

MUSICANDO: APLICATIVO PARA AUXÍLIO DE ALFABETIZAÇÃO MUSICAL

Caroline Belli Regalin, Dalton Solano Reis – Orientador

Curso de Bacharel em Ciência da Computação
Departamento de Sistemas e Computação
Universidade Regional de Blumenau (FURB) – Blumenau, SC – Brasil
cregalin@furb.br, dalton@furb.br

Resumo: Este artigo apresenta o processo de desenvolvimento e testes de um aplicativo gamificado que tem como objetivo auxiliar educandos a compreenderem os elementos teóricos da música. O aluno tem como missão encontrar instrumentos perdidos ao realizar exercícios de teoria musical. O aplicativo foi desenvolvido utilizando Flutter e o servidor foi desenvolvido utilizando a engine Hasura. Para verificar a efetividade do aplicativo no apoio ao aprendizado de teoria musical, foram realizados testes com quatro alunos de música durante uma aula. O aplicativo atingiu seu objetivo motivando os alunos a realizarem os exercícios de teoria musical.

Palavras-chave: Teoria musical. Gamificação. Aplicativo. Flutter. Musicando.

1 INTRODUÇÃO

A música existe há muitos anos e faz parte da história. Souza (2017) destaca que desde o mais antigo ancestral do homem há evidências que a música já era utilizada de várias formas, como: em comemorações, reuniões e festas. Estudos arqueológicos apontam que a cerca de 40.000 anos atrás foram criados os primeiros instrumentos musicais (SOUZA, 2017). Nobre (2008, p. 2), define que a música é “a arte de combinar os sons simultânea e sucessivamente, com ordem, equilíbrio e proporção, dentro do tempo. É arte de manifestar os diversos afetos de nossa alma diante o som.”.

Segundo Pilhofer e Day (2019), o mesmo processo enfrentado para aprender a ler e escrever a língua portuguesa, também acontece com o processo para aprender a ler e escrever uma música. É necessário compreender como ela é formada, assim como é importante a sua prática. Cesar (2021a), afirma que ao iniciar o processo de entendimento dos elementos que a música possui há várias dificuldades, por exemplo, compreender a diferença entre as posições das notas musicais no diagrama e qual a influência da clave utilizada. Esse tipo de conteúdo é parte essencial do processo de alfabetização musical.

Meirelles (2021), aponta que em julho de 2021 já existiam 440 milhões de dispositivos digitais, compreendendo smartphones, notebooks e tablets. Dentre esses dispositivos digitais, 242 milhões são smartphones, isso significa em média mais de um celular por habitante no Brasil. Considerando esses dados fica evidente a ampla utilização e a relevância do uso dos smartphones atualmente.

Visto que a sociedade contemporânea está muito envolvida com jogos, uma abordagem diferente que pode ser utilizada para motivar o aprendizado da teoria musical, é a gamificação. A gamificação traz recursos de jogos para situações reais, podendo ser elas: trabalho, estudo, compras e entre outras. Através dela é possível criar uma simulação em que o indivíduo é imerso e engajado em determinada situação, através de recursos de jogos (MURR; FERRARI, 2020).

Com base no exposto, o objetivo do trabalho é disponibilizar um aplicativo gamificado para auxiliar educandos a compreenderem os elementos teóricos da música. Os objetivos específicos são: estimular o aprendizado da teoria musical através de exercícios com diferentes níveis de dificuldade, analisar a efetividade do desenvolvimento de interfaces com Flutter e validar a efetividade do uso do aplicativo como ferramenta para apoiar a alfabetização musical.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção tem como objetivo explorar os conceitos mais relevantes para a realização deste trabalho. A subseção 2.1 contextualiza a teoria musical e apresenta alguns elementos que compõe a escrita da música, sendo eles: pauta musical, notas musicais, claves, som e pausa. A subseção 2.2 aborda conceitos sobre gamificação.

2.1 TEORIA MUSICAL

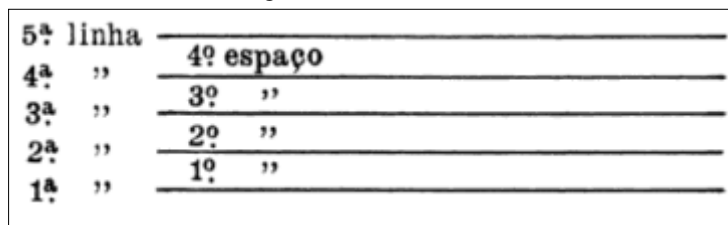
Segundo Pilhofer e Day (2019), assim como a linguagem falada tem uma gramática para sua escrita, a música também tem a sua forma escrita com conceitos e regras. A teoria musical cria um padrão para a representação da música em sua forma escrita e permite que ela seja tocada da mesma forma que foi idealizada pelo compositor por qualquer músico. Ela ainda auxilia os músicos a saírem de estilos musicais que já estão habituados, contribuindo para que aprendam novas técnicas e que se lancem a novos desafios.

Alves (2004), reforça que a música é composta por sons ordenados em diferentes padrões. Med (1996, p.11) apresenta que um som é “a sensação produzida no ouvido pelas vibrações de corpos elásticos”. Os autores Med (1996) e Alves (2004) apontam que as principais características do som são altura, duração, intensidade e timbre. Segundo Alves (2004), a altura está relacionada a frequência das vibrações, é o que faz ser possível identificar se um som é agudo ou grave. A duração se relaciona a quanto tempo uma vibração perdura, tendo como exemplo a vibração da corda de um violão que a sua vibração dura mais que a de um cavaquinho. A intensidade é a propriedade do som que indica se o volume é forte ou fraco, está ligada a amplitude das vibrações. O timbre de um som é o que o torna único e distinguível um som ao outro, podendo diferenciar o som de um violão do som de uma flauta.

Med (1996), destaca que a música tem três componentes: a melodia, ritmo e harmonia. Alves (2004, p.11) define que a melodia “é formada pela sucessão organizada de notas individuais originando frases musicais”. Alves (2004, p.11) indica que o ritmo é “a sucessão de sons com durações curtas ou longas que criam movimento”. Segundo Alves (2004, p.11), a harmonia é o “agrupamento e a ordenação de sons simultâneos que mantêm relação de altura entre si.”.

Segundo Cardoso e Mascarenhas (1973), a pauta, também chamada de pentagrama, é utilizada para representar a música em sua forma escrita. Ela possui cinco linhas e quatro espaços, onde são escritas as figuras de som e as figuras de silêncio e outros elementos que servem para representar a música. As linhas são contadas de baixo para cima. A Figura 1 apresenta uma pauta musical.

Figura 1 – Pauta musical



Fonte: Cardoso e Mascarenhas (1973).

Conforme especificado por Alves (2004), a duração dos sons e silêncios é representada por figuras rítmicas. Cada figura de som tem uma figura de silêncio correspondente e uma duração. A Figura 2 apresenta a relação dos nomes das figuras, a figura de som, a figura correspondente de silêncio e o valor da sua duração.

Figura 2 - Figuras de som e silêncio

Nome	Som	Silêncio	Duração
Semibreve			1
Mínima			1 / 2
Semínima			1 / 4
Colcheia			1 / 8
Semicolcheia			1 / 16
Fusa			1 / 32
Semifusa			1 / 64

Fonte: Dantas (2018).

Segundo Alves (2004), as figuras de som representam a duração das notas musicais e as figuras de silêncio representam a duração das pausas. Existem sete notas musicais: dó, ré, mi, fá, sol, lá e si. Pilhofer e Day (2019), demonstram que as notas musicais compõem a linguagem escrita da música e elas podem ser comparadas a letras do alfabeto. Na Figura 3 são apresentados os elementos que formam a escrita das notas musicais.

Figura 3 – Elementos das notas musicais



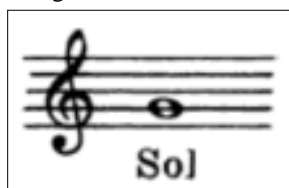
Fonte: Pilhofer e Day (2019).

