



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação

Musintro – Aplicativo de Apoio à Aprendizagem Introdutória de Teoria Musical Utilizando Gamificação

Augusto Freitas Brandão

Monografia apresentada como requisito parcial
para conclusão do Curso de Engenharia da Computação

Orientador

Prof. Dr. Wilson Henrique Veneziano

Brasília
2021



Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação

Musintro – Aplicativo de Apoio à Aprendizagem Introdutória de Teoria Musical Utilizando Gamificação

Augusto Freitas Brandão

Monografia apresentada como requisito parcial
para conclusão do Curso de Engenharia da Computação

Prof. Dr. Wilson Henrique Veneziano (Orientador)
CIC/UnB

Prof.a Dr.a Germana Menezes da Nobrega Dr. Marcelo Grandi Mandelli
CIC/UnB CIC/UnB

Prof. Dr. João José Costa Gondim
Coordenador do Curso de Engenharia da Computação

Brasília, 04 de novembro de 2021

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus professores Cláudia, Fábio, Thiago e Kaídison, por cultivarem em mim o amor pela música.

Agradecimentos

Ao meu orientador, Prof. Wilson Henrique Veneziano, pela orientação segura e crítica que me permitiu chegar ao final deste percurso.

Aos meus pais, Eduardo e Helana, e à minha irmã, Izabel, pelo apoio e companheirismo por toda minha jornada acadêmica.

Aos professores da UnB que fizeram parte da minha trajetória, pelos ensinamentos e pelo compromisso com a educação.

A todos os meus amigos, com quem compartilho as alegrias e tristezas da vida, que me acompanharam e apoiaram neste percurso.

Aos meus colegas e amigos de curso que compartilharam a caminhada comigo.

Ao meu amigo Ian, pelos conselhos e ajuda neste trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), por meio do Acesso ao Portal de Periódicos.

Resumo

Este trabalho descreve a concepção e o desenvolvimento de um aplicativo para smartphones Android intitulado Musintro. O objetivo é que seja uma ferramenta gratuita de apoio ao aprendizado introdutório de teoria musical, empregando elementos de gamificação para aumentar o engajamento e a motivação dos usuários. O aplicativo foi testado por professores de música. A intenção quando do desenvolvimento deste produto foi a de colaborar com a democratização do acesso à cultura, por meio do ensino da música.

Palavras-chave: teoria musical, gamificação, software educacional, ensino de música

Abstract

This work describes the conceiving and development of the app for Android smartphones titled Musintro. It's goal is to be a free tool for the learning of music theory, employing game elements to enhance student motivation and engagement. The app was tested and validated by music teachers. This project intents to promote the democratization of culture through the teaching of music.

Keywords: music theory, gamification, educational software, music learning

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Problema	1
1.2	Justificativa	2
1.3	Objetivo Geral	2
1.4	Objetivos Específicos	2
1.5	Metodologia	2
1.6	Trabalhos Relacionados	3
1.7	Organização do Trabalho	4
2	Teoria Musical	6
2.1	Música	6
2.2	Prática e Teoria Musical	7
2.3	Tecnologia no Ensino da Música	7
2.4	Conteúdo Teórico do Aplicativo Musintro	8
3	Jogos e Gamificação	9
3.1	Jogos	9
3.1.1	Brincadeira e Jogo	9
3.1.2	Do Que São Feitos os Jogos	10
3.2	Gamificação	10
3.2.1	Gamificação no Ensino e na Instrução	11
3.3	Conceitos relacionados	12
3.3.1	Motivação	12
3.3.2	Engajamento	12
3.4	Elementos de Gamificação	13
3.5	Gamificação no Aplicativo Musintro	14
4	Desenvolvimento do Musintro	16
4.1	Processo de Software	16
4.2	Tecnologias Utilizadas	17

4.2.1	Android	18
4.2.2	JavaScript	19
4.2.3	React e React Native	20
4.2.4	WebStorm	21
4.2.5	Firebase	21
5	O Aplicativo Musintro	22
5.1	Tela Inicial	23
5.2	Lista de Módulos	23
5.3	Ranking	26
5.4	Tela de Perfil	26
5.5	Tela de Créditos	28
5.6	Lista de Lições	28
5.7	Seção Teórica	29
5.8	Tela de Exercício	31
5.9	Validação	32
6	Conclusão	35
6.1	Trabalhos Futuros	35
	Referências	37

Lista de Figuras

4.1	A pilha de software do Android [1].	19
5.1	Tela inicial do software Musintro.	23
5.2	tela da Lista de Módulos.	24
5.3	aviso ao tentar acessar um módulo bloqueado.	25
5.4	tela de Lista de Módulos com elementos de layout destacados.	26
5.5	tela de <i>Ranking</i> do aplicativo.	27
5.6	Tela de Perfil do aplicativo Musintro.	27
5.7	Tela de Créditos do aplicativo Musintro.	28
5.8	tela de Lista de Lições do módulo “Tons, Semitons e Acidentais”.	29
5.9	exemplo da Seção Teórica do módulo “Notação Científica de Altura”.	30
5.10	exmplo da Seção Teórica do módulo “Valores Rítmicos e de Pausa”.	30
5.11	exmplo da Seção Teórica do módulo “Escalas Maiores e Armaduras”.	31
5.12	Exercício 2 do módulo “Valores Rítmicos e de Pausa”.	32
5.13	<i>feedback</i> negativo após usuário errar uma questão do Exercício 1 do módulo “Lendo Claves”.	33
5.14	<i>feedback</i> positivo após usuário acertar uma questão do Exercício 2 do mó- dulo “Tons, Semitons e Acidentais”.	34

Lista de Tabelas

5.1	feedback da validação do aplicativo Musintro.	34
-----	---	----

Capítulo 1

Introdução

É cada vez mais comum hoje em dia a utilização da tecnologia na educação. Dispositivos computacionais são capazes de fornecer experiências mais dinâmicas e engajantes do que as formas tradicionais de ensino, tornando o aprendizado uma atividade mais prazerosa e produtiva para alunos e professores.

Existe uma escassez de aplicativos e plataformas de software voltados para o campo de ensino da música, principalmente na área de teoria musical. Os aplicativos presentes no mercado são majoritariamente voltados para o aprendizado de instrumentos e não apresentam conteúdo de teoria e notação musical.

Diante deste cenário, este trabalho tem o objetivo de desenvolver um aplicativo gratuito e acessível, intitulado Musintro, para o aprendizado introdutório de teoria musical explorando técnicas de gamificação para produzir uma experiência de usuário mais engajante e divertida. Com isso, procura-se contribuir para a democratização da prática musical e seus saberes.

Professores de música foram consultados para fazer um levantamento de ideias para funcionalidades do aplicativo.

1.1 Problema

O ensino e o fazer de música ocorrem em diferentes contextos e não necessariamente envolvem elementos formais de teoria musical. Apesar disso, a teoria musical formal tem grande importância para o desenvolvimento da prática musical e fornece aos músicos ferramentas para explorar os limites das suas capacidades e para propagar suas ideias e saberes através de uma linguagem compartilhada.

Embora a prática musical esteja presente nos mais diversos contextos culturais e socioeconômicos, o estudo formal da música foi historicamente pouco acessível e excludente, muitas vezes desprezando expressões populares de música sob um pretenso crivo técnico.

Existem hoje no Brasil diversos projetos e ONGs que buscam levar a comunidades carentes o ensino formal de música, democratizando e tornando inclusivo o seu aprendizado. Apesar disso, ainda existe grande falta de materiais gratuitos e acessíveis para aprendizado de teoria musical, como livros, apostilas e softwares de apoio.

1.2 Justificativa

A carência de recursos gratuitos de aprendizado de música restringe o acesso universal à cultura e à cidadania. Dada a escassez de recursos gratuitos e acessíveis voltados ao ensino e aprendizado de teoria musical, este trabalho disponibiliza uma ferramenta para introduzir o estudo da música de forma gratuita, preocupando-se com a experiência subjetiva dos estudantes.

1.3 Objetivo Geral

Desenvolver um aplicativo gratuito para dispositivos móveis para aprendizado de teoria musical utilizando técnicas de gamificação a fim de melhorar a experiência subjetiva dos usuários e tornar o processo de aprendizado divertido e engajante.

1.4 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo final, foram determinados os seguintes objetivos específicos:

- Construir módulos teóricos e exercícios de apoio;
- Construir funcionalidades gamificadas;
- Validar o software em testes com professores de música.

1.5 Metodologia

O desenvolvimento do aplicativo envolveu pesquisas bibliográficas sobre ensino de música, gamificação e desenvolvimento de aplicativos. O trabalho no projeto foi feito nas seguintes etapas:

- Estudo sobre gamificação, suas características e sua aplicação na educação;
- Estudo sobre ensino de música e seleção de referencial teórico do conteúdo do aplicativo;

- Projeto de interface, módulos teóricos e exercícios do aplicativo;
- Seleção de pilha de tecnologias do software;
- Desenvolvimento do aplicativo e testes funcionais;
- Validação com professores de música;
- Avaliação do resultado;
- Correção de defeitos e manutenção.

1.6 Trabalhos Relacionados

Para a concepção deste trabalho, foi realizada uma pesquisa extensiva de aplicativos e trabalhos acadêmicos relacionados ao ensino de teoria musical utilizando gamificação. Antes de expor os trabalhos encontrados, é preciso delimitar o aplicativo Musintro: seu objetivo é ser uma plataforma de aprendizado de teoria, mas não para a prática e aprendizado de instrumentos. A concepção deste trabalho é inspirada em plataformas de aprendizado gamificadas, como o aplicativo de aprendizado de línguas Duolingo, ou a plataforma para aprendizado de linguagens de programação Sololearn.

