



CENTRO PAULA SOUZA



Faculdade de Tecnologia de São José do Rio Preto

Proposta de ambiente virtual de ensino de música popular

São José do Rio Preto, maio de 2016.

Faculdade de Tecnologia de São José do Rio Preto

Proposta de ambiente virtual de ensino de música popular

Projeto de Trabalho de Graduação apresentado como quesito básico para aprovação e qualificação em Trabalho de Graduação I do aluno Reinaldo Neves dos Santos¹, sob a orientação do Professor (Orientador) Djalma Domingos da Silva ² e Professora Mariângela Cazetta³.

São José do Rio Preto, maio de 2016.

¹ Graduando do curso de tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pela Faculdade de Tecnologia de São José do Rio Preto.

² Professor de Engenharia de Software do curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas na Faculdade de tecnologia de São José do Rio Preto.

³ Professora de Cálculo e Programação Linear do curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas na Faculdade de tecnologia de São José do Rio Preto.

Resumo. O presente trabalho sugere a implementação de um ambiente de educação à distância específico para o ensino da música, inicialmente para guitarra elétrica, usando-se de tecnologias Java voltadas à computação musical. Propõe-se um modelo e uma metodologia de implementação desse ambiente a fim de oferecer uma alternativa à oferta de cursos presenciais através da integração entre diversas tecnologias e por meio da comunicação dinâmica entre UI (*user interface*) e o processamento/reconhecimento do som. Por fim, o trabalho pretende disponibilizar à comunidade um repositório público com os possíveis resultados obtidos, podendo ser acessados e desenvolvidos em conjunto.

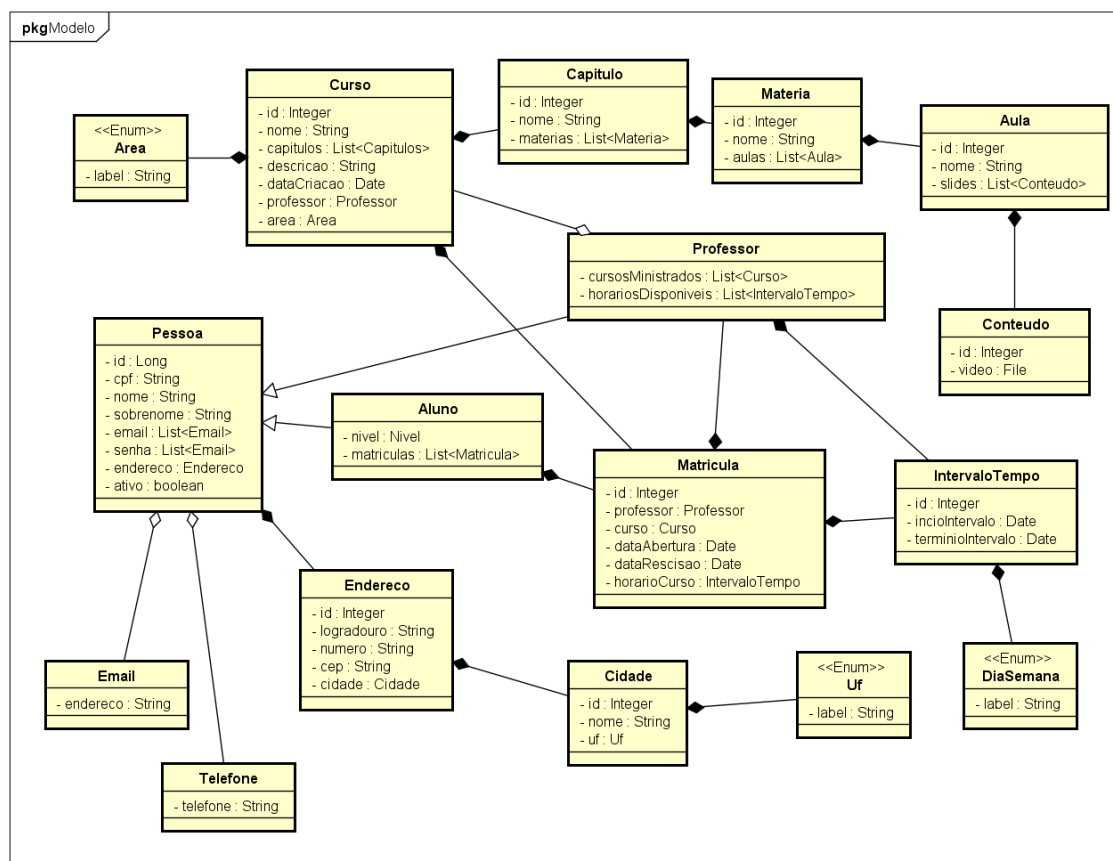
Palavras-chave: Música popular. Computação musical. Ensino à distância. Ensino musical. Engenharia de Software. Ensino de instrumento. Guitarra.