De acordo com Pilhofer e Day (2019) o primeiro elemento é a cabeça, que é a parte redonda da nota, e todas as notas apresentam. O segundo é a haste, que é a reta que está junto da cabeça, as notas que possuem esses elementos são as colcheias, semínimas e mínimas. O terceiro elemento é o colchete, que é a linha que sai da parte inferior ou superior da haste, as notas que contêm esse elemento são as colcheias e notas mais curtas. Esses três elementos vão formar a escrita das notas musicais.

Outro elemento que compõe a escrita da música são as claves. Segundo Alves (2004), as claves são sinais que são escritos no início da pauta e definem o nome das notas que serão escritas. Cardoso e Mascarenhas (1973) destacam que existem três tipos de claves: Clave de Sol, Clave de Fá e Clave de dó.

Alves (2004, p. 12) indica que a Clave de Sol “inicia com uma curva desenhada sobre a segunda linha. Assim, ela determina que a nota escrita nesta linha se chama Sol. A partir do Sol, nomeiam-se as outras notas que são escritas na mesma pauta”. A seguir na Figura 4 é apresentada a representação gráfica da clave de Sol.

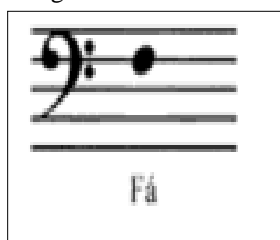
Figura 4 - Clave de sol



Fonte: Cardoso e Mascarenhas (1973).

Alves (2004, p.13) explica o desenho da Clave de Fá “inicia com uma pequena bola seguida de uma curva para cima e depois para baixo. A clave de Fá na quarta linha possui um ponto acima e um abaixo dessa linha, indicando que a nota escrita nesse local se chama Fá.”. A partir dela, as outras notas são escritas. A Figura 5 apresenta o desenho da Clave de Fá.

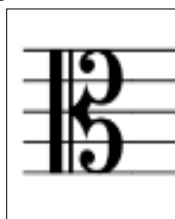
Figura 5 - Clave de fá



Fonte: Alves (2004).

A Clave de Dó, segundo Nobre (2008), pode ser escrita na primeira, segunda ou quarta linha da pauta. O desenho de sua representação pode ser observado na Figura 6.

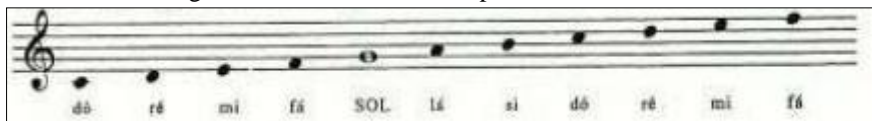
Figura 6 - Clave de dó



Fonte: Torca (2016).

Segundo Alves (2004), uma vez escrita a clave na pauta são definidos os nomes das demais notas musicais. A Figura 7 apresenta a representação das notas musicais a partir da nota sol.

Figura 7 - Notas musicais na pauta com clave de sol



Fonte: Alves (2004).

2.2 GAMIFICAÇÃO

De acordo com Murr e Ferrari (2020), gamificação é um termo traduzido do inglês *gamification*. Nick Pelling (programador de computadores e pesquisador britânico) iniciou o uso dessa palavra em 2002. Os autores consideram que o termo pode ser compreendido como a utilização de elementos de jogos em situações reais e não apenas em jogos. Através desses elementos, busca motivar indivíduos na realização de alguma tarefa.

Segundo Fadel *et al.* (2014), a gamificação pode ser usada para a resolução de problemas, motivar e engajar um público em determinada atividade. Contribuindo para o desenvolvimento cognitivo e motivação no progresso da aprendizagem. Murr e Ferrari (2020) destacam que a gamificação não é apenas utilizar jogos em alguma situação, mas sim trazer elementos de jogos que possam proporcionar algum tipo de benefício para a atividade a ser desenvolvida. Os autores ressaltam que através dela, é possível criar uma simulação em que o indivíduo pode pensar que está jogando, mas na verdade está absorvendo um novo conteúdo, trabalhando, comprando e entre outras situações.

Existem quatro características dos jogos que são importantes para elaborar um artefato baseado na gamificação. A primeira é a meta do jogo, é o motivo para a realização daquela atividade. A segunda são as regras, elas ajudam a determinar como o indivíduo deve se comportar para superar os desafios do ambiente, estimulam a criatividade e o pensamento estratégico. A terceira é o sistema de *feedbacks*, por onde o jogador é orientado sobre sua posição referente aos elementos do universo. E a quarta é a participação voluntária, o jogador precisa voluntariamente querer utilizar o jogo, considerando sua meta, regras e *feedbacks* (BUSARELLO, 2016).

Para Busarello (2016) “repetição de experimentos, ciclos rápidos de resposta, níveis crescentes de dificuldade, diferentes possibilidades de caminhos, reconhecimento e recompensa” são elementos muito relevantes ao utilizar a gamificação na aprendizagem. Murr e Ferrari (2020) trazem um exemplo de gamificação aplicada a divisão de tarefas domésticas. Para isso, propõe-se um jogo em que a meta é completar as tarefas em um período e os participantes devem colaborar. Os autores indicam que pode ser criado um sistema de pontos, com *ranking*, premiação e alteração de status. Assim, exemplificando a aplicação da gamificação em um cenário real.

2.3 TRABALHOS CORRELATOS

A seguir serão apresentados trabalhos correlatos que se relacionam aos principais objetivos do estudo desenvolvido. O primeiro é um aplicativo para aprendizado de idiomas, chamado Duolingo (2021) apresentado no Quadro 1. O segundo é uma ferramenta para ensino de notas musicais através do ditado musical (MOTTA; GARONE, 2013) apresentado no Quadro 2. O terceiro apresenta o processo de desenvolvimento de um jogo para computador que auxilia na aprendizagem de teclado musical (BORDINI *et al.*; 2015) apresentado no Quadro 3.

Quadro 1 – Trabalho correlato Duolingo

Referência	Duolingo (2021)
Objetivos	Ensino de idiomas utilizando gamificação
Principais funcionalidades	Níveis Exercícios sobre ensino de idiomas Pontuação Recompensas Desafios
Ferramentas de desenvolvimento	Não foi possível identificar as ferramentas de desenvolvimento por ser um aplicativo comercial. O aplicativo está disponível nas seguintes plataformas: Web, iOS, Android, Windows Phone.
Resultados e conclusões	Não há resultados e conclusões por se tratar de um aplicativo comercial. Porém é possível identificar que o aplicativo oferece uma boa usabilidade e estimula a aprendizagem de idiomas através da gamificação.

Fonte: elaborado pela autora.

Quadro 2 – Trabalho correlato Melodic: Design instrucional de um jogo para o ensino da música

Referência	Motta e Garone (2013)
Objetivos	Desenvolver um objeto de estudo para auxiliar o ensino da música através de um jogo.
Principais funcionalidades	Exercícios sobre ditado melódico Feedback sobre a correção do exercício
Ferramentas de desenvolvimento	HTML 5 e software Construct 2.
Resultados e conclusões	O jogo foi testado com dois grupos, o primeiro é de alunos e professores de música e o segundo é de pessoas leigas, sem conhecimento no assunto de ditado melódico e música. Segundo os resultados apresentados por Motta e Garone (2013), o primeiro grupo conseguiu utilizar de forma mais efetiva o jogo, exercitando o ditado melódico, pois já tinham um conhecimento prévio sobre música. O segundo grupo, tentavam adivinhar pela tentativa e erro, pois não tinham um conhecimento prévio sobre o assunto. Os autores Motta e Garrone (2013) consideraram que o jogo Melodic atingiu seu objetivo, desenvolvendo a musicalidade do jogador e deixando-o mais acostumado aos sons das notas (MOTTA; GARONE, 2013).

Fonte: elaborado pela autora.