A pesquisa foi feita através de buscas nas lojas de aplicativo Play Store¹ e App Store², bem como no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) e na Biblioteca Digital da Sociedade Brasileira de Computação, através de termos em português e inglês. As buscas foram feitas com os termos "teoria musical", "gamificação", "ensino de música", "aplicativo" e combinações diversas destes, bem como suas equivalências em inglês: "*music theory*", "*gamification*", "*music learning*", "*app*".

Nas lojas de aplicativos foi possível encontrar diversos aplicativos para o aprendizado de música, porém a maioria é dedicada ao aprendizado de prática com instrumentos ou de determinadas habilidades musicais, como ritmo ou percepção auditiva. Outros vários ensinam teoria musical, mas apenas com a exposição do conteúdo teórico, sem elementos de gamificação. Foram identificados, no entanto, dois aplicativos com características relevantes para este trabalho:

- FluyenteMente³: é um aplicativo para aprendizado de teoria musical e desenvolvimento de fluência teórica, disponível apenas na língua portuguesa, e gratuito. É possível identificar elementos de jogos no aplicativo, porém estes são usados de

¹<https://play.google.com/store>

²<https://www.apple.com/app-store>

³https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tpufsm.percep mushl=pt_BR&gl=US

forma descoordenada e independente, não configurando propriamente uma solução gamificada;

- Complete Ear Trainer⁴: aplicativo para treinamento de ouvido e percepção auditiva para músicos, disponível em várias línguas, inclusive português. A versão gratuita possui conteúdo limitado. Trata-se de uma solução gamificada, articulando diversos elementos de jogos. O aplicativo, no entanto, aborda apenas aspectos de percepção auditiva, e não é uma ferramenta para o aprendizado introdutório de teoria musical.

Na pesquisa por trabalhos acadêmicos não foram encontrados artigos que abordassem o desenvolvimento de aplicativos para aprendizado de teoria musical utilizando gamificação. Foram encontrados, contudo, algumas publicações com temas relacionados:

- An Integrated Playful Music Learning Solution [2]: uma solução gamificada integrada para auxiliar músicos a aprender peças musicais ou prática de instrumentos;
- ONDABEAT: Uma Proposta De Ensino De Ritmo Através de Jogos Digitais [3]: aborda o desenvolvimento de um jogo digital com o propósito de aprendizado de ritmo;
- Tapetes Musicais Inteligentes: aprendendo música com o corpo e por meio da colaboração [4]: uma investigação da utilização de objetos inteligentes no aprendizado de música de estudantes do ensino fundamental;
- Troubadour: A Gamified e-Learning Platform for Ear Training [5]: plataforma web adaptativa e personalizada para o apoiar aulas de teoria musical com exercícios de percepção auditiva, utilizando gamificação.

1.7 Organização do Trabalho

Este trabalho foi organizado em forma de capítulos para melhor entendimento do leitor. São eles:

- Capítulo 1: introduz e contextualiza o trabalho, apresenta seus objetivos e justificativa;
- Capítulo 2: discute temas relacionados à música e seu ensino, emprego de tecnologia no ensino de música e problemas relacionados;
- Capítulo 3: aborda o conceito de gamificação, sua definição frente a jogos, sua aplicação no ensino e seus elementos;

⁴https://play.google.com/store/apps/details?id=com.binaryguilt.completeeartrainerhl=pt_BR&gl=US

- Capítulo 4: apresenta o processo de desenvolvimento do software e detalha a pilha de tecnologias utilizadas na sua confecção;
- Capítulo 5: apresenta detalhadamente o aplicativo Musintro e suas telas, descreve seus elementos de gamificação e apresenta os resultados da sua validação;
- Capítulo 6: apresenta as conclusões e considerações finais do trabalho.

Capítulo 2

Teoria Musical

Este capítulo abordará os conceitos relacionados à música e seu ensino sob uma ótica sociocultural.

2.1 Música

Música pode ser definida superficialmente como uma forma de arte cuja matéria prima é o som. Mas há mais sobre música do que a simples combinação e arranjos de som. Os pássaros fazem música? A música é uma linguagem universal? A autora Maura Penna [6] aborda estas questões para delimitar o conceito de música.

A primeira dimensão do conceito a ser analisado por Penna é a música como uma forma de arte. Segundo a autora, arte é “uma atividade essencialmente humana, através da qual o homem constrói significações com o mundo. O fazer arte é uma atividade intencional, uma atividade criativa, uma construção” (2015, p. 18) [6]. Os pássaros, portanto, não podem fazer música. A forma do seus cantos é uma determinação da natureza e não um processo criativo e intencional. Quando humanos fazem música, se utilizam de instrumentos e técnicas para produzir som, desafiando as formas naturais de fazê-lo. Quando dizemos que os pássaros fazem música, estamos projetando sobre eles uma experiência essencialmente humana [6].

A segunda dimensão analisada pela autora é a música como linguagem. De acordo com Penna, “alguma forma de música está presente em todos os tempos e em todos os grupos sociais” (2015, p. 20) [6]. Portanto, a música pode ser considerada um fenômeno universal da experiência humana. O modo de fazer música, no entanto, é diferente entre sociedades e tempos em que é observada. A música na civilização europeia, por exemplo, utilizou por vários séculos princípios padronizados de organização de notas e alturas que rejeitavam determinadas combinações. Hoje em dia a música popular emprega acordes que seriam expressamente proibidos no século XIV na Europa. Assim sendo, embora a

música possa ser compreendida como um fenômeno universal, enquanto linguagem é culturalmente construída, com seu significado e forma determinados pelo contexto histórico e social em que é inserida [6].

A partir dessas reflexões, Penna sumariza o conceito de música como uma atividade essencialmente humana, de criação de significações, e como uma linguagem culturalmente construída, de caráter dinâmico.

2.2 Prática e Teoria Musical

A prática musical esteve presente em todas as civilizações e com diversas funções, como forma de expressão artística ou para fins religiosos e cívicos. Nem sempre o aprendizado de música está acompanhado de um modelo formal de ensino. Muitas vezes os conhecimentos musicais são passados de forma espontânea e não intencionada como um elemento da cultura dentro de grupos sociais e comunidades. Em outros casos, o acesso a recursos de ensino é limitado ou impossibilitado pelas condições materiais de indivíduos ou grupos.

O domínio de alguma determinada tradição formal de teoria musical não é uma obrigatoriedade para a formação de um músico. Embora se possa comparar o nível das capacidades e habilidades dos músicos, um violinista da Orquestra Filarmônica de Viena é tão músico quanto um capoeirista que toca berimbau na roda de capoeira.

Embora a teoria musical formal não seja um requisito para a prática musical, ela desempenha papel importante no desenvolvimento da música e dos músicos. Um padrão comum de notação de música, por exemplo, permite que músicas sejam compartilhadas de forma que não se restringe à performance, permitindo romper barreiras culturais e linguísticas. Também fornece uma forma de conservar a cultura musical de uma sociedade. Músicas que são transmitidas pela tradição oral podem se perder ao longo do tempo. Colocar essas músicas em partituras permite conservá-las para a posteridade e ajuda a conservar a cultura de um povo.

A teoria musical também fornece ferramentas aos músicos para desenvolver suas habilidades, permitindo que tenham contato com novos estilos e técnicas. A abstração dos elementos que estruturam a música permite o seu estudo mais consciente e aprofundado e abrem novas possibilidades de combinação e experimentação.

2.3 Tecnologia no Ensino da Música

A utilização de dispositivos computacionais na educação tem se popularizado na última década. Com o advento dos smartphones e tablets, surgiram meios práticos e flexíveis para transmitir informação de forma dinâmica, com elementos multimídia. Com isso, foram

criadas novas formas de ensinar, como salas de aula virtuais, plataformas integradas de ensino e aplicativos para aprendizado especializado.

Apesar disso, o campo da música ainda sofre com escassez de recursos de software para aprendizado. Como uma forma de arte que utiliza o som, dispositivos computacionais têm grande potencial de produzir uma forma mais completa e integrada de aprender música do que através de livros e apostilas, como é mais comum.

Existem alguns aplicativos que ensinam a prática de instrumentos, mas muito poucos que trazem um conteúdo teórico de apoio. Ferramentas de ensino de teoria formal podem complementar cursos tradicionais de prática musical, difundir conhecimentos aprofundados em contextos de aprendizado informal de música e fornecer aos mais diversos músicos conhecimentos para aprimorar e expandir a sua prática.

2.4 Conteúdo Teórico do Aplicativo Musintro

O objetivo do aplicativo Musintro é fornecer o acesso gratuito ao ensino de teoria musical. No entanto, não faz parte do escopo do projeto a produção de um material teórico próprio. Portanto, foi selecionada uma bibliografia livre e aberta que pudesse ser utilizada no aplicativo sem violar direitos de imagem e de propriedade intelectual. Para este fim, foi selecionado o livro *Open Music Theory* [7].

O livro é publicado sob licença “Atribuição-CompartilhaIgual 4.0 Internacional (CC BY-SA 4.0)”, garantindo o direito de compartilhar e adaptar o material, desde que seja atribuído o crédito aos autores. O livro foi publicado apenas em língua inglesa, portanto foi necessário realizar a tradução do material para a língua portuguesa. Foram adaptados os seguintes capítulos do livro:

- “Notation of Notes, Clefs, and Ledger Lines”;
- “Reading Clefs”;
- “Half- and Whole-steps and Accidentals”;
- “American Standard Pitch Notation (ASPN)”;
- “Rhythmic and Rest Values”;
- “Major Scales, Scale Degrees, and Key Signatures”.