Abstract. *This work suggests the implementation of an education environment to specific distance learning in music, initially for electric guitar, using Java technologies as computer music. It is proposed a model and a development methodology to the platform in order to offer an alternative to the traditional courses through the integration of various technologies using dynamic communication between user interface and processing /recognition of sounds. Finally, the work plan to support the community with a public repository with the possible results, which can be accessed and developed together.*

Keywords: *Popular music. Computer music. Distance learning. Music education. Software engineering. Instrument teaching. guitar*

Sumário

1. Introdução e Objetivo	6
• 1.1 Material utilizado	7
• 1.2 Apoio ao aluno	8
• 1.3 Modelo de avaliação	8
2. Justificativas.....	8
3.Objetivos	13
3.1.Gerais	13
3.2.Específicos	13
4.Metodologia de Pesquisa	18
Sistema de ensino virtual de guitarra	20
5.1 - INTERPRETADOR	20
5.1.1 - Requisitos Funcionais:.....	20
5.1.2 - Requisitos não Funcionais:	21
5.1.3 - Casos de uso Simples.....	23
UC11- Logar.....	23
Aluno e Sistema	23
O aluno terá que realizar o login antes de começar a utilizar o sistema, para então ser identificado e utilizar o interpretador.	23
FP14. Logar, FP1. Manter aluno, FI10. Carregar dados do aluno	23
5.1.4 - Casos de uso Expandido	24
5.1.5 - Diagrama de Classes.....	30
5.2 - PLATAFORMA DE ENSINO	30
5.2.1 - Requisitos funcionais:.....	31
5.2.2 - Requisitos não funcionais:	32
5.2.3- Casos de uso Simples.....	33
5.2.4 - Casos de uso Expandido	33
5.2.5 - Diagrama de Classes.....	38



powered by Astah

.....	38
6 - Diagrama de Casos de Uso: Interpretador e Plataforma de Ensino	39
Conclusões	39
Referências.....	40
ANEXO I – Pesquisa de mercado quanto à aulas de música à distância	40

1. Introdução e Objetivo

Seguindo a tendência atual da popularização do ensino à distância, o presente trabalho pretende através de tecnologias na área de processamento e reconhecimento de áudio agindo de maneira integrada com a interface gráfica, propor o planejamento de um ambiente virtual dinâmico de ensino musical, voltado para a música popular, especificamente guitarra.

Propõe-se a integração entre um painel de conteúdo cujo material apresentado segue um determinado método de ensino e acompanhado de um apoio educacional via áudio e vídeo, executando, além disso, um módulo que exige a interação do aluno junto à plataforma. A proposta é fazer o ensino se aproximar de um jogo, em que não existe fluxo de execução sem a interação do aluno; ou seja, a aula só será continuada se o aluno interagir com a máquina. Isso torna o ambiente de ensino musical uma opção válida, flexível, inovadora e aproxima a experiência do aluno à realidade da sala de aula e do aprendizado no meio musical. A ideia do interpretador fazendo analogia a um jogo faz com que o ensino se torne menos maçante e de fácil absorção para o aluno.

A modalidade educacional na qual alunos e professores estão separados, física ou temporalmente, fazendo-se necessária a utilização de meios e tecnologias de informação e comunicação, é conhecida como Educação à Distância. Ela é regulamentada por uma legislação específica, podendo ser implantada na educação básica (educação de jovens e adultos, educação profissional técnica de nível médio) e na educação superior.⁴

Segundo o Decreto 5.622/05 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação, caracteriza-se como EAD o curso que segue a seguinte organização, possuindo metodologia, gestão e avaliação específicas, previstas também em momentos presenciais para situações de avaliação de alunos; estágios obrigatórios, defesas de trabalhos de conclusão de curso e atividades relacionadas a laboratórios de ensino (quando necessárias) (Decreto 5.622/05 §1)

Dessa forma, na proposta do presente trabalho, não existe a intenção de credenciar-se a uma instituição com sede física, uma vez que não se pretende propor um modelo que inclua avaliação presencial. Todo o conteúdo, acompanhamento, e gestão do ensino serão feitos de maneira virtual, sendo que o modelo de ensino proposto é livre e não estabelece prazos, pois a proposta é se adequar à necessidade do aluno no que diz respeito à disponibilidade e tempo. Dessa maneira, a presente proposta não visa sugerir, em um primeiro momento, um curso que se adeque às especificações das Leis das Diretrizes e Bases da Educação no que diz respeito ao Ensino à Distância, restringindo-se apenas ao ensino virtual que visa à modalidade de curso livre.

⁴ Segundo o Portal do MEC, em

<http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12823:o-que-e-educacao-a-distancia&catid=355&Itemid=164> acesso em 28.08.2015

Para que a ideia se concretize, tem-se em mente que a proposição desse ambiente tome como modelo alguns softwares e conceitos já conhecidos pela comunidade, em três áreas:

- Plataforma de ensino
- Jogos digitais
- Leitores e editores de tablatura e partitura

No que diz respeito à plataforma de ensino, toma-se como base por exemplo, o *Netacad* da Cisco, embora qualquer plataforma de ensino semelhante possa ser analisada. Na questão da interação entre aluno e sistema, usaremos como base comparativa os sistemas *RockSmith* e *Yousician*. Já no âmbito dos leitores e editores de tablatura e partitura analisados, tomaremos como base *Guitar Pro* e principalmente o *Tux Guitar*, que é *open source*.

Desse modo, é necessário que haja uma comunicação bem clara entre interface gráfica e áudio, de maneira que a experiência do aluno seja otimizada do ponto de vista didático, [na tentativa de aproximar a aprendizagem ao ambiente de realidade real de ensino, etretanto, sem eliminar ou substituir o papel do professor.](#)

Para a concretização da proposta, tem-se em mente que o processamento de sinal, durante a execução do módulo de interação entre aluno e software deve ocorrer da seguinte maneira:

Guitarra elétrica → cabo P10 → Conversão A/D⁵ → Plataforma de Ensino → Interpretador → Conversão D/A → Monitores de som

É necessário apontar que a aplicação deve então fazer a conversão do sinal analógico do instrumento para o sinal digital, processando esse sinal em tempo real e devolvendo ao usuário um *feedback*, tanto em áudio quanto em elementos gráficos. A proposta é fazer com que o usuário tenha uma resposta instantânea e precisa, informando se a nota tocada em determinado momento foi coerente ou não com o que foi solicitado pela aplicação em certa música, lição ou trecho.