Quadro 3 – Trabalho Correlato Musikinésia: jogo eletrônico para o aprendizado de teclado musical

Referência	Bordini <i>et al.</i> (2015)
Objetivos	Jogo para auxiliar no aprendizado de leitura de partituras através de um teclado musical.
Principais funcionalidades	Sistema de fases (3 fases cada uma com uma música diferente e diferentes dificuldades) Sistema de pontuação Narrativa
Ferramentas de desenvolvimento	Motor de jogos Unity e linguagem de programação C#.
Resultados e conclusões	Os autores Bordini <i>et al.</i> (2015) realizaram uma avaliação do jogo, com estudantes da graduação e professores de música. Alguns tinham conhecimentos prévios sobre leitura de partituras, porém outros não possuíam conhecimento em teclado. Segundo Bordini <i>et al.</i> (2015), os resultados atingidos nos testes, demonstraram que o jogo Musikinésia conseguiu atingir o objetivo de promover a aprendizagem das teclas do instrumento relacionado à leitura de uma partitura, ajudando na alfabetização musical. Através dos feedbacks obtidos nos testes, também encontraram alguns pontos de falha na jogabilidade e notou-se que algumas fases ficaram difíceis de serem vencidas (BORDINI <i>et al.</i> , 2015).

Fonte: elaborado pela autora.

3 DESCRIÇÃO DO APLICATIVO

Nesta seção serão descritos os aspectos mais relevantes de especificação e implementação para a compreensão sobre o trabalho desenvolvido. Na seção 3.1 tem-se o detalhamento da especificação do aplicativo. Na seção 3.2 tem-se um detalhamento sobre a implementação.

3.1 ESPECIFICAÇÃO

O aplicativo disponibiliza exercícios de teoria musical englobando os conteúdos: propriedades da música, som, notas musicais, intervalos e leitura de partituras. Os principais conceitos de gamificação que foram utilizados para o seu desenvolvimento são: narrativa, pontuação, sistema de recompensas, sistema de níveis e feedback. Na construção da sua interface buscou-se utilizar uma linguagem dialógica para tentar se obter uma aproximação com o público-alvo.

Os Requisitos Funcionais (RF) do aplicativo estão disponíveis no Quadro 4. Os Requisitos Funcionais (RF) do servidor estão disponíveis no Quadro 5. Os Requisitos Não funcionais (RNF) estão disponíveis nos Quadros 6.

Quadro 4 – Requisitos funcionais do aplicativo

RF01 - apresentar exercícios sobre teoria musical, com conteúdo sobre notas musicais, pausas, partituras e intervalos
RF02 - apresentar diferentes níveis
RF03 - apresentar um sistema de pontuação
RF05 - exibir feedback de correção sobre o exercício
RF06 - permitir exercícios com reprodução de áudio
RF07 - apresentar sistema de recompensas através de instrumentos
RF08 - apresentar uma narrativa
RF09 - permitir o <i>login</i> do usuário

Fonte: elaborado pela autora.

Quadro 5 – Requisitos funcionais do servidor

RF01 - listar, cadastrar e alterar níveis
RF02 - listar, cadastrar e alterar exercícios
RF03 - listar, cadastrar e alterar respostas de exercícios
RF04 - listar, cadastrar e alterar usuário
RF05 - listar, cadastrar e alterar medalhas (instrumentos)
RF06 - listar, cadastrar e alterar relacionamento entre o usuário e a medalha (instrumento)
RF07 - listar, cadastrar e alterar relacionamento entre o usuário e nível
RF08 - listar, cadastrar e alterar relacionamento entre o usuário e exercícios

Fonte: elaborado pela autora.

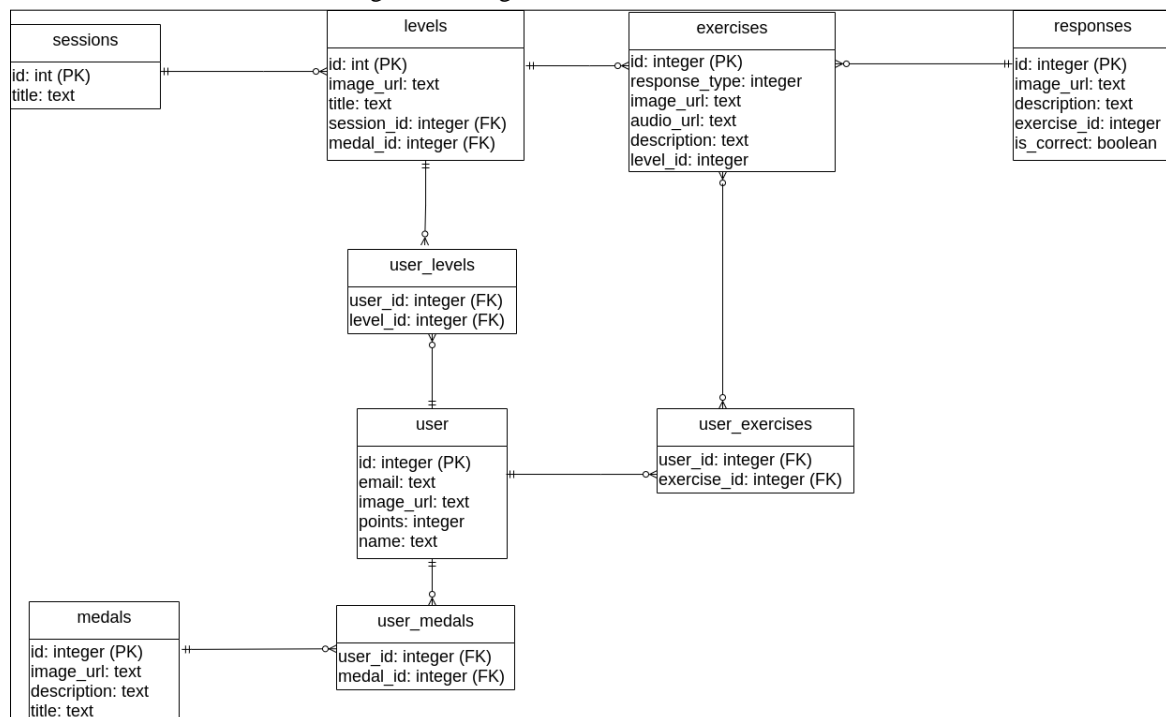
Quadro 6 – Requisitos não funcionais

RNF01 - o aplicativo deve ser desenvolvido utilizando o kit de ferramentas de interface de usuário Flutter e com a linguagem de programação Dart
RNF04 - o aplicativo deve ser disponibilizado para a plataforma Android
RNF02 - o servidor web deve ser desenvolvido utilizando o engine Hasura
RNF03 - o servidor web deverá utilizar o banco de dados PostgreSQL

Fonte: elaborado pela autora.

Para o armazenamento das informações utilizou-se a base de dados relacional PostgreSQL. A Figura 8 apresenta o diagrama de entidade relacionamento apresentando a modelagem utilizada para o desenvolvimento da base de dados.

Figura 8 - Diagrama entidade relacionamento

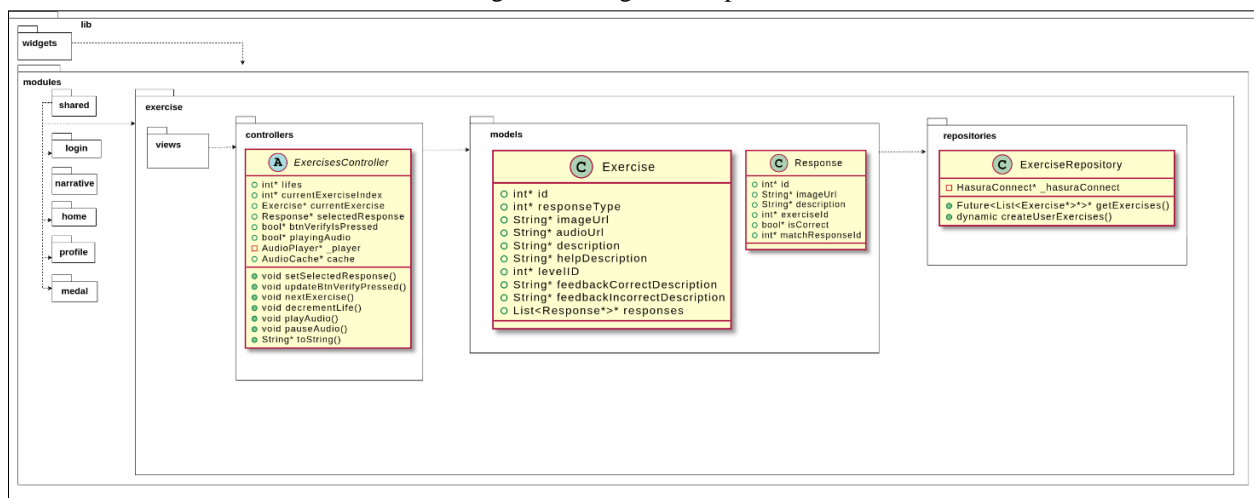


Fonte: elaborado pela autora.