O próximo capítulo aborda o conceito de gamificação, sua aplicação no ensino e seu papel no aplicativo Musintro.

Capítulo 3

Jogos e Gamificação

Este capítulo apresentará a definição de gamificação frente ao conceito de jogos, sua aplicação no ensino, conceitos relacionados à gamificação e os seus elementos.

3.1 Jogos

Ao final do século XIX, os filósofos alemães Wilhem Wundt e Karl Groos fizeram sua contribuição para o estudo de jogos. Para Wundt, todos os jogos são derivados do trabalho, não havendo “nenhuma espécie de jogo que não encontre o seu modelo em determinada ocupação séria, modelo esse que lhe é anterior” (1967, p. 189) [8]. Já Groos aborda as ideias de “gratuidade e liberdade” dos jogos, caracterizando o jogo como “uma tarefa pura, sem passado nem futuro, liberta da pressão e dos constrangimentos do mundo” (1967, p. 189) [8].

3.1.1 Brincadeira e Jogo

Caillois atribui aos jogos dois pólos antagônicos, designados por *paidia* e *ludus*. O primeiro compreende os jogos que possuem “um princípio comum de diversão, turbulência, improviso e despreocupação, através do qual se expressa certa fantasia contida” (1967, p. 32-33) [8]. Já o segundo, em oposição, compreende os jogos que possuem “uma necessidade crescente de subordinar a regras convencionais, imperiosas e incômodas, de cada vez mais a contrariar criando-lhe incessantes obstáculos com o propósito de lhe dificultar a consecução do objetivo desejado” (1967, p. 32-33) [8].

Com essa distinção, é possível correlacionar a ideia de “*paidia*” ao conceito de “brincadeira”, onde, ainda possam haver elementos de competição e uma estrutura de regras, impera o caráter recreativo e uma liberdade criativa na atividade. À medida que se move em direção ao pólo oposto, isto é, ao “*ludus*”, e tem-se uma estrutura mais bem definida

e restrita de regras e desafios, temos então o que seria um “jogo”, como compreendido na tradução para o português do livro de Katie Salen e Eric Zimmerman “Regras do Jogo” [9], e a atividade de engajar-se em uma brincadeira é compreendida como “interação lúdica”.

3.1.2 Do Que São Feitos os Jogos

Caillois [8], buscando “determinar a natureza” dos jogos, propõe sua definição como uma atividade:

1. Livre: uma vez que, se o jogador fosse a ela obrigado, o jogo perderia de imediato a sua natureza de diversão atraente e alegre.
2. Delimitada: circunscrita a limites de espaço e de tempo, rigorosa e previamente estabelecidos.
3. Incerta: já que o seu desenrolar não pode ser determinado nem o resultado obtido previamente, e já que é obrigatoriamente deixada à iniciativa do jogador uma certa liberdade na necessidade de inventar.
4. Improdutiva: porque não gera bem bens, nem riqueza nem elementos novos de espécie alguma; e, salvo alteração de propriedade no interior do círculo dos jogadores, conduz a uma situação idêntica à do início da partida.
5. Regulamentada: sujeita a convenções que suspendem as leis normais e que instauram momentaneamente uma legislação nova, a única que conta.
6. Fictícia: acompanhada de uma consciência específica de uma realidade outra, ou de franca irrealidade em relação à vida normal.

3.2 Gamificação

De acordo com Kapp [10], a predominância dos jogos como elemento da cultura nos últimos anos pode ser atribuída a popularização de computadores e videogames. A partir dos anos 2000, pesquisadores da área de interação humano-computador se tornaram cada vez mais interessados no estudo de projeto e experiência dos videogames, desenvolvendo métodos para avaliar experiência de usuário, heurísticas de “jogabilidade” para seu projeto e modelos para componentes de jogos [11]. “No campo de estudos de jogos, “gamificação” pode ser visto como um produto do processo de reproposição e extensão dos jogos além do entretenimento no âmbito privado” (2011, p. 10).

Embora tenha sido criado em 2002, o termo gamificação só se disseminou em meados da década de 2010 [12]. Gamificação tem sido usada em diversos contextos como instrumento para entender e influenciar comportamentos humanos que se deseja encorajar [13] e “se apresenta como um fenômeno emergente com muitas potencialidades de aplicação em diversos campos da atividade humana” (2013, p. 3) [14].

Procurando uma definição para o termo, Deterding, Khaled, Dixon e Nacke situam gamificação, dentro do fenômeno de ludificação da cultura, como “jogos” em oposição a

“brincadeiras” e “partes de” em oposição a “completo”, e resumem gamificação como se referindo a [11]:

- Utilização de (ao invés de extensão);
- Projeto (ao invés de tecnologia baseada em jogos e outras práticas relacionadas a jogos);
- Elementos (ao invés de jogos completos);
- Caracterizado por jogos (ao invés de diversão ou design divertido);
- Fora do contexto de jogo (independente de intenções específicas de uso, contexto, ou meio de implementação).

Dentre os diferentes contextos em que a gamificação tem sido aplicada, Nelson [15] aborda o seu uso no ambiente de trabalho, com o fim de aumentar a produtividade, capturando e direcionando a atenção dos empregados. A prática teria suas origens nos extensivos experimentos da União Soviética em “competição socialista”, onde se buscou “utilizar o poder de jogos e competição para substituir a competição capitalista com algo simultaneamente mais engajante e mais humano, mas que motivasse maior produtividade” (2012, p. 23).

3.2.1 Gamificação no Ensino e na Instrução

É preciso fazer uma delimitação entre os conceitos de interação lúdica, jogos e gamificação. Como definiram Deterding et al. [11], gamificação está relacionada à aplicação de elementos de projetos de jogos fora do contexto de jogos. Kim [12] propõe uma distinção baseada na aplicação de elementos de projeto de jogos a atividades e serviços que não são jogos, com o objetivo de resolver problemas do mundo real e não problemas ficcionais do enredo de um jogo.

Do ponto de vista do projetista, uma solução gamificada não se trata de um jogo propriamente dito, mas sim um sistema que utiliza elementos de jogos. No ponto de vista do usuário, no entanto, a solução pode, mas não necessariamente, ser interpretada como um jogo propriamente dito, e é esta distinção que separa a solução gamificada de um jogo de fato [11]. Esta definição, contudo, exclui projetos de jogos completos como soluções gamificadas, independente dos seus objetivos.

Uma definição menos restritiva e centralizada nos objetivos é a de Karl Kapp [10], que defende que soluções gamificadas são aquelas que não têm o fim único de entretenimento, mas promovem o engajamento e a ação para a resolução de problemas e aprendizado. Nesta definição, o pensamento do jogo deve ser entendido como encarar uma experiência do mundo real como uma atividade com elementos de competição, cooperação, descoberta e narrativa. Engajamento significa estimular o envolvimento de uma pessoa no processo

criado e a motivação promove direção, propósito e significado aos comportamentos e ações relacionados à atividade. Dessa forma, o aprendizado é uma característica importante da gamificação, pois insere técnicas de ensino e instrução na atividade.

3.3 Conceitos relacionados

A gamificação utiliza conceitos da psicologia para explicar o seu papel nos contextos em que é empregada. Para compreender como soluções gamificadas se propõem a promover determinados comportamentos, é preciso conhecer os conceitos de motivação e engajamento.

3.3.1 Motivação

Motivação é um dos principais conceitos relacionados à interação lúdica com jogos e contempla os processos psicológicos que são responsáveis pela iniciação e continuidade de comportamentos relacionados a metas [16]. Existem diferentes tipos de motivação relacionados a diferentes metas e objetivos estipulados, porém a distinção mais comum é entre motivação intrínseca e motivação extrínseca [17].

Motivação intrínseca está relacionada à satisfação proporcionada pela execução da ação ou atividade, sem haver estímulos, pressões ou recompensas externas, ou seja, é inerente ao indivíduo [17]. A motivação intrínseca é manifestada na relação entre indivíduo e atividade, que, para tanto, devem satisfazer as necessidades psicológicas inatas por competência e autonomia. Já a motivação extrínseca, de maneira oposta, vem de estímulos e pressões externas, em que se realiza uma ação para obter-se recompensas ou evitar penalidades [10].

Diversos elementos de jogos podem ser relacionados a mecanismos motivacionais, estimulando sentimentos de competência, autonomia e identificação social, como observam Sailer et al. [18].

3.3.2 Engajamento

No contexto de jogos, engajamento está relacionada à experiência subjetiva do jogador na interação com o jogo, o que está associado às ideias de prazer, atenção, imersão, fluxo, participação e presença [19]. Já no contexto da educação, engajamento refere-se ao tempo e esforço investidos pelos alunos em atividades de aprendizado.

Para manter o indivíduo engajado, jogos digitais devem balancear a dificuldade das interações do jogador de acordo com o seu nível de habilidade, de forma que ele se sinta

desafiado e estimulado pelas tarefas, mas não ansioso ou frustrado por não conseguir superar os desafios [20].

3.4 Elementos de Gamificação

Segundo Karl Kapp [10], os elementos de jogos, quando combinados fora do contexto de jogos, tornam uma experiência de aprendizado gamificada mais interessante. É preciso pontuar, no entanto, que é a inter-relação dos elementos de jogos que tornam o ambiente de aprendizado imersivo e engajador, e não o seu uso isolado.