• 1.1 Material utilizado

É recomendado, para qualquer que seja a implementação, que se tome como base algum método de ensino. O material sugerido pode seguir a literatura *How to play guitar, step by step* (2012), de Jason Sidwell e Jamie Dickson, como modelo de método de ensino para o conteúdo digital das aulas de guitarra para alunos de nível iniciante e intermediário, além de lições produzidas especificamente para a plataforma. Para a aplicações em outros instrumentos, deve-se adotar métodos específicos.

⁵ A conversão de analógico para digital, e digital para analógico deve ser feita por uma placa de som. Existem diversos modelos no mercado, como por exemplo Fast Track Pro, da M-Audio.

Quanto maior o uso de elementos gráficos para a construção das mídias, mais rica, informativa e estimulante fica a aula. A apresentação de diagramas de acordes, escalas, cifras, tablaturas e partituras animadas também enriquecem o conteúdo.

- **1.2 Apoio ao aluno**

O apoio que o aluno terá acontecerá por meio de lições em vídeo, elementos gráficos ricos na *UI (User interface)*, além do próprio módulo interpretador da aplicação que deve fornecer o *feedback* em tempo real quando se fizer necessária a interação entre usuário e sistema, por meio do processamento do sinal do instrumento, avaliando a qualidade da execução de cada nota, interpretando a sua duração, o volume e a intensidade.

Dessa maneira, pretende-se fazer com que a interface gráfica notifique ao aluno se a nota tocada naquele determinado momento era a nota esperada, no que diz respeito à altura, volume, e quantidade de tempo que determinada nota durou, em comparação com o esperado pela aplicação.

Para tal análise, a interface gráfica deve, antes da execução esperada, dizer quais notas o aluno deve tocar por meio de uma representação de leitura que não obedece aos meios convencionais de tablatura ou partitura, mas sim a uma representação que faz analogia entre figuras geométricas apresentadas na *UI (user interface)* e as figuras musicais.

- **1.3 Modelo de avaliação**

O modelo de avaliação contempla as lições executadas pelo usuário, interagindo com o interpretador em um tempo determinado. Cada nota executada deve ter uma duração, intensidade e altura. A altura define qual é a nota em si na escala cromática (Dó, dó sustenido/ré bemol, ré, ré sustenido/mi bemol, mi, fá, fá sustenido/sol bemol, lá, lá sustenido/si bemol, e si), incluindo as oitavas que o instrumento contempla (vide a **Tabela 5-Relação entre nota e frequência, de C2 a B5**). A intensidade é, na verdade, a dinâmica da nota, o volume aplicado no momento da execução. Para que uma nota seja passível de avaliação, ela precisa ter um volume mínimo.

Cada aluno deve ter um desempenho, de acordo com a quantidade de erros e acertos acumulados ao longo das lições. Além disso, o usuário deve também obedecer a níveis que são pertinentes à dificuldade enfrentada nas lições.

Assim, entendendo a complexidade que é o ensino da arte e consequentemente da música, a proposta tem a ambição de humanizar o ensino da música por meio de uma plataforma virtual, no intuito de extrair o máximo de sensibilidade de um software, a fim de aproximar o ensino virtual, do ensino vivido em sala de aula.

2. Justificativas

A Música é a combinação de sons e ritmos de forma harmônica e organizada, seguindo uma lógica e um determinado andamento. Nesse sentido, o objeto da Música, sendo

tratada como ciência, é a combinação dos sons de forma estritamente técnica embasada no estudo da harmonia, melodia, leitura e escrita, exprimindo o conceito da música como forma de conhecimento científico.

Porém, sua definição transcende isso. A música pode estar em diversos níveis no processo de aprendizagem do ser humano, desde a pré-escola até o ensino superior. Ela reina em todos os ambientes, faz parte do ser, da sociedade e, portanto, da vida do homem. Está em lojas, trilhas sonoras, nas propagandas, carros, nos bares, rádios, casas, igrejas, restaurantes e elevadores, ou seja, em diversas situações do cotidiano. A mesma assume então, um papel social quase onipresente.

Além disso, a expressão musical é o retrato de uma era e se estabelece como a identidade de um povo, trazendo luz à crise existencial do homem, assim como as outras manifestações artísticas. Assim, sendo a música praticamente onisciente, ela existe desde os tempos mais antigos, nascendo concomitantemente com a linguagem, e se faz presente em diversas culturas.

Desvendar de modo formal a natureza da música se constitui, portanto, como um desafio e uma necessidade dada a presença marcante que ela ocupa em todos os âmbitos da vida moderna, incluindo aí as situações de lazer, de pesquisa, de criação, de relacionamento social e até mesmo em contextos aparentemente mais desligados de sua natureza artística, como na medicina e nas práticas terapêuticas. (Iazzeta, 2001)

A combinação dos sons produzidos pela natureza por meio da vibração dos materiais, de maneira harmônica e consonante (ou seja, de maneira agradável ao ouvido), pode definir de maneira menos técnica o que é música. Ela pode se apresentar de diversas maneiras:

- Como forma de expressão;
- Como forma de conhecimento;
- Como forma de entretenimento.

A música, enquanto forma de expressão, assume um papel simbólico, expressando algo externo a ela mesma – como a música gospel, que tenta elevar-se à uma entidade mística, ou o punk rock e a bossa nova, e suas intenções politizadas e engajadas, ou ainda a exaltação do amor através das obras de Tom Jobim. Já, enquanto forma de conhecimento, a mesma expressa apenas o seu conteúdo por si só, ou seja, é a música pela música.

