo para aprendizado de violino com processamento de áudio,” *Simpósio Brasileiro de jogos e entretenimento digital - SBGAMES*, 2010.
- [45] M. S. S. Sousa *et al.*, “O bando do lim: jogo de aprendizagem de bandolim,” Ph.D. dissertation, Universidade da Madeira, Portugal, Mar. 2019.
- [46] E. Mendes, “Mobile drum hero: sistema de aprendizado de bateria interativo,” B.S. thesis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.
- [47] R. Lyra and E. A. de Jesus, “Jogo musical rítmico para auxílio em exercícios de execução rítmica,” *Anais do Computer on the Beach*, pp. 223–232, 2014.
- [48] E. A. de Jesus, M. Z. Uriarte, and A. L. A. Raabe, “Zorelha: Um objeto de aprendizagem para auxiliar o desenvolvimento da percepção musical em crianças de 4 a 6 anos,” *Revista Brasileira de Informática na Educação*, vol. 18, no. 01, p. 91, 2010.
- [49] J. Souza, “Aprender e ensinar música no cotidiano: pesquisas e reflexões,” *Aprender e ensinar música no cotidiano. Porto Alegre: Sulina*, pp. 7–12, 2008.
- [50] E. Degli Innocenti, M. Geronazzo, D. Vescovi, R. Nordahl, S. Serafin, L. A. Ludovico, and F. Avanzini, “Mobile virtual reality for musical genre learning in primary education,” *Computers & Education*, vol. 139, pp. 102–117, 2019.
- [51] F. C. A. Palmeira *et al.*, “Jogo digital com realidade aumentada e inteligência artificial aplicado ao contexto de musicalização infantil com foco na percepção de musical,” 2018.
- [52] A. G. D. Corrêa, M. Lima, D. G. de Melo, and I. I. dos Santos, “Desenvolvimento de um livro interativo em realidade aumentada para ensino e aprendizagem musical,” *RENTE-Revista Novas Tecnologias na Educação*, vol. 10, no. 2, 2012.
- [53] A. G. D. Corrêa, G. A. de Assis, M. do Nascimento, and R. de Deus Lopes, “Genvirtual: um jogo musical para reabilitação de indivíduos com necessidades especiais,” *Revista Brasileira de Informática na Educação*, vol. 16, no. 01, 2008.
- [54] M. Vassoler Dias, “Melodia: Um modelo de jogo sério para o ensino de música a pessoas deficientes intelectuais - lesic,” 2019. [Online]. Available: <http://dainf.pg.utfpr.edu.br/lesic/site/produto/104>
- [55] H. F. C. B. Gonçalves, “Dó ré música-um jogo sério para a educação de crianças com perturbações a nível do desenvolvimento cognitivo,” dissertação de mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, (Universidade NOVA de Lisboa), Caparica, Portugal, 2019.
- [56] M. Hersh and B. Leporini, “Serious games, education and inclusion for disabled people editorial,” *British Journal of Educational Technology*, vol. 49, no. 4, pp. 587–595, 2018.
- [57] R. A. Bordini, J. Otsuka, D. Beder, L. F. Fonseca, A. P. A. Nunes, D. L. Santiago, P. A. G. de Freitas, and G. Santiago, “Musikinésia: Jogo eletrônico gratuito para a aprendizagem de teclado e leitura musical,” in *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, 2016, p. 225.
- [58] *Tuhu musical*. (2021). [Online]. Available: <http://www.futuroteca.com.br/o-aplicativo-estimulamusicalidade-das-criancas>
- [59] R. Prado, “Musique: um jogo mobile para musicalização infantil,” *SBC – Proceedings of SBGames Art e Design Track*, pp. 304–307, 2018.
- [60] A. P. P. Ribeiro, B. A. Pacheco *et al.*, “A musicalização infantil por meio de jogos virtuais educacionais,” *Conferencias LACLO*, vol. 5, no. 1, 2015.
- [61] A. C. Brandão, “Musical Instructor: concepção e desenvolvimento de um jogo educativo para o ensino de música,” monografia (Bacharel em sistemas de informação), UFOP (Universidade Federal de Ouro Preto), João Monlevade, Brasil, 2016.
- [62] J. NOVAK, *Desenvolvimento de games*, 1st ed. Pedro C., São Paulo: Cengage Learning, 2010.
- [63] W. G. de Lima, “Musicália - concepção e desenvolvimento de um jogo para iniciação musical,” monografia (Bacharel em Engenharia da Computação), UFOP (Universidade Federal de Ouro Preto), João Monlevade, Brasil, 2018.
- [64] *GitHub*. (2021). [Online]. Available: <https://github.com>
- [65] *ZenHub*. (2021). [Online]. Available: <https://www.zenhub.com>
- [66] *Unity 3D*. (2021). [Online]. Available: <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html>
- [67] T. F. M. de Lima, “Website do projeto musicália,” Disponível em: <https://www.leds.ufop.br/musicalia>. (Acesso em 20 abr. 2021).
- [68] Y. Rogers, H. Sharp, and J. Preece, *Design de Interação*. Bookman Editora, 2013.