Kapp identifica onze elementos de jogos comumente encontrados na gamificação do ensino ou instrução:

1. Narrativa: elementos de “história” podem ser utilizados para dar significado e relevância à experiência gamificada. A narrativa como forma de transmitir conhecimentos é uma prática milenar, não encontrada apenas em contexto de jogos. Este elemento faz com que o aluno se sinta investido e inserido no processo de aprendizagem, tornando-o mais engajante e memorável;
2. Abstração de conceitos da realidade: os jogos acontecem em um modelo abstrato da realidade, que ajudam o jogador a lidar com o espaço conceitual a que eles pertencem. Neste modelo simplificado, são removidos fatores extrínsecos à narrativa e ao contexto do jogo, de forma a manter os jogadores focados e envolvidos;
3. Metas: para Kapp, as metas são um fator fundamental para diferenciar um jogo de uma interação lúdica. Segundo o autor, a introdução de metas à interação lúdica produzem um jogo. As metas de um jogo devem ser bem estruturadas, sequenciadas e explicitamente comunicadas ao jogador, motivando-o a alcançá-las. No contexto do ensino, uma meta deve ser acompanhada de objetivos intermediários como passos incrementais, que permitam ao aluno utilizar as habilidades adquiridas em cada conquista para alcançar as metas seguintes;
4. Regras: para Caillois [8], as regras são uma característica fundamental dos jogos e definem os seus limites e o grau de liberdade do jogador dentro da realidade abstrata do jogo. As regras de um jogo são as estruturas formais que definem um jogo;
5. Conflito, competição ou cooperação: Kapp identifica esses elementos como ideias distintas, mas comumente entrelaçados no contexto do jogo para criar um ambiente engajador. Em um jogo de “pique-bandeira”, por exemplo é posto um conflito (a equipe que capturar a bandeira do adversário ganha, a outra perde), em que duas

equipes competem para ganhar e os jogadores precisam cooperar com sua equipe para defender sua bandeira enquanto tentam capturar a do oponente;

6. Tempo: de acordo com Kapp, limitar o tempo de um jogo pode servir como um motivador, o estimulando a concluir as tarefas do jogo e o trabalhar sobre pressão;
7. Estruturas de recompensa: são úteis para manter os jogadores motivados e podem ser utilizadas para “fisgar” um jogador quando ele começa a jogar, para o fazer continuar jogando. Podem se expressar na forma de pontos, distintivos ou tabela de líderes. O papel das estruturas de recompensa, entretanto, não devem ser o foco de uma iniciativa de gamificação, mas um elemento estruturante;
8. *Feedback*: tem papel fundamental em soluções gamificadas de ensino. Retorna ao jogador informações de desempenho após ele realizar uma ação do jogo. No contexto de gamificação na instrução, deve ajudar o aluno a chegar ao resultado esperado, guiando-o na direção correta, mas não dizer exatamente o que deve ser feito para alcançá-lo;
9. Níveis: os jogos podem apresentar uma estrutura de níveis, que pode ajudar a organizar metas, criar uma hierarquia de dificuldade e gerenciar as habilidades e conhecimentos necessários para concluir os objetivos das metas. Possibilitar diferentes níveis no início de um jogo permite aos jogadores ter uma postura exploratória e pode ajudar a capturar seu interesse e mantê-lo engajado;
10. Estética: atenção aos detalhes contribui para a experiência geral de um jogo. É comum que jogos educacionais e simulações costumam não dar atenção à estética, o que pode gerar uma experiência menos atrativa;
11. Replay: permitir que um jogador falhe com pouca ou nenhuma consequência encoraja-o a ter uma postura exploratória frente ao jogo. Fracasso faz parte das crenças que sustentam os jogos e saber como falhou permite aos jogadores mudar sua abordagem e tentar novas estratégias para vencer ou avançar.

3.5 Gamificação no Aplicativo Musintro

Para inserir elementos de gamificação no aplicativo Musintro, foram analisados os elementos de jogos que pudessem ser utilizados em um contexto de ensino. A maioria dos elementos de jogos elencados por Karl Kapp [10] pode ser encontrada em algum grau no aplicativo, porém o elemento de narrativa foi deliberadamente deixado de fora, pois envolve um trabalho criativo e técnicas que não fazem parte do escopo do trabalho. Para

auxiliar no projeto da solução gamificada, também foram utilizados como inspiração outros aplicativos de aprendizado através de gamificação.

Estão presentes no aplicativo Musintro os seguintes elementos de jogos:

- Metas: o aplicativo está dividido em módulos e exercícios em uma estrutura de progressão. Para avançar, o usuário precisa completar objetivos, desbloqueando as atividades seguintes;
- Regras: como uma solução de software, o aplicativo tem o fluxo de funcionamento rigidamente definido, estruturando o conjunto de regras que regem os demais elementos de jogos;
- Competição: o aplicativo possui um tabela de líderes, ou “ranking”, que permite que os usuários comparem seu progresso e se sintam motivados a continuar jogando para melhorar sua classificação;
- Estruturas de recompensa: o aplicativo possui um sistema de pontuação. Sempre que o usuário completa uma atividade, ele é recompensado com um ponto;
- *Feedback*: os exercícios do aplicativo foram projetados para fornecer ao usuário informações claras de erro e acerto. Embora quando o usuário erra seja mostrada a resposta correta, ao tentar novamente ele será apresentado alternativas diferentes do que a anterior, para que ele utilize o *feedback* para assimilar o conhecimento exigido e encontrar as respostas corretas por conta própria;
- Níveis: não há uma hierarquia de dificuldade no aplicativo, mas os módulos funcionam como marcos e agregam um conjunto de teorias e conceitos coesos, que funcionam como os níveis do aplicativo;
- Estética: embora não tenham sido empregados métodos formais de design de UX, houve uma preocupação em deixar os elementos visuais esteticamente agradáveis. Os elementos de *feedback* utilizam um esquema de cores que melhoram sua clareza;
- Replay: ao errar uma questão de um exercício, o usuário é apresentado a mesma questão, mas com alternativas diferentes. O usuário também pode repetir os exercícios quantas vezes quiser para praticar seus conhecimentos.

O capítulo seguinte apresenta e discute aplicativos e trabalhos acadêmicos relacionados ao ensino de teoria musical através da gamificação.

Capítulo 4

Desenvolvimento do Musintro

Este capítulo abordará o processo de desenvolvimento do aplicativo Musintro, bem como as tecnologias empregadas na sua confecção.

4.1 Processo de Software

Sommerville define Processo de Software como “um conjunto de atividades relacionadas que levam à produção de um produto de software” [21]. Processos de software podem incluir o desenvolvimento de um software do zero, a “extensão e modificações de sistemas existentes” ou a configuração e integração de componentes do sistema.

Embora existam vários processos de software distintos, Sommerville define quatro atividades fundamentais para a engenharia de software que estão presentes em todos eles:

1. Especificação: define as funcionalidades e restrições do software em seu funcionamento;
2. Projeto e implementação: produção do software para atender às especificações;
3. Validação: testes para averiguar adequação aos requisitos do cliente;
4. Evolução: manutenção e desenvolvimento de novas funcionalidades para atender a novas necessidades do cliente.

Para Sommerville [21], não existem processos de software “ideais”, e cada negócio exige um processo de desenvolvimento de software próprio. Os processos evoluem para tirar vantagem das habilidades de indivíduos em uma organização e das características específicas dos sistemas a serem desenvolvidos.

Embora não haja processos ideais, a padronização de processos pode ser empregada para introduzir novos métodos e técnicas de engenharia de software. Para isso, podem ser

utilizados modelos de processo de software, que podem ser definidos como “abstrações do processo que podem ser utilizados para explicar diferentes abordagens de desenvolvimento de software” (2018, p. 19) [21].

Sommerville aborda três principais modelos de processo de software:

1. O modelo em cascata: às vezes chamado de “ciclo de vida clássico”, é o paradigma mais antigo da engenharia de software. Leva em consideração as atividades fundamentais do processo de software e as separa em fases do processo;
2. Desenvolvimento incremental: combina elementos de fluxos de processos lineares e paralelos para fornecer um conjunto funcional inicial ao usuário e depois refinar e expandir este conjunto em versões posteriores do software como incrementos;
3. Engenharia de software orientada a reúso: emprega componentes reusáveis, integrando-os para produzir e expandir sistemas. Depende de uma ampla base de componentes e *frameworks* de integração para a composição desses componentes.

Para tirar vantagem das tecnologias e ferramentas de desenvolvimento de aplicativos mais recentes, foi utilizada uma combinação do modelo de desenvolvimento incremental e engenharia de software orientada ao reuso. *Frameworks* modernos fornecem uma maneira fácil de gerar uma versão mínima funcional de aplicativos. Também possuem uma grande biblioteca de componentes para a confecção de interface de usuário, sistema de navegação e interface com serviços externos, como um banco de dados.

Dessa forma, o processo de desenvolvimento contou com uma versão mínima funcional do aplicativo, que foi incrementada através do emprego de componentes, gerando versões com novas telas e funções. Ao longo do desenvolvimento também foram produzidos componentes próprios da aplicação.

4.2 Tecnologias Utilizadas

Esta seção apresentará as tecnologias e ferramentas utilizadas, incluindo o sistema operacional selecionado, linguagem de programação, *framework*, banco de dados, serviço de autenticação e bibliotecas relevantes.

A escolha das ferramentas envolveu considerações sobre facilidade de uso, documentação adequada e gratuidade. Foram priorizados recursos de software aberto e bem estabelecidos na comunidade de desenvolvimento de aplicativos.

As principais tecnologias selecionadas para o desenvolvimento foram:

Sistema operacional: Android.

Linguagem de programação: JavaScript.

Framework de desenvolvimento de aplicativos: React Native.

IDE: WebStorm.

Provedor de banco de dados e autenticação: Firebase.

4.2.1 Android

A versão 1.0 do Android foi lançada em 2008 com o dispositivo T-Mobile G1 [22]. Atualmente o Android está na versão 11, com a versão 12 já em fase de testes. De acordo com o site StatCounter, em dezembro de 2020 o sistema operacional Android correspondia a 72,48% do mercado de smartphones no mundo, chegando a 85,84% no Brasil [23].