Ela pode ainda assumir o papel de entretenimento, podendo essa ser sua faceta de maior destaque atualmente. Nesse contexto, a música é secundária, já que não assume um papel de protagonista nesse cenário. Por exemplo, em geral, o público que vai a bares e casas noturnas tem o foco na diversão e divertimento, e não na apreciação e degustação da música em si. Nesse cenário, a arte musical serve apenas de ornamento para o ambiente.

O ensino virtual quebra as barreiras físicas, e isso facilita o alcance a esse tipo de educação, e faz com que o modelo se expanda e torne o conteúdo mais acessível em relação ao ensino em um espaço físico. Nesse sentido, o ensino por meio de uma plataforma virtual pode ser inclusivo, já que o acesso a ele é possível através de qualquer local onde se tenha um computador e conexão com a internet.

Analisando tal contexto, atribuir as vantagens da modalidade de ensino à distância ao meio musical expande de maneira exponencial as possibilidades da área, como cita Gohn (2005):

A educação a distância (EAD), em suas várias formas e possibilidades, é uma modalidade que teve um desenvolvimento acentuado em anos recentes, tanto no Brasil como em outros países. A atual flexibilidade dos processos de ensino e aprendizagem, obtida ao se colocar professores e alunos em contato via meios tecnológicos, permite que antigos limites de espaço e tempo sejam superados e problemas estruturais e de organização curricular sejam resolvidos. (GOHN, 2005, p. x)

Ainda segundo Gohn (2005), uma das vantagens mais notáveis na educação à distância dá-se pelo fato de os indivíduos permanecerem em seu local de origem (tanto aluno, quanto professor), de forma que o fluxo dos estudos não é interrompido com viagens a centros acadêmicos, atendendo a horários convenientes e compatíveis com os compromissos da vida contemporânea.

Aproveitando a tendência do ensino virtual atuando em várias áreas do conhecimento, a proposta de uma aplicação na área da música se torna uma opção para os simpatizantes e possíveis alunos em relação à oferta de cursos presenciais bem como uma alternativa a sites e outras plataformas que já são utilizadas na internet para fins de aulas ou aprendizado autodidata, como o Skype, Cifra Club, *Songster* e aplicativos gratuitos da *Google Play Store* (Aplicativos de cifras e tablatura).

Pensando ainda na redução das fronteiras físicas, o ambiente propõe também a possibilidade da aula para pessoas que são de regiões totalmente remotas desde que exista a tecnologia necessária para o acesso e o uso do ambiente, sem os custos que esse ensino demandaria em um espaço físico.

É importante ressaltar que a ideia da aplicação, a princípio, tem ênfase no ensino da música popular, em especial o ensino da guitarra; Entretanto, existe a possível implementação voltada a outros instrumentos, inclusive fora da esfera popular.

Quanto aos benefícios da música no aprendizado do ser humano, segundo ZUK *et al* (2014), há muito a se explorar na relação entre funções executivas e capacidades cognitivas e suas associações com a música; entretanto, tais relações são pouco exploradas devido à falta de metodologia em estudos anteriores. Em tal trabalho, foram feitos dois experimentos, um

com trinta adultos, com e sem treinamento musical, e outro com vinte e sete crianças, também com e sem treinamento musical.

Consideraram-se como critério de comparação entre os grupos a capacidade cognitiva e variáveis socioeconômicas, além de uma bateria padronizada de testes. Os testes foram analisados também, tomando como base ressonância magnética funcional (da sigla *fMRI* ⁶em inglês).

Com base nas informações citadas, conclui-se no trabalho de ZUK *et al* (2014), de maneira geral, que pessoas com habilidades musicais apresentaram diversas vantagens cognitivas em relação aos não músicos.

Músicos adultos em comparação aos não-músicos apresentaram melhor desempenho em medidas de flexibilidade cognitiva, trabalhando memória e fluência verbal. Crianças musicalmente treinadas mostraram um melhor desempenho em medidas de fluência verbal e velocidade de processamento, e significativamente maior ativação na pré-AMS / AMS⁷ e no Córtex pré-frontal ventrolateral direito durante a representação regular de tarefas e mudança de atividades em comparação com as crianças musicalmente não treinadas. (ZUK *et al*, 2014, p.1)⁸

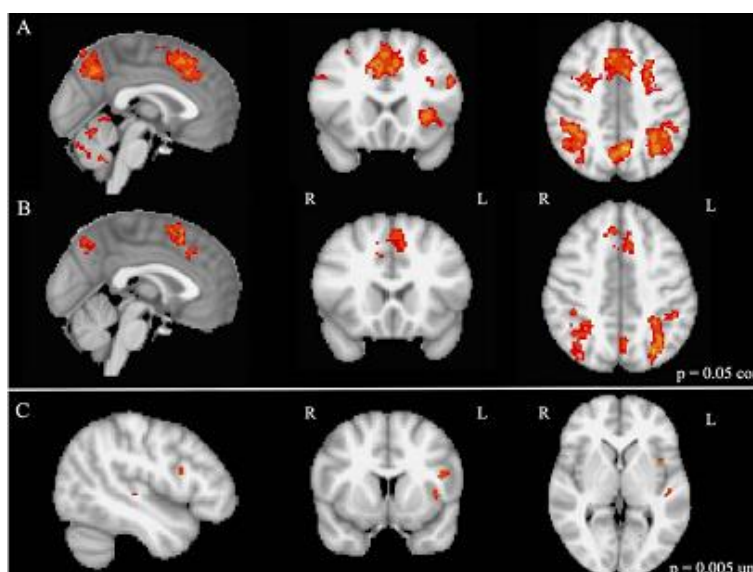


Figura 1 – Atividade cerebral geral durante toda a execução dos exercícios regulares em crianças com e sem treinamento musical, segundo o estudo de ZUK *et al* (2014).