O aplicativo foi desenvolvido utilizando o conceito de modularização, ou seja, cada parte do aplicativo é um módulo diferente. A pasta *lib*, contém as pastas: *widgets* e *modules*. A pasta *widgets* contém componentes

compartilhados entre os módulos. A pasta `modules`, contém os módulos do aplicativo. Os módulos criados no aplicativo são: `login`, `narrative`, `home`, `profile`, `medal` e `shared`. Cada módulo é organizado nas pastas: `views`, `controllers`, `models` e `repositories`. A Figura 9 apresenta o diagrama de pacotes da aplicação.

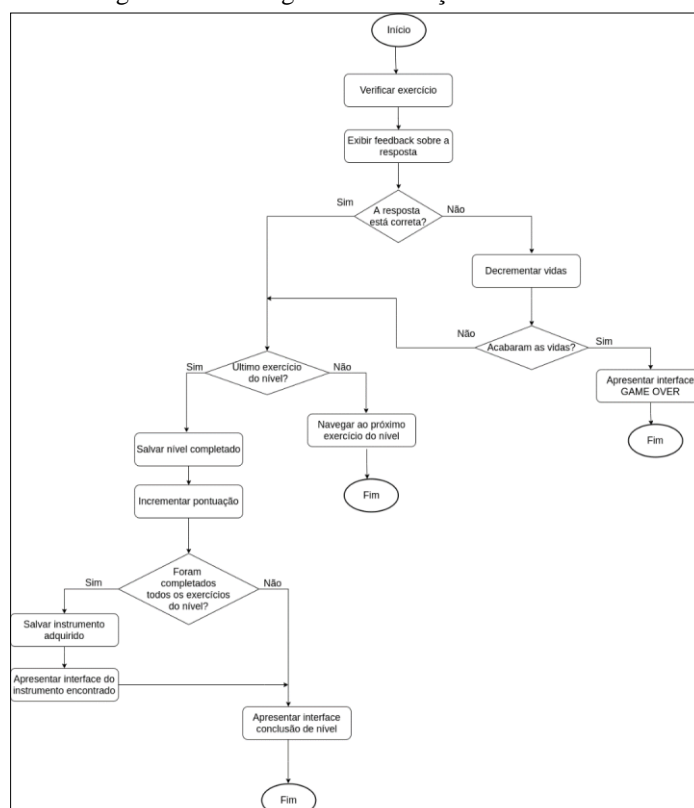
Figura 9 - Diagrama de pacotes



Fonte: elaborado pela autora.

No aplicativo são apresentados níveis e os níveis possuem exercícios. Para cada exercício o usuário pode obter uma correção, assim podendo verificar se a sua resposta está correta ou errada. Dependendo da resposta, perde vidas ou ganha pontos. Ao chegar no último exercício de um nível completando todos os exercícios corretamente, o usuário encontra um instrumento. Ao perder todas as vidas, o usuário perde o nível. A Figura 10 apresenta o diagrama de atividades apresentando o fluxo do funcionamento da verificação de exercícios.

Figura 10 - Fluxograma verificação de exercícios



Fonte: elaborado pela autora.

3.2 IMPLEMENTAÇÃO

Nesta seção será detalhada a implementação do aplicativo. Na seção 3.2.1 são descritas as principais ferramentas utilizadas para o desenvolvimento do aplicativo. Na seção 3.2.2 são descritas as principais partes da implementação.

3.2.1 Ferramentas utilizadas

Para o desenvolvimento da interface do aplicativo foi utilizado o Flutter que é um *UI Toolkit* desenvolvido pelo Google e é utilizado para a criação de interfaces limpas e simples, compilando nativamente a aplicação desenvolvida para iOS, Android e Web. Para a padronização do código, facilitar a inclusão de novos módulos e fazer o gerenciamento de injeção de dependências e rotas, utilizou-se a biblioteca `flutter_modular`. Para o gerenciamento de estado optou-se pela biblioteca `MobX`. Para a autenticação do usuário com o Google utilizou-se o Firebase Authentication que disponibiliza a integração com várias plataformas para *login*, optou-se por utilizar apenas a autenticação com o Google.

Para a implementação do *backend* e hospedagem do banco de dados utilizou-se a *engine* Hasura. Esta *engine* que permite que seja criada uma base de dados PostgreSQL e através dela é gerada automaticamente uma API com a linguagem de consulta GraphQL, com as operações de listar, criar, editar e excluir. A vantagem de se utilizar esta linguagem de consulta GraphQL é que apenas as informações requisitadas pelo cliente serão retornadas ao fazer a consulta no servidor, evitando que informações desnecessárias retornem. Através da linguagem GraphQL, também é possível que sejam consultadas informações de diversas fontes sem a necessidade de fazer várias requisições.

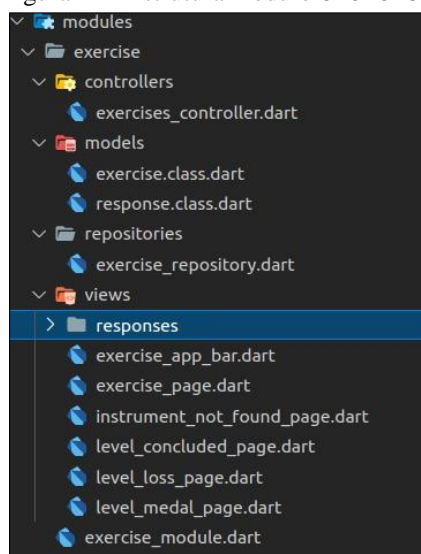
3.2.2 Desenvolvimento

Todo o conteúdo do aplicativo está cadastrado na base de dados. A partir da base de dados criada a *engine* Hasura gerou automaticamente uma API com a linguagem de consulta GraphQL para a consulta e alteração dos dados no servidor. Os dados fornecidos pela API que foi desenvolvida são consumidos pelo aplicativo que foi desenvolvido em Flutter.

O aplicativo foi desenvolvido separando-se por módulos. Foram criados sete módulos: `exercise`, `home`, `login`, `medal`, `narrative`, `profile` e `shared`. O módulo `exercise` contém os modelos de exercícios e a geração dinâmica dos exercícios, controle da pontuação e feedback sobre a correção dos exercícios. O módulo `home`, contém a página inicial que inclui os níveis e seções. O módulo `medal` contém a página de medalhas que são os instrumentos adquiridos a cada conclusão de nível. O módulo `narrative` contém a narrativa do aplicativo. O módulo `profile` contém as informações sobre o usuário atual que está logado. O módulo `shared` contém arquivos que são compartilhados entre todos os módulos, que são as funcionalidades referentes a autenticação.

Na estrutura de cada módulo utilizou-se o padrão Model View Controller (MVC). O exemplo da estrutura do módulo `exercise` apresenta a pasta `controllers` que possui o arquivo `exercises_controller.dart` da classe `ExercisesController` que possui as regras de negócio e métodos e conectam as *views* e os *models*. A pasta `models` contém as classes `response.class.dart` e `exercise.class.dart`, que representam o objeto de resposta e exercícios respectivamente. A pasta `views` contém as interfaces `exercise_app_bar.dart`, `exercise_page.dart`, `instrument_not_found_page.dart`, `level_concluded_page.dart`, `level_loss_page.dart` e `level_medal_page.dart`. Na raiz do projeto encontra-se o arquivo `exercise_module.dart`, que faz o controle de rotas do módulo e injeção de dependência. Também existe a pasta `repositories`, onde ficam os repositórios com a consulta de dados no servidor, neste caso o `exercise_repositoy` que faz a consulta dos exercícios e salva os exercícios que o usuário completou utilizando a linguagem GraphQL. A estrutura de organização dos módulos pode ser observada na Figura 11.