O sistema operacional Android é “uma pilha de software com base em Linux de código aberto criada para diversos dispositivos e fatores de forma” [1]. O principal objetivo do Android é criar uma plataforma de software aberta disponível para desenvolvedores e empresas transformarem suas ideias em produtos de qualidade [24].

Como observado na Figura 4.1, o Android pode ser dividido em camadas. São elas:

- Kernel do Linux: núcleo da plataforma Android, faz comunicação com os recursos de baixo nível do sistema;
- Camada de abstração de hardware (HAL): consiste em módulos de biblioteca que implementam uma interface para um tipo específico de componente de hardware, como câmera ou Bluetooth, expondo suas capacidades para a estrutura da Java API de maior nível;
- Android Runtime: foi introduzido na versão 5.0 do Android e substituiu o tempo de execução Dalvik. Cada aplicativo é executado em uma instância própria do Android Runtime. Executa arquivos DEX, um formato de bytecode projetado para Android, utilizando várias máquinas virtuais em dispositivos de baixa memória;
- Bibliotecas C/C++ nativas: expõe a funcionalidade de bibliotecas e serviços nativos do Android Runtime e da camada de abstração de hardware para a Java API *Framework*;
- Estrutura da Java API: fornece o conjunto completo de recursos do sistema operacional Android para serem utilizados em APIs programadas na linguagem Java através de blocos de programação para a criação de aplicativos;

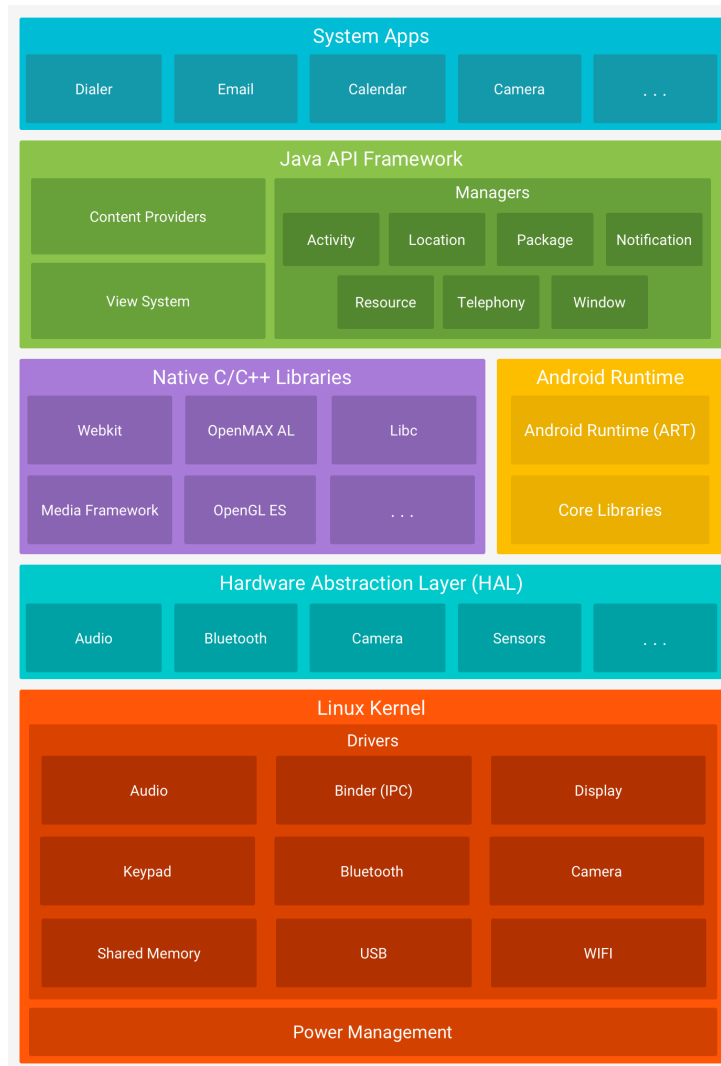


Figura 4.1: A pilha de software do Android [1].

- Aplicativos do sistema: conjunto de aplicativos incluídos na plataforma que fornecem funcionalidades básicas do sistema, como e-mail, envio de SMS, calendários, navegador de internet, contatos etc.

4.2.2 JavaScript

JavaScript é uma linguagem de programação “leve, interpretada e baseada em objetos com funções de primeira classe” [25]. Ela é mais popularmente utilizada como linguagem de script em páginas Web, mas pode ser utilizada em diferentes contextos de execução, como o *runtime* Node.js.

Além de ser uma linguagem baseada em protótipos, JavaScript também é multi-paradigma, com suporte a programação funcional, orientada a objetos e estilos imperativos.

A escolha da linguagem foi motivada pelo *framework* de desenvolvimento utilizado. JavaScript é a linguagem padrão do React Native, que incentiva o uso do paradigma de programação funcional.

4.2.3 React e React Native

React é uma biblioteca de JavaScript gratuita e de código aberto para construção de interfaces de usuário [26]. Mantido pelo Facebook e membros da comunidade, começou a ser desenvolvido em 2011 como uma ferramenta de busca da plataforma Facebook e sua primeira versão foi lançada em 2013 como uma biblioteca [27].

React é construído sobre três princípios:

- Declarativo: a interface referente aos estados da aplicação são definidos através de componentes de forma simplificada. Apenas os componentes necessários são atualizados à medida em que os dados mudam;
- Baseado em componentes: os elementos da aplicação são encapsulados e gerenciam os seus próprios estados. A lógica dos componentes é escrita em JavaScript e eles podem ser combinados para compor interfaces de usuário complexas;
- Aprenda uma vez, use em qualquer lugar: React pode ser combinado com aplicações já existentes e facilmente integrado a ecossistemas de desenvolvimento, não havendo necessidade de reescrita de código para a sua utilização.

Uma das principais facilidades do React é a sintaxe JSX, que mescla o padrão declarativo por tags de linguagens como HTML e XML com a execução dinâmica de código usando JavaScript.

React Native é um *framework* que combina as utilidades e padrões do React com o desenvolvimento de aplicativos nativos. Os componentes de interface escritos em JavaScript são transformados em elementos de interface de usuários utilizando APIs da própria plataforma nativa. Dessa forma, é possível escrever apenas uma base de código e gerar aplicativos para diferentes sistemas operacionais, como Android e iOS.

React Native também é mantido pelo Facebook e pela comunidade, sua primeira versão foi lançada em 2015. Em 2018 o repositório do *framework* no GitHub passou a ter o segundo maior número de contribuições de usuários da plataforma. Dentre aplicativos que foram desenvolvidos com React Native estão o Facebook, Instagram, Discord, Uber, entre outros [28].

4.2.4 WebStorm

A escolha da IDE utilizada foi feita usando critérios subjetivos e com base no gosto pessoal. WebStorm é uma IDE especializada em JavaScript desenvolvida pela empresa JetBrains [29].

Dentre os motivos que levaram à sua escolha, estão:

- Suporte para projetos React Native e seus padrões de código;
- Ambiente integrado de execução de aplicações React Native e ferramentas de depuração;
- Funcionalidade de navegação entre módulos e dependências do projeto;
- Fornece sugestões inteligentes para completar automaticamente trechos de código.

Apesar de não ser uma ferramenta de código aberto, a IDE pode ser utilizada livremente para propósitos educacionais, inclusive as funcionalidades exclusivas da versão paga.

4.2.5 Firebase

Firebase [30] é uma plataforma do Google que fornece serviços em nuvem para o desenvolvimento, publicação e monitoramento de aplicativos. Dentre os serviços oferecidos, estão banco de dados e autenticação, que podem ser utilizados como um backend de baixo código. Isso fornece a funcionalidade de serviços de lógica de negócio para serem consumidos por uma aplicação de interface de usuário sem a necessidade de escrita de código.

O aplicativo Musintro utiliza o serviço de autenticação Firebase Auth em conjunto com o serviço de autenticação social do Google. Os usuários utilizam uma conta Google para se autenticar e liberar o acesso aos demais serviços da aplicação no Firebase. Este método também permite que sejam extraídos dados como nome, e-mail e foto de perfil, removendo a necessidade de formulários de registro complexos.

O serviço de banco de dados utilizou a função Cloud Firestore. Cloud Firestore é um banco de dados de documentos NoSQL que permite “armazenar, sincronizar e consultar dados facilmente para seus apps para dispositivos móveis e da Web, em escala global” [31].

A plataforma Firebase foi escolhida por sua ampla disponibilidade e flexibilidade. Dada a simplicidade dos dados utilizados pelo aplicativo Musintro, mesmo o plano gratuito da plataforma satisfaz as necessidades de banco de dados e autenticação da aplicação.

O próximo capítulo apresenta em detalhes o aplicativo Musintro e suas telas, e discute sua validação e aplicabilidade.

Capítulo 5

O Aplicativo Musintro

O aplicativo Musintro foi projetado com o intuito de servir como uma plataforma para aprendizado de teoria musical através do emprego de elementos e técnicas de gamificação. O seu uso pode ser realizado como apoio para a prática e aprendizado de instrumentos musicais, mas também é possível o seu uso independente, a fim de adquirir conhecimentos que melhoram o consumo recreativo de música ou auxiliam na produção musical feita através de software e técnicas digitais. O aplicativo não exige qualquer conhecimento prévio sobre teoria musical.

Como solução gamificada, o aplicativo está estruturado em um esquema de progressão em que cada módulo é liberado após a conclusão do módulo anterior. Completar uma atividade nova concede ao usuário um ponto e a sua progressão pode ser verificada e comparada com outros usuários através de um *ranking*, que relaciona a pontuação de todos os usuários.