⁶ functional Magnetic Ressonance Imaging

⁷ Área motora suplementar

⁸ Adult musicians compared to non-musicians showed enhanced performance on measures of cognitive flexibility, working memory, and verbal fluency. Musically trained children showed enhanced performance on measures of verbal fluency and processing speed, and significantly greater activation in pre-SMA/AMS and right VLPFC during rule representation and taskswitching compared to musically untrained children (ZUK *et al*, 2014, p.1).

A Figura 1 mostra a atividade cerebral das crianças estudadas com base nas atividades regulares propostas. Segundo o estudo, “A” representa crianças musicalmente treinadas, e “B” representa crianças musicalmente não treinadas.

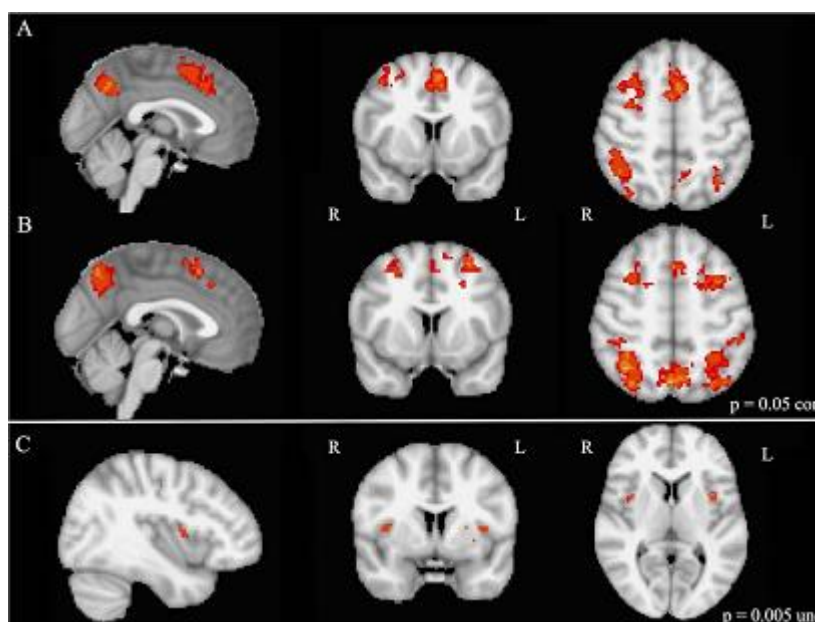


Figura 2 - Atividade cerebral durante a troca de tarefas entre crianças com e sem treinamento musical ZUK *et al* (2014)

A Figura 2 mostra atividade cerebral durante a troca de tarefas entre crianças treinadas musicalmente, e crianças não treinadas. “A” representa crianças treinadas musicalmente, e “B” representa crianças não treinadas musicalmente.

Há ainda a possibilidade da análise da música em seu caráter interdisciplinar. A música envolve diversas áreas do conhecimento em um único elemento, de forma simultânea. As interseções estabelecidas entre música e educação, implicam de um modo geral na possibilidade de relações com outras áreas do conhecimento (FREIRE, 2010, p.156).

Já que a pedagogia da música ocupa-se com as relações entre pessoas(s) e música(s), ela divide seu objeto com as disciplinas chamadas ocasionalmente de “ciências humanas”, filosofia, antropologia, pedagogia, sociologia, ciências políticas, história. A pedagogia da música trata sempre do objeto estético da “música”. Com isso é dada a relação com a musicologia (assim como com a prática da música e a vida musical). (Kramer, 2000, p.52)

Em relação à demanda no mercado por esse tipo de prestação de serviços (ensino virtual de guitarra popular), foi feita uma pesquisa com 57 pessoas, envolvendo perguntas pertinentes à proposta (Vide Anexo I).

3.Objetivos

3.1.Gerais

O presente trabalho pretende propor a documentação do ambiente de ensino idealizado, especificando diversos módulos da aplicação. A partir da análise dos produtos já disponíveis no mercado e das possíveis tecnologias e processos para uma suposta implementação, serão então elaborados os diagrama de casos de uso e diagrama de classes de cada módulo específico, além de análise de requisitos. A proposta das aplicações não visa substituir o papel do professor, mas propor uma ferramenta que permita que as aulas aconteçam de modo que aluno e professor não estejam no mesmo espaço físico. A sugestão de implementação proposta pelo trabalho pretende também, estabelecer um embasamento teórico como ferramenta para a implementação, a fim de democratizar o ensino da guitarra por meio da tecnologia e do ensino virtual, oferecendo mais acessibilidade à esse tipo de cultura e de conhecimento. Os resultados obtidos devem ficar disponíveis em um repositório público, a fim de desenvolver junto à comunidade a ideia de implementação. O repositório⁹ já está acessível e disponível para contribuições.

Inicialmente, realizaremos a análise dos softwares que serão tomados como base, da maneira demonstrada na Tabela 4:

Tabela 4 - Pontos estudados para a análise de requisitos

Plataformas de ensino	Disposição do conteúdo	Interface Gráfica	Organização dos capítulos	Organização das lições	Material de apoio	Modelo de avaliação
Jogos digitais	Reconhecimento de notas	Representação das notas	Interface gráfica	Avaliação da altura	Avaliação da intensidade	Avaliação da duração
Leitores e editores de tablatura e partitura	Estrutura dos arquivos	Representação das notas	Reprodução			

Com base nessa análise, será decidido, então, como cada módulo da aplicação deve se comportar, e quais serão os requisitos de cada um. Nesse sentido, será feita a documentação de duas vertentes do ambiente:

- A aplicação com o conteúdo
- O módulo de interação de lições e músicas

3.2.Específicos

- Propor a documentação da plataforma de ensino com base na análise nas plataformas de ensino, como por exemplo da Cisco¹⁰
- Dar início ao repositório público com as tecnologias necessárias para a implementação

⁹ Disponível em <https://github.com/tccads/proposta_de_ambiente_virtual_de_ensino_de_musica_popular>. Acesso em 16/05/2016

¹⁰ Disponível em <<https://www.netacad.com/>>. Acesso em 22.11.2015.