Figura 11 - Estrutura módulo `exercise`



Fonte: elaborado pela autora.

O Quadro 7 apresenta o método `getListExercises(int levelId)` da classe `ExercisesController`. Este método é executado quando um nível é iniciado e é responsável por executar a função `getExercises` da classe `exercisesRepository`, que faz a requisição ao servidor buscando todos os exercícios de um nível. Caso os exercícios sejam retornados pelo servidor, são atualizados os valores dos atributos `currentExerciseIndex` e `currentExercise`, que indicam qual é o exercício atual que está sendo apresentado ao usuário. Depois que o conteúdo do atributo `currentExercise` é atualizado a interface do exercício é construída. Sempre que o conteúdo do atributo `currentExercise` é atualizado a interface é reconstruída. Esse comportamento ocorre devido ao gerenciador de estado `MobX`, uma vez que o atributo `currentExercise` está marcado com a notação `@observable` e na interface foi definido um `Observer` toda vez que o conteúdo do atributo `currentExercise` é atualizado a interface é reconstruída. Esse comportamento é o esperado dado que existem quatro modelos diferentes de exercícios e um nível pode ter diversos modelos de exercícios, assim sempre que alterar o exercício a interface deve ser reconstruída.

Quadro 7 – Funções que verificam se as transições estão sensibilizadas

```

1 void getListExercises(int levelId) async {
2     listExercises = await exercisesRepository.getExercises(levelId);
3
4     if (listExercises.length > 0) {
5         currentExerciseIndex = 0;
6         currentExercise = listExercises.first;
7     }
8 }
9

```

Fonte: elaborado pela autora.

O Quadro 8 apresenta a implementação da função `nextExercise()`, que é executada quando o botão `CONTINUAR` no interface do exercício é pressionado. Inicialmente é verificado se o nível atual é o último exercício do nível, se for são salvos os exercícios que o usuário concluiu. Após isso é atualizada a pontuação do usuário e o próximo nível é liberado e a função `nextPage()` é chamada. Caso todos os exercícios do nível forem concluídos é exibida a interface de instrumento encontrado. Se não forem concluídos todos os exercícios do nível, é apresentada a interface de instrumento não encontrado. Se não for o último exercício do nível, é verificado se o usuário ainda possui vidas, caso possua é atualizada os atributos `currentExerciseIndex`, `currentResponse` e `selectedResponse`. Caso o usuário não possua mais vidas, o nível é reiniciado e a interface `GAME OVER` é exibida ao usuário mostrando que o nível foi perdido.

Quadro 8 – Função que executa o próximo exercício

```

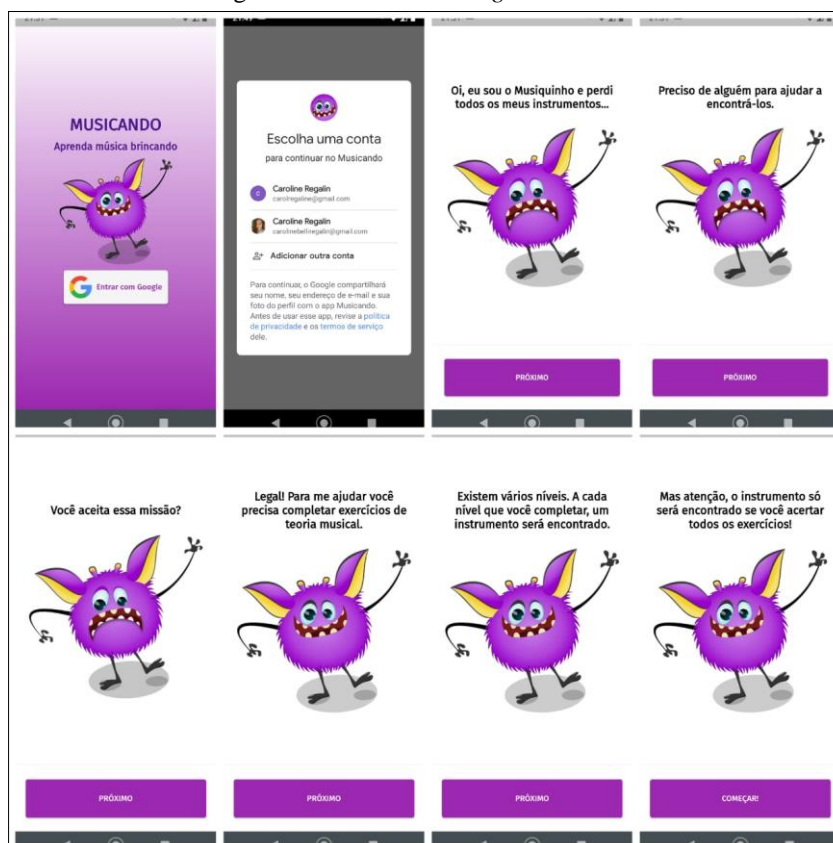
1 void nextExercise() {
2     if (isLastExercise()) {
3         userRepository.saveUserExercises(concludedExercises, auth.currentUser.id);
4         userRepository.updateUserPoints(auth.currentUser.id);
5         userRepository.saveUserEnabledLevels(level.id + 1, auth.currentUser.id);
6         nextPage();
7     } else {
8         if (lives == 0) {
9             resetLevel();
10            Modular.to.pushNamed('./level_loss_page');
11        } else {
12            currentExerciseIndex++;
13            currentExercise = listExercises[currentExerciseIndex];
14            selectedResponse = null;
15            updateBtnVerifyPressed();
16        }
17    }
18 }

```

Fonte: elaborado pela autora.

Ao iniciar o aplicativo é apresentada uma interface de *login* para que o usuário seja identificado e o seu progresso seja salvo, a única opção de *login* possível é pelo Google, visto que é uma plataforma amplamente utilizada atualmente e de fácil acesso. Após o *login*, é exibida a narrativa do aplicativo em que o personagem Musiquinho mostra a missão que o usuário terá que cumprir. As interfaces de *login* e narrativa podem ser observadas na Figura 12.

Figura 12 - Interface do *login* e narrativa



Fonte: elaborado pela autora.

Após a narrativa é apresentada a tela principal. Na tela principal são apresentados as seções e os níveis dos exercícios de teoria musical. A Figura 13 apresenta a interface de seções e níveis. Os níveis que estão em tom cinza são aqueles que ainda não foram liberados pelo usuário, os que estão em contorno roxo e coloridos já foram desbloqueados pelo usuário. Por padrão no primeiro acesso do usuário ao aplicativo o primeiro nível é liberado. A liberação do próximo nível é feita quando o nível anterior é concluído.

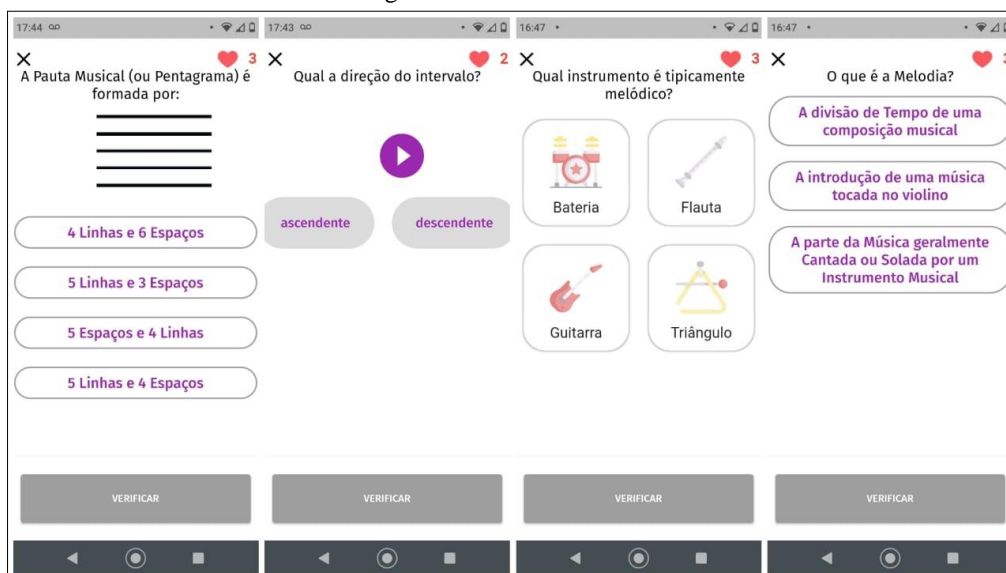
Figura 13 - Interface seções e níveis



Fonte: elaborado pela autora.