Os módulos do aplicativo são baseados no livro Open Music Theory [7] e cada módulo corresponde a uma adaptação de um capítulo do livro. Em cada módulo, o usuário é primeiramente apresentado a teoria na forma de texto, imagens, vídeos ilustrativos e partituras dinâmicas, que fornecem a base teórica para a realização dos exercícios. Após a leitura da teoria, o acesso ao primeiro exercício é liberado.

Cada módulo possui um ou mais exercícios, que consistem em questões em forma de quiz, onde o usuário deve identificar símbolos, notas ou sequências de forma a articular os conceitos abordados na teoria. Ao completar um exercício, o usuário libera o acesso ao exercício seguinte, e completar todos os exercícios de um módulo libera o acesso ao próximo módulo.

As seções a seguir vão explorar em detalhes as telas implementadas no aplicativo.

5.1 Tela Inicial

Ao abrir o aplicativo pela primeira vez, o usuário será apresentado a tela inicial, conforme mostra a Figura 5.1:

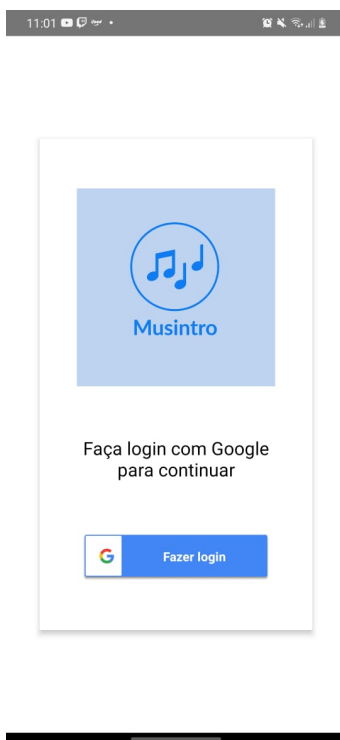


Figura 5.1: Tela inicial do software Musintro.

A tela é composta pela logo do aplicativo, instruções de login e um botão de login. O login do aplicativo utiliza a API de autenticação do Google. Ao apertar o botão, o usuário será redirecionado a interface de login do Google, onde ele poderá escolher uma conta Google já existente para se autenticar no aplicativo ou criar uma nova. Uma vez autenticado, as informações de login são armazenadas e o usuário não precisará se autenticar novamente nas próximas vezes em que o aplicativo for aberto, a não ser que o usuário escolha desconectar-se. Após autenticar-se, o usuário será redirecionado para a tela de Lista de Módulos do aplicativo.

5.2 Lista de Módulos

A tela de Lista de Módulos corresponde à principal página do aplicativo. Nela são apresentados os módulos teóricos da aplicação. Foram implementados seis módulos, cada um baseado em um capítulo do livro Open Music Theory Version [7]. São eles:

- Notação Musical: Apresenta conceitos básicos de notação musical e introduz a notação em pautas e seus símbolos. Baseado no capítulo “Notation of Notes, Clefs, and Ledger Lines”;
- Lendo Claves: Introduz as claves de Sol e de Fá e explora a notação posicional de notas nas respectivas claves. Baseado no capítulo “Reading Clefs”;
- Tons, Semitons e Acidentais: introduz o conceitos de tons e semitons e apresenta acidentais, seus símbolos e efeitos. Baseado no capítulo “Half- and Whole-steps and Accidentals”;
- Notação Científica de Altura (SPN): Apresenta o padrão internacional de Notação Científica de Altura para identificação de notas e oitavas. Baseado no capítulo “American Standard Pitch Notation (ASPN)”;
- Valores Rítmicos e de Pausa: Apresenta o conceito pausa e de valor rítmico e de tempo das notas e das pausas. Baseado no capítulo “Rhythmic and Rest Values”;
- Escalas Maiores e Armaduras: Introduz o conceito de escalas, apresenta a estrutura de escalas maiores e aborda armaduras das escalas maiores e o ciclo de quintas.

A Figura 5.2 mostra a tela de Lista de Módulos do Musintro:



Figura 5.2: tela da Lista de Módulos.

Pressionar qualquer um dos botões dos módulos redireciona o usuário para a tela de Lista de Lições do módulo correspondente. Como elemento de gamificação, o aplicativo tem um sistema de progressão, de forma que um módulo só pode ser acessado uma vez que todos os anteriores tenham sido concluídos. Na Figura 5.2 pode-se observar que alguns botões dos módulos estão acinzentados, indicando que os módulos ainda não foram liberados. Ao tentar abrir um destes módulos, o usuário será avisado que é preciso concluir os módulos anteriores, como ilustrado pela Figura 5.3.

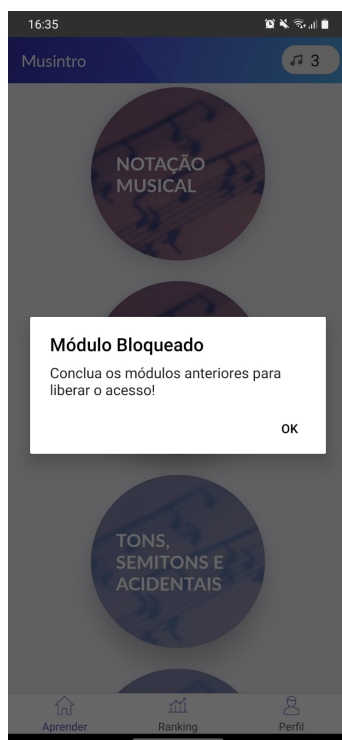


Figura 5.3: aviso ao tentar acessar um módulo bloqueado.

Além dos módulos, também é preciso ressaltar os outros elementos do layout, destacados com contorno em vermelho na Figura 5.4:

- Na parte superior da tela, é possível ver o cabeçalho da aplicação. No canto superior esquerdo encontra-se o título da aplicação e no direito está o número de pontos que o usuário obteve concluindo as atividades dos módulos;
- Na parte inferior da tela pode-se observar uma barra de navegação. O aplicativo possui um esquema de navegação por guias para navegar entre as telas de Lista de Módulos, Ranking, Perfil e Créditos, acessados através dos botões na barra de navegação rotulados, respectivamente, por “Aprender”, “Ranking”, “Perfil” e “Créditos”. Quando o usuário está em uma dessas telas, o botão correspondente fica com o texto e o ícone em contorno azul para evidenciar qual é a tela atual.



Figura 5.4: tela de Lista de Módulos com elementos de layout destacados.

5.3 Ranking

A tela de *Ranking* tem como objetivo trazer o elemento de competição para a solução gamificada do aplicativo Musintro. Nesta tela, o usuário pode verificar a sua pontuação e sua colocação em relação aos outros usuários. O nome do usuário é evidenciado na cor verde para facilitar a identificação. A tela de *Ranking* é apresentada na Figura 5.5.

5.4 Tela de Perfil

A Tela de Perfil permite ao usuário conferir as suas informações pessoais como nome, email e foto de perfil, fornecidos pela API de autenticação do Google. Também informa ao usuário quais módulos já foram concluídos e fornece um botão para navegar até o último módulo liberado para continuar o aprendizado.

No canto superior direito há um botão vermelho rotulado “Sair”, que o usuário pode utilizar para fazer *logout* da aplicação, conforme se observa na Figura 5.6.



Figura 5.5: tela de *Ranking* do aplicativo.

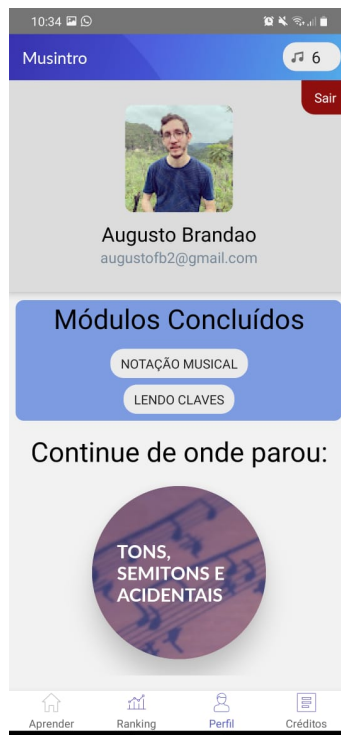


Figura 5.6: Tela de Perfil do aplicativo Musintro.

5.5 Tela de Créditos

A Tela de Créditos fornece as informações legais referentes ao aplicativo, reconhece o trabalho do autor e de terceiros e faz uma descrição geral do projeto. A tela é mostrada na Figura 5.7



Figura 5.7: Tela de Créditos do aplicativo Musintro.

5.6 Lista de Lições

Ao selecionar um módulo a partir da tela de Lista de Módulos ou da Tela de Perfil, o usuário será redirecionado para a tela de Lista de Lições daquele módulo. Cada módulo contém uma seção de teoria e um ou mais exercícios, que abordam os conceitos apresentados. A Figura 5.8 demonstra uma Tela de Lições, com o exemplo do módulo “Tons, Semitons e Acidentais”.

Além da seção teórica, o módulo do exemplo possui dois exercícios. A lista de lições utiliza o mesmo esquema de progressão que o da tela de Lista de Módulos: para liberar uma lição, é preciso concluir as anteriores. Ao abrir a página pela primeira vez, o usuário terá apenas a seção teórica desbloqueada, que deve ser acessada para que o primeiro exercício fique disponível.