- Propor a documentação do interpretador, com base na análise do *Rocksmith* e *Yousician*¹¹

Para entender como estudar as frequências, e como as notas são identificadas, é necessário compreender o espectro musical, e a localização do intervalo em hertz da guitarra dentro de tal espectro.

O ouvido humano consegue interpretar frequências entre 20Hz e 20kHz. Veja na figura 20:

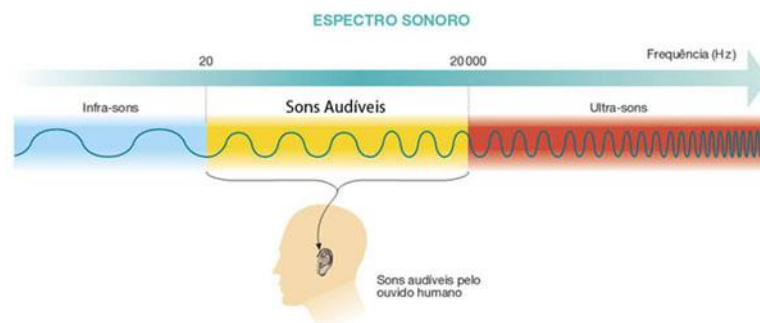


Figura 20 - Espectro sonoro interpretável

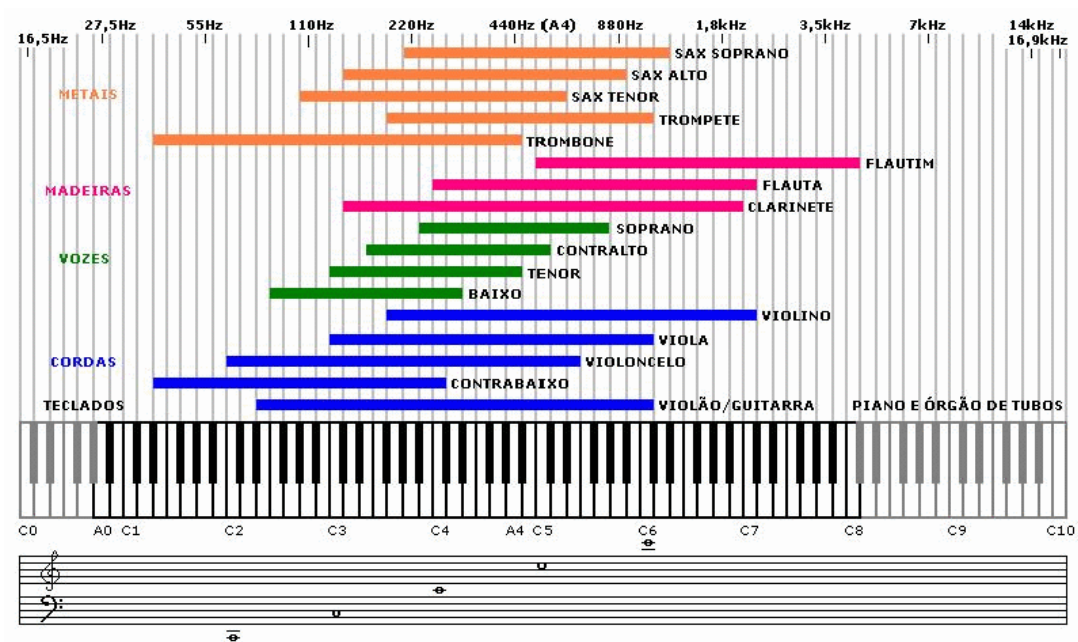


Figura 21 - Intervalo da guitarra no espectro sonoro em relação a outros instrumentos¹²

Uma guitarra típica de seis cordas normalmente possui uma amplitude de duas oitavas a três oitavas, dependendo da nota de referência. Uma oitava é a repetição de uma nota qualquer de referência, passado doze semi-tons entre as notas naturais e acidentes, em direção a essa mesma nota repetida mais aguda ou mais grave. A figura 21 mostra o intervalo do espectro sonoro das notas existentes da guitarra em relação a outros instrumentos. Note que,

¹¹Disponível em <<https://get.yousician.com/>>. Acesso em 22.11.2015.

¹² In: <http://violaoparainiciantes.com/curso-basico-de-violao-escalas-musicais/#sthash.SvwYUjAp.dpbs>. Acesso em: 22.11.2015

cada instrumento tem uma faixa específica. As alturas de cada nota estão destacadas na tabela, de acordo com o valor em hertz para cada corda solta (E2, A2, D3, G3, B3, e E4), como está destacado na Tabela 5.

Tabela 5- Relação entre nota e frequência, de C2 a B5.