Cada nível possui vários exercícios, o grau de dificuldade dos exercícios aumenta a cada nível, do mais fácil para o mais difícil. Foram desenvolvidos quatro modelos de exercícios. O primeiro modelo é o exercício formado por uma pergunta, uma imagem e opções de resposta com suas respectivas descrições. O segundo modelo de exercício é o exercício com reprodução de áudio, ele possui uma pergunta, um botão para a reprodução de áudio e opções de resposta com descrição. O terceiro modelo de exercício possui uma pergunta e opções de respostas com imagens. O quarto modelo de exercícios possui apenas uma pergunta e resposta com imagens. Os quatro modelos de exercícios podem ser verificados na Figura 14.

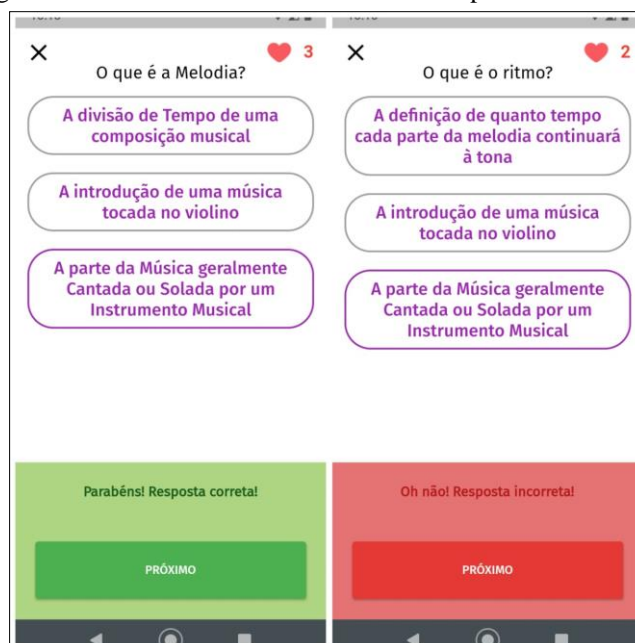
Figura 14 - Telas exercícios



Fonte: elaborado pela autora.

Todos os modelos de exercício apresentados na Figura 14 têm por padrão o botão VERIFICAR, o botão X e a quantidade de vidas. Ao selecionar o botão VERIFICAR o aplicativo apresenta uma correção sobre o exercício, se a resposta estiver correta apresenta uma mensagem na cor verde, indicando que o usuário acertou a resposta e nenhuma vida é decrementada. A Figura 15 apresenta o feedback que é exibido ao usuário após uma resposta ser selecionada e o botão VERIFICAR ser pressionado.

Figura 15 - Interface com feedback sobre a resposta dos exercícios



Fonte: elaborado pela autora.

Depois de exibido o feedback sobre a correção do exercício é apresentado o botão PRÓXIMO. Caso a resposta selecionada estiver incorreta é apresentada uma mensagem em vermelho sinalizando que a resposta que foi selecionada está incorreta e uma vida é decrementada do usuário. Quando o usuário perde todas as vidas, é apresentada a mensagem

de fim de jogo e é necessário reiniciar o nível pressionando o botão REINICIAR. Caso o usuário tenha perdido todas as vidas a tela GAME OVER é apresentada. A tela de GAME OVER pode ser observada na Figura 16.

Figura 16 - Interface Game Over



Fonte: elaborado pela autora.

Uma vez que o usuário concluir o nível e não teve a resposta correta em todos os exercícios, é exibida uma interface avisando que o usuário não concluiu todos os exercícios, por este motivo não encontrou o instrumento. Após essa interface é apresentada a interface mostrando a quantidade de acertos que o usuário obteve no nível. A Figura 17 apresenta a interface do instrumento não encontrado.

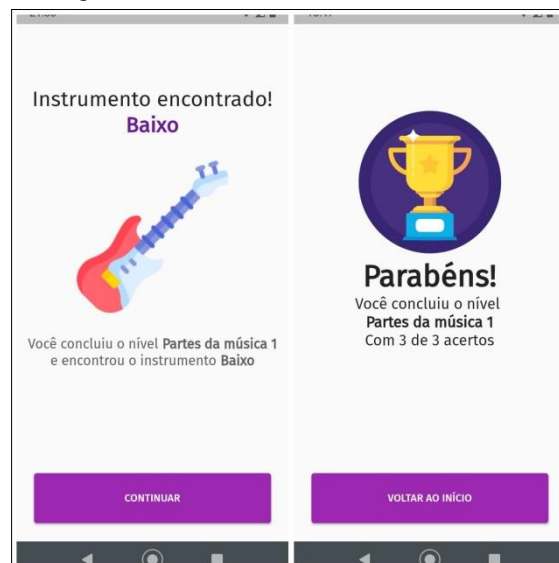
Figura 17 - Interface instrumento não encontrado



Fonte: elaborado pela autora.

Ao concluir todos os exercícios de um nível e todas as respostas estiverem corretas é exibida uma interface com o instrumento encontrado, aparecendo assim o botão CONTINUAR. Após selecionar o botão CONTINUAR é exibida uma mensagem de parabéns com o total de acertos que o usuário obteve no nível. A Figura 18 apresenta as interfaces de conclusão de nível.

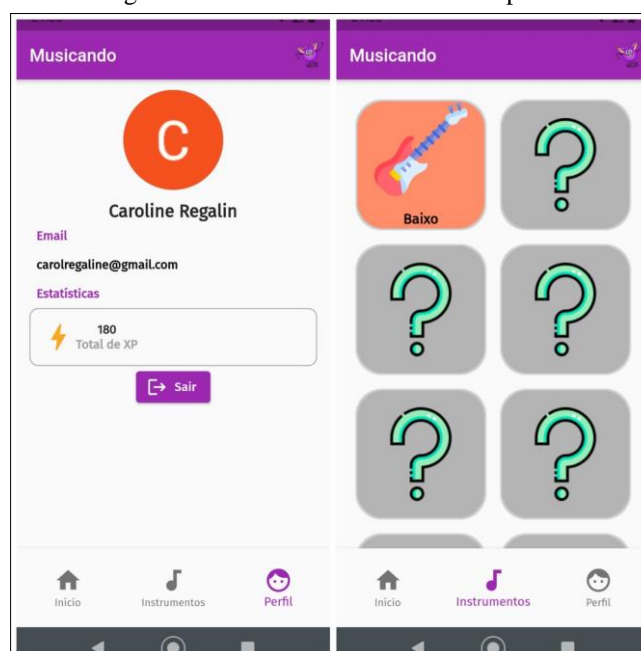
Figura 18 – Interfaces de conclusão de nível



Fonte: elaborado pela autora.

Os instrumentos que foram encontrados pelo usuário podem ser visualizados no menu Instrumentos. Este menu apresenta uma lista com os Instrumentos encontrados e os Instrumentos que não foram encontrados são apresentados com o símbolo ?. Também foi desenvolvido o menu Perfil que contém informações sobre o perfil do usuário. Na interface Perfil é apresentada a imagem do usuário, nome, e-mail e a sua pontuação total. As interfaces do menu Instrumentos e Perfil podem ser visualizadas na Figura 19.

Figura 19 – Interfaces instrumentos e perfil



Fonte: elaborado pela autora.

4 RESULTADOS

Nesta seção serão apresentadas a validação do protótipo inicial com o especialista, os testes de funcionalidades, testes com o especialista, testes com os alunos de música e a comparação com os correlatos.