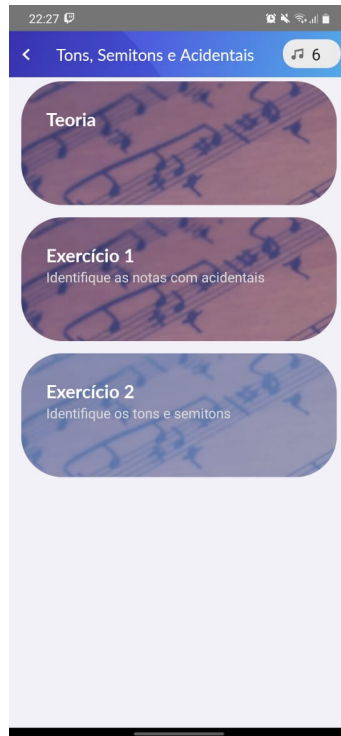


Figura 5.8: tela de Lista de Lições do módulo “Tons, Semitons e Acidentais”.

Pode-se observar que no exemplo da Figura 5.8 o usuário já acessou a seção a teórica e liberou o primeiro exercício. O segundo exercício, porém, ainda está bloqueado, como indicado pelo botão acinzentado, e ao tentar acessá-lo o usuário receberá um aviso de que ele deve completar as lições anteriores. Para liberá-lo é preciso completar o primeiro exercício. Depois de completar todas as lições de um módulo, o usuário poderá acessar o módulo seguinte.

5.7 Seção Teórica

Cada módulo contém uma Seção Teórica, que tem a função de abordar os conceitos teóricos e fundamentos relacionados. A Seção Teórica de cada módulo é uma adaptação do capítulo correspondente do livro *Open Music Theory* [7] e é apresentada em forma de textos e imagens ilustrativas. Alguns módulos também contam com vídeos e partituras interativas.

A Figura 5.9, Figura 5.10 e Figura 5.11 exemplificam elementos encontrados da Seção Teórica nos módulos “Notação Científica de Altura”, “Valores Rítmicos e de Pausa”, e “Escalas Maiores e Armaduras”, respectivamente.

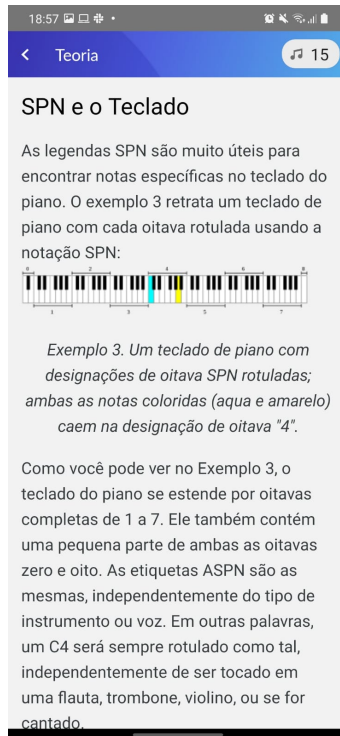


Figura 5.9: exemplo da Seção Teórica do módulo “Notação Científica de Altura”.

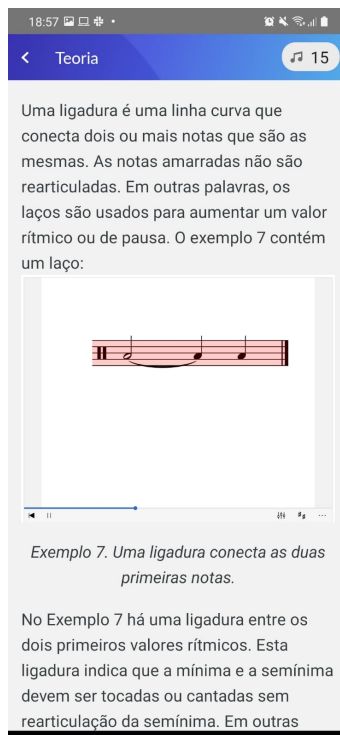


Figura 5.10: exemplo da Seção Teórica do módulo “Valores Rítmicos e de Pausa”.

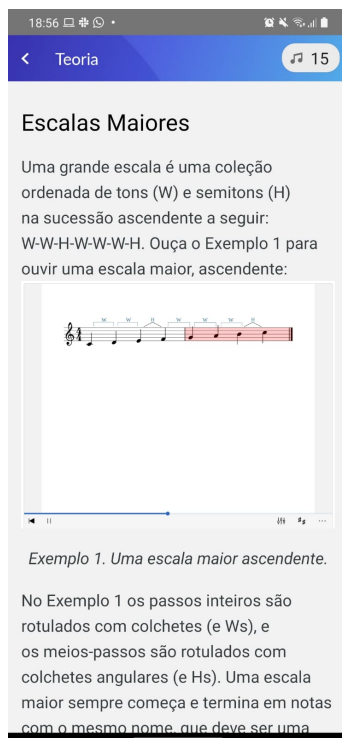


Figura 5.11: exmplo da Seção Teórica do módulo “Escalas Maiores e Armaduras”.

5.8 Tela de Exercício

Os exercícios do aplicativo seguem um formato de quiz, apresentando quatro alternativas diferentes e o usuário deve selecionar a opção correta de acordo com o que é solicitado pelo enunciado. Para desenvolver familiaridade com a notação musical e seus símbolos, as alternativas são apresentadas em forma de notação em pauta. Ao selecionar uma alternativa que contém uma ou mais notas em notação em pauta, o dispositivo reproduz o som da nota tocada no piano, com objetivo de gerar associação entre o som e símbolos.

Em cada exercício o usuário é apresentado a uma sequência de questões. Para completar um exercício, o usuário deve responder corretamente a um número determinado de perguntas. Obedecendo a princípios de gamificação, o aplicativo implementa um mecanismo de *feedback* para que o estudante possa avaliar seu desempenho e progresso. Ao errar uma questão, o usuário é imediatamente informado que cometeu um erro e a alternativa correta é mostrada. Ao acertar, ele recebe um *feedback* positivo e uma barra de progresso na parte superior da tela é parcialmente preenchida, fornecendo ao usuário um indicador visual do seu progresso no exercício.

As perguntas e respostas dos exercícios não seguem uma ordem predefinida, mas são geradas aleatoriamente a partir de um conjunto de dados destinado àquele exercício. O mecanismo garante que nunca haverá uma questão repetida à imediatamente anterior.

Essa abordagem garante que os estudantes não completem os exercícios através de um gabarito ou de tentativas cegas, mas que ele tenha que acertar as questões consistentemente para avançar. Além disso, permite que o exercício seja revisitado e repetido, configurando mais um elemento de gamificação.

A Figura 5.12, Figura 5.13 e Figura 5.14 fornecem exemplos da Tela de Exercício e diferentes questões que podem ser encontradas nos exercícios do aplicativo.

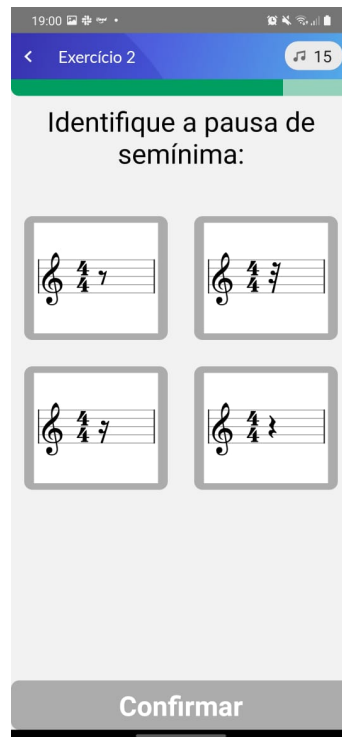


Figura 5.12: Exercício 2 do módulo “Valores Rítmicos e de Pausa”.

5.9 Validação

A fim de avaliar a aplicabilidade do software para o aprendizado de teoria musical, este foi submetido a um processo de validação. Por conta da pandemia de Covid-19, não foi possível aplicá-lo a estudantes durante aulas de música. O aplicativo foi avaliado por um professor do Departamento de Música da Universidade de Brasília e um professor da Escola de Música de Brasília. Nos testes, os professores exploraram todos os módulos do aplicativo e ao final produziram um relatório detalhado das seções teóricas e exercícios do aplicativo.

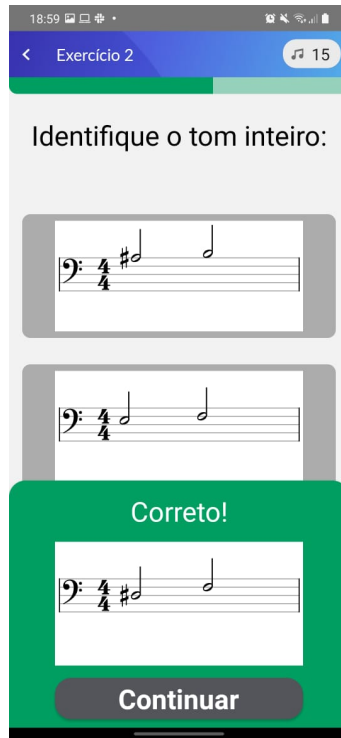


Figura 5.13: *feedback* negativo após usuário errar uma questão do Exercício 1 do módulo “Lendo Claves”.

O professor da Universidade de Brasília também respondeu a um questionário avaliando a usabilidade, a adequação do conteúdo teórico e o potencial do aplicativo como ferramenta para o ensino e o aprendizado de introdução à teoria musical.

A Tabela 5.1 apresenta as respostas do professor ao questionário de avaliação do aplicativo.

O professor elogiou a escolha do tema e comentou sobre a escassez de recursos de software para o ensino da música. Suas principais críticas foram direcionadas a parte teórica do aplicativo. O livro *Open Music Theory* [7], utilizado como base, é estrangeiro e o seu conteúdo possui incongruências com os padrões de notação e nomenclatura utilizados no ensino da música no Brasil. Ajustes estão sendo realizados no aplicativo para corrigir esses problemas.