Nota	Nome tradicional das oitavas (científico) Hz			
	Segunda oitava	Terceira oitava	Quarta oitava	Quinta oitava
C (Dó)	65.4064	130.8128	261.6256	523.2511
C# (Dó sustenido) – Db (Ré bemol)	69.2957	138.5913	277.1826	554.3653
D (Ré)	73.4162	146.8324	293.6648	587.3295
D# (Ré sustenido) – Eb (Mi bemol)	77.7817	155.5635	311.1270	622.2540
E (Mi)	82.4069	164.8138	329.6276	659.2551
F (Fá)	87.3071	174.6141	349.2282	698.4565
F# (Fá sustenido) – Gb (Sol bemol)	92.4986	184.9972	369.9944	739.9888
G (Sol)	97.9989	195.9977	391.9954	783.9909
G# (Sol sustenido) – Ab (Lá bemol)	103.8262	207.6523	415.3047	830.6094
A (Lá)	110.0000	220.0000	440.0000	880.0000
A# (Lá sustenido) – Bb (Si Bemol)	116.5409	233.0819	466.1638	932.3275
B (Si)	123.4708	246.9417	493.8833	987.7666

Ou seja, na guitarra tem-se a seguinte distribuição, dada na tabela 6:

Tabela 6 - Frequências das notas na afinação padrão da guitarra (FRENCH, 2009).

Altura da corda	Frequência (Hz)
1ª – Mi (E4)	329,6276
2ª – Si (B3)	246,9417
3ª – Sol (G3)	195,9977
4ª – Ré (D3)	146,8324
5ª – Lá (A2)	110,0
6ª – Mi (E2)	82,4069

A partir da disposição dada na tabela, e da relação entre nota e frequência, é possível avaliar nota a nota se o que foi tocado vai ao encontro do que era esperado pela música ou trecho proposto pela aplicação interpretadora.

Para entender como será proposta a avaliação nota a nota, é necessário entender a física da música. Uma nota é nada mais que uma frequência, uma onda oscilando de acordo com as características do material que ela foi emitida.

Uma nota musical é um som cuja frequência de vibração encontra-se dentro do intervalo perceptível pelo ouvido humano e a

música é a combinação, sob as mais diversas formas, de uma sequência de notas em diferentes intervalos. Entretanto, uma mesma nota emitida por diferentes fontes (ou seja, instrumentos musicais) pode ter a mesma frequência e ainda assim soar de maneira diferente para quem ouve[...] (MED, 2006).

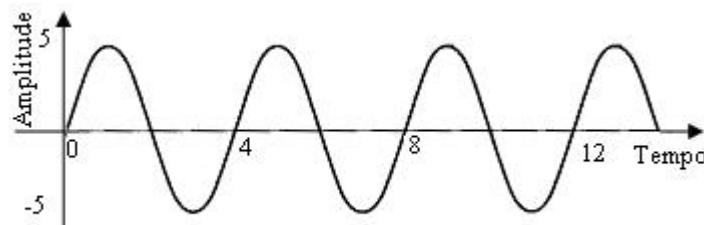


Figura 22 - Descrição gráfica de uma onda¹³

A avaliação da onda se dá em três âmbitos:

- Intensidade

Segundo Backus (1997), a amplitude das oscilações de pressão do ar, chamada de intensidade, e o afastamento da forma de onda a partir da origem, na direção vertical. A potência do som pode ser definida como a percepção dessa intensidade. Quanto maior a amplitude da onda, maior e a quantidade de energia que ela carrega e, consequentemente, maior e o seu volume sonoro ou intensidade sonora. Na figura 22, a onda disposta graficamente varia de -5 a 5 unidades. A escala decibel utilizada para medir a intensidade do som varia de 0db à 160db, sendo que 160 é o limite humano para a dor.

- Altura

Segundo Ferreira (2006), o número de oscilações que acontecem, ou seja, quantos ciclos completos acontecem por unidade de tempo, é conhecido como frequência do som. Quanto maior a frequência, mais aguda é a nota, e quanto menor a frequência, mais grave é a nota. Sendo a frequência descrita em Hz, 1 Hz corresponde a um ciclo de vibração por segundo. Na figura 22, o primeiro ciclo termina em 4 unidades, o segundo em 8 unidades.

- Duração

A quantidade de tempo em que determinada frequência foi emitida sem interrupções define a duração da mesma. No sistema teórico musical, cada nota tem uma representação para sua duração, dada da seguinte maneira descrita na Figura 23:

¹³ In: <http://maciejhewelt.blogspot.com.br/2012/11/sinusoida-podsumowanie-sezonu-2012.html>>. Acesso em: 22.11.2015

Nota	Pausa	Tempo	Nomenclatura
		4	Semibreve
		2	Mínima
		1	Semínima
		1/2	Colcheia
		1/4	Semi-Colcheia
		1/8	Fusa

Figura 23 - Relação entre figuras e seus valores fixos (Duração)

A pausa entre as notas tem o mesmo sistema de representação de duração das notas. Essa duração pode ser medida também em unidades de tempo como segundos, ou milissegundos. A especificação de tempo representada na figura 23 trata dos valores fixos das notas, porém as mesmas estão sujeitas à diversas outras regras, como fórmula do compasso, unidade de tempo do compasso, e também andamento. Para o presente trabalho, a interface gráfica fará uma analogia entre a duração das notas e figuras geométricas na interface gráfica, a fim de orientar o aluno graficamente e de maneira lúdica sobre qual nota tocar e por quanto tempo tocar, assim como é possível ver na *UI(User interface)* do Rocksmith(figura 24), e Yousician (figura 25).