4.1 VALIDAÇÃO DE PROTÓTIPO INICIAL COM ESPECIALISTA

O desenvolvimento do aplicativo teve o auxílio do professor de música e maestro César (2021). Para iniciar o desenvolvimento do aplicativo foi elaborado um protótipo das interfaces na plataforma Draw.io para a validação com o usuário com base em conversas com o especialista. Inicialmente pensou-se em o aplicativo ter três níveis: iniciante,

intermediário e avançado. Com cada nível apresentando perguntas e respostas para o estudante selecionar, a cada resposta correta ou errada seria exibida um feedback sobre a resposta e uma mensagem motivacional. Depois de terminar todos os desafios de um nível o outro é desbloqueado. Foi elaborada em uma página de perfil que iria possuir informações básicas sobre o usuário como: nome, foto de perfil e pontuação. O protótipo também apresenta o menu ranking com a posição geral dos alunos na sala. A Figura 20 apresenta o protótipo inicial modelado.

Fonte: elaborado pela autora.

4.2 TESTES DE FUNCIONALIDADES

Para iniciar os testes foi realizado o download do aplicativo da loja PlayStore, o download foi realizado com sucesso e o aplicativo foi instalado no dispositivo. Depois disso foi acessado o aplicativo e realizada a autenticação com o Google, que ocorreu com sucesso. Após a autenticação foi exibida a narrativa conforme o esperado. Após a narrativa, foi acessado o menu *Início* que contém os níveis e seções cadastrados, os mesmos foram exibidos com sucesso. Também foram testados os níveis de exercícios e o feedback sobre as respostas que exibiram um feedback conforme o esperado. Foi testada a conclusão de um nível, respondendo todos os exercícios corretamente, após a conclusão de todos os exercícios foi encontrado o instrumento e foi exibida a tela do instrumento encontrado. Após a conclusão do nível, foi acessado o menu *Instrumentos* e nele foi exibido o instrumento encontrado e os que ainda não haviam sido encontrados estavam exibindo o símbolo ? conforme o esperado. Após acessar o menu *Perfil* foram exibidas corretamente as informações de nome, e-mail, foto e pontuação do usuário. Os testes de funcionalidades nos dois dispositivos ocorreram com sucesso.

Para validar as funcionalidades, a efetividade do aplicativo e o conteúdo foi realizado um teste com o especialista Cesar (2021c), maestro e professor de música para iniciantes. O teste ocorreu a distância, o professor fez o download do aplicativo na PlayStore, testou e enviou um feedback. Cesar (2021c) deu os seguintes feedbacks “Bem legal a dinâmica, está divertido. A identidade visual está bonita e fácil”. Ele apontou melhorias que deveriam ser feitas no conteúdo do

aplicativo para que não ficassem dúvidas sobre as perguntas e respostas. Cesar (2021c) também sugeriu que fosse aumentado o contraste dos botões de reposta quando ele fosse selecionado, pois era difícil identificar na interface qual foi a opção selecionada na resposta do exercício. Através dos feedbacks recebidos do especialista, foram feitas as melhorias no conteúdo das perguntas e respostas e foi realizada a melhoria solicitada nos botões de resposta do aplicativo. Após essas melhorias, foram desenvolvidos testes com uma turma de quatro alunos de Cesar (2021c).

4.4 TESTES COM ALUNOS DE MÚSICA

Visando validar a efetividade do uso do aplicativo como uma ferramenta para apoiar a alfabetização musical, foram elaborados testes com quatro alunos de música com a faixa etária de 10 a 17 anos, que são considerados de educação especial devido a sua situação de vulnerabilidade social. Os testes ocorreram durante uma aula de música acompanhados pelo professor de música Cesar (2021d). Os alunos A, B, C e D têm 17, 13, 12 e 10 anos respectivamente. Os quatro alunos utilizam o celular às vezes. Todos os alunos já tiveram algum contato com música e teoria musical. O roteiro utilizado para realização dos testes pode ser observado no Quadro 9.

Quadro 9 – Roteiro de testes

Sequência	Teste
1	Realizar o login utilizando uma conta do Google
2	Navegar pela narrativa
3	Navegar ao menu <i>Início</i> e verificar se o primeiro nível <i>Partes da música 1</i> está desbloqueado
4	Acessar o primeiro nível <i>Partes da música 1</i> , selecionar uma resposta e clicar no botão VERIFICAR
5	Completar o nível <i>Partes da música 1</i> respondendo todas as respostas corretamente
6	Verificar se ao completar o nível <i>Partes da música 1</i> foi exibido o instrumento Baixo
7	Verificar se ao completar o nível <i>Partes da música 1</i> foi exibida a quantidade de acertos no nível
8	Acessar o menu <i>Instrumentos</i> e verificar se é possível visualizar o instrumento Baixo depois de concluir o nível <i>Partes da música 1</i>
9	Acessar o menu <i>Perfil</i> e visualizar as informações do usuário e a sua pontuação

Fonte: elaborado pela autora.

Ao realizar os testes os alunos A e B conseguiram completar toda a sequência dos testes sem dificuldades. O aluno A conseguiu completar todos os passos sem nenhum auxílio do professor. O aluno B conseguiu completar apenas 7 dos passos sem auxílio do professor. O aluno C apresentou dificuldades e precisou de auxílio do professor para realizar o teste de sequência 5. Os demais passos foram concluídos com sucesso pelo aluno C. O aluno D, o mais novo, apresentou dificuldades nos testes de sequência 1, 5 e 9 e os demais passos foram concluídos com sucesso. Cesar (2021d) apontou que algumas das dificuldades encontradas pelos alunos foram por alguma falta de vocabulário que eles possuíam, gerando dificuldade na compreensão de alguns exercícios.

No geral os alunos avaliaram que os exercícios estavam de médio a difícil. Os alunos avaliaram a utilização do aplicativo como ótima e se sentiram motivados a realizar os exercícios. Quando questionado a Cesar (2021d) sobre a utilização do aplicativo como uma forma de auxiliar a alfabetização musical, ele afirmou que “com certeza ajuda, especialmente porque hoje em dia os educandos (o ser humano em si) são facilmente conduzidos pelas telas, eles adoram telas, qualquer oportunidade de brincar com um smartphone é um estímulo, se fosse o mesmo game em uma linguagem mais arcaica, certamente não receberia a mesma atenção! Eles adoraram a ideia!”.

4.5 COMPARAÇÃO COM OS CORRELATOS

O Quadro 10 apresenta um comparativo do presente trabalho com os correlatos. Nota-se que os três correlatos apresentados são ferramentas para fins educacionais. O Duolingo (2021) tem como objetivo principal abordar conteúdos sobre idiomas. Os trabalhos de Bordini *et al.* (2015) e Garone e Motta (2013) abordam conteúdos sobre música. O trabalho apresentado por Bordini *et al.* (2015) auxilia no aprendizado de notas musicais e leitura de partitura. Motta e Garrone (2013) tem no conteúdo do seu jogo o exercício de ditado melódico.

Os trabalhos apresentados estão disponíveis em diferentes plataformas. O Duolingo (2021) está disponível para Web, Android, iOS, Windows Phone, podendo ser utilizado de forma gratuita nessas plataformas. O jogo de Bordini *et al.* (2014) foi desenvolvido para PC e tablet. O trabalho de Motta e Garrone (2013) foi desenvolvido para Web. Os trabalhos de Bordini *et al.* (2014) e Motta e Garrone (2013) não estão disponíveis para o uso de usuários finais. O aplicativo Musicando foi submetido na PlayStore, para ser disponibilizado para usuários finais.

Os três trabalhos são importantes por possuírem elementos de gamificação para o ensino de determinado conteúdo. Já o feedback sobre a resposta do usuário é uma característica que os três possuem em comum. O Duolingo (2021) e o trabalho de Bordini *et al.* (2014), destacam-se por conterem mais características de gamificação, sendo elas: sistema de pontuação e diferentes níveis de dificuldade. O trabalho de Bordini *et al.* (2014) apresenta uma narrativa. O Duolingo (2021) e o aplicativo Musicando possuem sistema de recompensas.