O professor da Escola de Música de Brasília deu *feedback* por meio de texto livre, explicando que o Musintro será muito útil aos estudantes. Ele sugeriu ajustes nas seções teóricas, os quais foram implementados.

O capítulo a seguir apresenta as conclusões deste trabalho e propostas para trabalhos futuros.

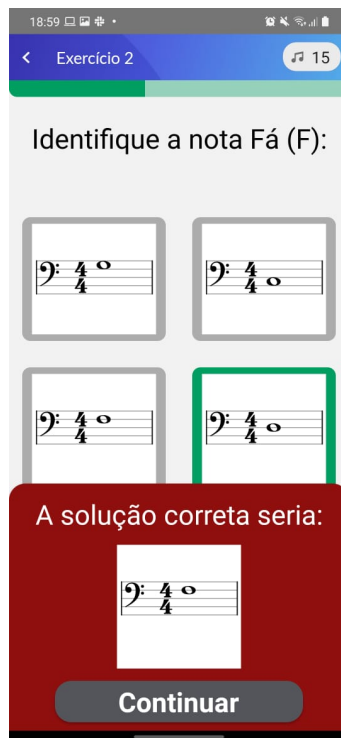


Figura 5.14: *feedback* positivo após usuário acertar uma questão do Exercício 2 do módulo “Tons, Semitons e Acidentais”.

Tabela 5.1: feedback da validação do aplicativo Musintro.

Pergunta	Resposta
1 - O aplicativo é de fácil utilização para navegação nas telas?	Sim
2 - O conteúdo é atinente à temática de introdução à teoria musical?	Sim
3 - Nas telas de resumo teórico, o conteúdo está adequado?	Não
4 - Nas telas de exercícios, o conteúdo está adequado?	Sim, mas pode ser expandido
5 - O aplicativo conta com recursos de gamificação. Ele possui potencial de ser útil como recurso motivacional aos estudantes?	Acredito que sim
6 - O aplicativo possui potencial de ser uma ferramenta útil para o ensino e o aprendizado de introdução à teoria musical?	Muito
7 - Observações (sugestões, críticas, aspectos positivos etc):	Melhorar o conteúdo das explicações nas seções "Teoria"; Expandir os exercícios em número de variedade; Utilizar <i>feedback</i> auditivo para exemplos de estruturas musicais e exercícios.

Capítulo 6

Conclusão

Há desigualdade no acesso à arte e à cultura no Brasil. O ensino de música tem a capacidade de democratizar a cultura e promover a sua produção de forma popular e inclusiva. Existem diversas ONGs e projetos que procuram levar o ensino da música a comunidades carentes, mas existem limites de alcance e volume dessas iniciativas. A produção e disponibilização de recursos gratuitos de ensino de música tem grande importância na democratização da cultura e o seu papel transformador da sociedade. O aplicativo Musintro se propõe como uma ferramenta de apoio para este fim, procurando sanar a lacuna identificada no mercado de aplicativos voltados para o ensino de teoria musical.

O desenvolvimento realizado neste trabalho não produziu uma solução final e definitiva do aplicativo Musintro, mas uma versão com as funcionalidades e conteúdo necessários para a proposta dentro dos limites do seu escopo. O processo de desenvolvimento foi realizado com preocupações sobre componentização e coesão do sistema.

Através do processo de validação, foi possível identificar acertos e erros do aplicativo. Segundo os usuários que testaram o aplicativo, a interface é agradável e sua usabilidade é simples e fácil. Os elementos de gamificação têm potencial de incrementar a experiência de aprendizado, tornando mais divertida e engajante. O conteúdo teórico está sendo aprimorado, com base nas sugestões dadas por professores de música que testaram o aplicativo.

O software Musintro é um produto registrado no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), com titularidade da Fundação Universidade de Brasília.

6.1 Trabalhos Futuros

Algumas complementações ainda podem ser efetuadas para que o Musintro se torne uma plataforma completa de aprendizado de teoria musical. É necessário que seja produzido um conteúdo teórico próprio para o aplicativo, com a colaboração de professores de mú-

sica. Mais exercícios e em formatos diferentes podem ser implementados para tirar mais vantagem da natureza multimídia dos smartphones e de elementos de gamificação. Os elementos de jogos também podem ser explorados de forma mais aprofundada. Por fim, o projeto de uma interface de usuário utilizando técnicas de UX pode melhorar significativamente a experiência de aprendizado.

Referências

- [1] *Arquitetura da plataforma / desenvolvedores android*. <https://developer.android.com/guide/platform>. acesso em 05/11/2021. ix, 18, 19
- [2] Jensen, Kristoffer e Søren Frimodt-Møller: *An integrated playful music learning solution*. Em *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction*, páginas 462–471. Springer, 2015. 4
- [3] Fontana, Paulo Gabriel Alves e Tadeu Moreira de Classe: *Ondabeat: Uma proposta de ensino de ritmo através de jogos digitais*. Em *Anais da VII Escola Regional de Sistemas de Informação do Rio de Janeiro*, páginas 112–115. SBC, 2021. 4
- [4] Marcondes, Thiago, Denise Filippo, Mariano Pimentel e Edmea Santos: *Tapetes musicais inteligentes: aprendendo música com o corpo e por meio da colaboração*. Em *Anais Estendidos do XVII Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*. SBC, 2018. 4
- [5] Pesek, Matevž, Žiga Vučko, Peter Šavli, Alenka Kavčič e Matija Marolt: *Troubadour: A gamified e-learning platform for ear training*. *IEEE Access*, 8:97090–97102, 2020. 4
- [6] Penna, Maura: *Música (s) e seu ensino*. Sulina, 2015. 6, 7
- [7] Gotham, Mark, Kyle Gullings, Chelsey Hamm, Bryn Hughes, Brian Jarvis, Megan Lavengood e John Peterson: *Open Music Theory*. Pressbooks, 2021. 8, 22, 23, 29, 33
- [8] Caillois, Roger: *Os jogos e os homens: a máscara e a vertigem*. Editora Vozes Limitada, 2017. 9, 10, 13
- [9] Salen, Katie e Eric Zimmerman: *Regras do jogo: fundamentos do design de jogos (vol. 3)*, volume 3. Editora Blucher, 2012. 10
- [10] Kapp, Karl M.: *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*. 2012. 10, 11, 12, 13, 14
- [11] Deterding, Sebastian, Dan Dixon, Rilla Khaled e Lennart Nacke: *From game design elements to gamefulness: defining "gamification"*. Em *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments*, páginas 9–15, 2011. 10, 11
- [12] Kim, Bohyun: *Understanding gamification*. ALA TechSource Chicago, IL, 2015. 10, 11

- [13] Dale, Steve: *Gamification: Making work fun, or making fun of work?* Business information review, 31(2):82–90, 2014. 10
- [14] Fardo, Marcelo Luís: *A gamificação como estratégia pedagógica: estudo de elementos dos games aplicados em processos de ensino e aprendizagem.* 2014. 10
- [15] Nelson, Mark J: *Soviet and american precursors to the gamification of work.* Em *Proceeding of the 16th international academic MindTrek conference*, páginas 23–26, 2012. 11
- [16] Schunk, Dale H, Judith R Meece e Paul R Pintrich: *Motivation in education: Theory, research, and applications.* Pearson Higher Ed, 2012. 12
- [17] Ryan, Richard M e Edward L Deci: *Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions.* Contemporary educational psychology, 25(1):54–67, 2000. 12
- [18] Sailer, Michael, Jan Hense, J Mandl e Markus Klevers: *Psychological perspectives on motivation through gamification.* Interaction Design and Architecture Journal, (19):28–37, 2014. 12
- [19] Diemer, Timothy T, Eugenia Fernandez e Jefferson W Streepey: *Student perceptions of classroom engagement and learning using ipads.* Journal of Teaching and Learning with Technology, páginas 13–25, 2012. 12
- [20] Zaffari, Guilherme e André L Battaiola: *Mapeamento do mda e habilidades do jogador no gráfico da teoria do fluxo.* Blucher Design Proceedings, 1(4):362–373, 2014. 13
- [21] Sommerville, Ian: *Engenharia de Software 9ª edição.* Pearson Education, 2018. 16, 17
- [22] *Android developers blog: Announcing the android 1.0 sdk, release 1.* <https://android-developers.googleblog.com/2008/09/announcing-android-10-sdk-release-1.html>. acesso em 05/11/2021. 18
- [23] *Mobile operating system market share worldwide | statcounter global stats.* <https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/worldwide/2020>. acesso em 05/11/2021. 18
- [24] *Configuração para desenvolvimento em android.* <https://source.android.com/setup/intro>. acesso em 05/11/2021. 18
- [25] *Javascript | mdn.* <https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/JavaScript>. acesso em 05/11/2021. 19
- [26] *React – uma biblioteca javascript para criar interfaces de usuário.* <https://pt-br.reactjs.org/>. acesso em 05/11/2021. 20
- [27] *The history of react.js on a timeline - risingstack engineering.* <https://blog.risingstack.com/the-history-of-react-js-on-a-timeline/>. acesso em 05/11/2021. 20

- [28] *React native · learn once, write anywhere.* <https://reactnative.dev/>. acesso em 05/11/2021. 20
- [29] *Webstorm: o ide javascript mais inteligente, criado pela jetbrains.* <https://www.jetbrains.com/pt-br/webstorm/>. acesso em 05/11/2021. 21
- [30] *Firebase.* <https://firebase.google.com/>. acesso em 05/11/2021. 21
- [31] *Cloud firestore | firebase documentation.* <https://firebase.google.com/docs/firestore>. acesso em 05/11/2021. 21