Quadro 10 – Comparativo com os correlatos

	Duolingo (2021)	Bordini <i>et al.</i> (2014)	Motta e Garrone (2013)	Musicando
Educacional	Sim	Sim	Sim	Sim
Sistema de pontuação	Sim	Sim	Não	Sim
Diferentes níveis	Sim	Sim	Não	Sim
Feedback sobre a resposta	Sim	Sim	Sim	Sim
Conteúdo abordado	Idiomas	Notas musicais e leitura de partituras	Ditado musical	Elementos da música, sons, claves, notas, pausas, partitura e intervalos
Plataforma	Web, Android, iOS, Windows Phone	PC, Tablet	Web	Multiplataforma, mas testado apenas no Android
Narrativa	Não	Sim	Não	Sim
Sistema de recompensas	Sim	Não	Não	Sim

Fonte: elaborado pela autora.

Diante do exposto, o aplicativo proposto torna-se relevante por ser uma alternativa ao aprendizado de teoria musical. Um aplicativo gamificado ajuda o aluno a manter-se motivado na compreensão e memorização de conteúdos. Criando um ambiente lúdico para o aprendizado de conteúdos de música que muitas vezes são abordados de forma tradicional.

5 CONCLUSÕES

O aplicativo se mostrou eficaz em apoiar o processo de alfabetização musical. De acordo com os testes realizados com os alunos de Cesar (2021d), os alunos se sentiram motivados a realizar os exercícios, conseguiram entender o objetivo do aplicativo e se sentiram estimulados a realizar os exercícios propostos. Os alunos mais novos demonstraram certa dificuldade na compreensão dos exercícios, apontando que ainda há desafios para melhorar o conteúdo do aplicativo e deixá-lo mais compreensível. Assim, pode-se concluir que a utilização dos conceitos de gamificação trouxeram benefícios para auxiliar no aprendizado dos estudantes.

A utilização do Flutter para a construção de interfaces se mostrou eficaz. O Flutter possui diversos *widgets*, que são componentes visuais para construir a interface do aplicativo (botões, caixas de texto, barras de *scroll*, ícones e fontes), que facilitaram o desenvolvimento. Para a estilização dos seus *widgets* neste trabalho foi utilizado o framework Material Design, que auxiliou e facilitou a padronização da estilização. A tecnologia Stateful Hot Reload, permite que enquanto está sendo construída a aplicação é possível ver rapidamente o resultado das alterações feitas no código-fonte. A cada alteração no código-fonte é atualizada a máquina virtual em execução. Depois de atualizar a máquina virtual com a nova versão, a estrutura do Flutter reconstrói automaticamente a árvore de *widget*, facilitando o desenvolvimento das interfaces.

As limitações do presente trabalho estão ligadas a plataforma Hasura que foi utilizada para o desenvolvimento do *backend*. Esta plataforma em sua versão gratuita, permite apenas 60 requisições por minuto. O plano quando passa desse limite torna-se caro, ficando limitada a sua escalabilidade. As possíveis extensões para esse trabalho seriam:

- criar um ranking dos participantes do aplicativo;
- criar uma opção de consulta de conteúdo;
- criar desafios diários para estimular o retorno do usuário ao aplicativo;
- criar feedbacks sonoros na interação com o aplicativo;

- e) criar uma interface para cadastro e edição de exercícios;
- f) criar relatórios de acompanhamento de alunos;
- g) criar uma narrativa em vídeo.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Luciano. **Teoria Musical**. São Paulo: Irmãos Vitale, 2004. Disponível em: https://www.google.com.br/books/edition/Teoria_Musical/TYcrSBj67PoC?hl=pt-BR&gbpv=1. Acesso em: 29 maio 2021.
- BORDINI, Rogério Augusto *et al.* de. Musikinésia: Jogo Eletrônico para o Aprendizado de Teclado Musical. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 26., 2015, São Carlos. **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. São Carlos: Sbie, 2015. p. 647-656. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/6932>. Acesso em: 29 mar. 2021.
- BUSARELLO, Raul Inácio. **Gamification: princípios e estratégias**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2016. Disponível em: https://www.dropbox.com/s/04owpo123rh1pjw/eBook_Gamification.pdf?dl=0. Acesso em: 30 maio 2021.
- CARDOSO, Belmira; MASCARENHAS, Mário. **Curso completo de teoria musical e solfejo**. São Paulo: Irmãos Vitale, 1973. Disponível em: https://www.google.com.br/books/edition/CURSO_COMPLETO_DE_TEORIA_MUSICAL_E_SOLFE/_zQCnNWc3vMC?hl=pt-BR&gbpv=1. Acesso em: 30 maio 2021.
- CESAR, Cris Teodósio. **Ideia 2**. 2021a. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <eadelsonido@gmail.com>. em: 12 mar. 2021.
- CESAR, Cris Teodósio. Entrevista de apresentação do protótipo do aplicativo Musicando. 2021b. Entrevistadora: Caroline Belli Regalin. Blumenau. 2021. Entrevista feita através de conversação – não publicada.
- CESAR, Cris Teodósio. Entrevista de apresentação e testes do aplicativo Musicando. 2021c. Entrevistadora: Caroline Belli Regalin. Blumenau. 2021. Entrevista feita através de conversação – não publicada.
- CESAR, Cris Teodósio. Entrevista de aplicação de testes com os alunos de música. 2021d. Entrevistadora: Caroline Belli Regalin. Blumenau. 2021. Entrevista feita através de conversação – não publicada.
- DANTAS, Joseclécio Dutra; CRUZ, Sergio da Silva. Um olhar físico sobre a teoria musical. **Revista Brasileira Ensino Física**, Cuité, Pb, v. 41, n. 1, 23 maio 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/gTdBnrnzkwR56bzGmDHxpRt/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 05 dez. 2021.
- DUOLINGO. **Duolingo**. 2021. Disponível em: <https://www.duolingo.com/>. Acesso em: 04 abr. 2021.
- FADEL, Luciane *et al.* **Gamificação na educação**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014.
- MED, Bohumil. **Teoria da Música**. Brasília, DF: Musimed, 1996.
- MEIRELLES, Fernando. **Pesquisa Anual do Uso de TI nas Empresas**. [N.I.]: FGV, 2021. Disponível em: <https://eaesp.fgv.br/sites/eaesp.fgv.br/files/u68/fgvcia2021pesti-ppt.pdf>. Acesso em: 06 dez. 2021.
- MOTTA, Filipe Cock; GARONE, Priscilla Maria Cardoso. **Melodic: Design instrucional de um jogo para o ensino da música**. 2013. 8 f. TCC (Graduação) - Curso de Desenho Industrial, Ufes – Universidade Federal do Espírito Santo Vitória, Vitória, 2013. Disponível em: <http://www.sbgames.org/sbgames2013/proceedings/artedesign/35-dt-paper.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2021.
- MURR, Caroline Elisa; FERRARI, Gabriel. **Entendendo e aplicando a gamificação: o que é, para que serve, potencialidades e desafios**. Florianópolis: Ufsc, 2020. Disponível em: <https://sead.paginas.ufsc.br/files/2020/04/eBOOK-Gamificacao.pdf>. Acesso em: 30 maio 2021.
- NOBRE, Maestro Jorge. **Apostila de Teoria Musical**. [S.L.]: Sistema Estadual Bandas de Música, 2008.
- PILHOFER, Michael; DAY, Holly. **Teoria musical para leigos**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2019. Disponível em: https://www.google.com.br/books/edition/_/aVSyDwAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=0. Acesso em: 28 maio 2021.
- SOUZA, Marcos. História da Música. [S.L.]: Clube dos Autores, 2017. Disponível em: <https://www.google.com.br/books/edition/Hist%C3%93ria_Da_M%C3%93rica/Z8d5DwAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=0>. Acesso em: 06 jun. 2021.

TORCA, Marcelo. **Coleção Alfabetização Musical**. S.L: Clube de Autores, 2016. Disponível em: https://www.google.com.br/books/edition/Cole%C3%A7%C3%A3o_Alfabetiza%C3%A7%C3%A3o_Musical/XRxyDwAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=1. Acesso em: 30 maio 2021.