Figura 24 - Interface gráfica do Rocksmith

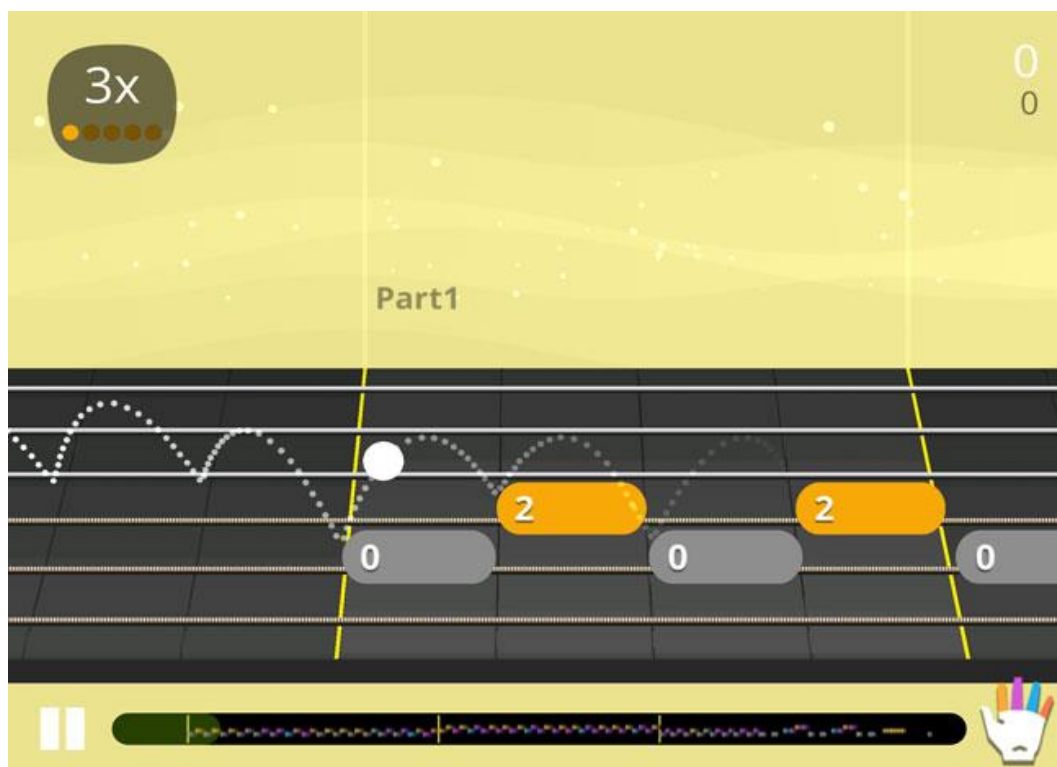


Figura 25 - Interface gráfica do Yousician

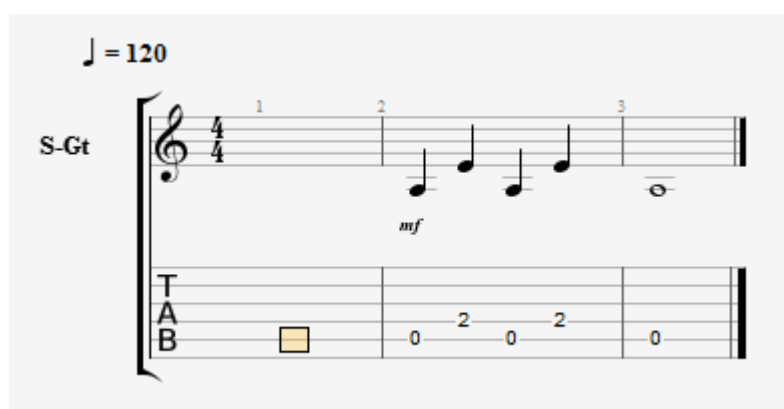


Figura 26 - Representação em tablatura e partitura referente ao trecho apresentado na Figura 25.

Veja na figura 25 e 26 que, as figuras desenhadas por meio de formas geométricas tem um tamanho análogo ao das notas traduzidas na pauta. Ou seja, são quatro semínimas dentro de um compasso quaternário, logo, cabem apenas dentro do compasso separado por barras amarelas na figura 25, quatro figuras geométricas, cada uma representando uma nota como descrito na figura 26.

4. Metodologia de Pesquisa

Para o presente trabalho, é sugerida a utilização de diversas técnicas de análise, implementação, e desenvolvimento de software embasado na engenharia de software.

- Análise de requisitos
- Casos de uso
- Modelagem

Além disso, é sugerido que o sistema funcione em duas plataformas, que devem interagir entre si via *web* service, sendo que uma delas é *desktop*, e a outra é *web*. A plataforma *web* é denominada Plataforma de Ensino, e a *desktop* é chamada Interpretador.

A necessidade do Interpretador ser desenvolvido como aplicação *desktop*, dá-se no fato de que nessa plataforma a comunicação entre hardware e software, necessária para a idealização e atendimento dos requisitos, pode acontecer com mais facilidade, já que existem diversas API's e frameworks prontos para lidar com a manipulação de som. Algumas sugestões de tecnologias em Java, por exemplo são:

- JavaFx – API para desenvolvimento de interfaces ricas.

“JavaFX é rápida, concisa e muito fácil de aprender, sua sintaxe declarativa, valoriza a expressão visual e facilita a divisão de trabalho entre desenvolvedores e designers.”
(AGOSTINI, 2010, p1)

- JMusic e JavaSound – Frameworks e API de manipulação de áudio e midi.

“Com base nos exemplos e na opinião própria dos autores (dada a subjetividade da questão), chegou-se à conclusão que as melhores APIs para trabalho com som (de maneira geral) são o JSyn, jMusic e Java Sound. Para trabalhar com MIDI, as melhores APIs são jMusic, JMSL e Java Sound. O destaque desta análise foi a jMusic que se mostrou completa, estável e de fácil uso em todas as categorias.”(COSTALONGA, 2005, p2)

JavaSound é uma API nativa do java para o tratamento e manipulação de arquivos de áudio, gravação e reprodução. À partir de classes como **Mixer.java**, é possível conseguir informações das linhas disponíveis na máquina. O Jmusic possui diversas classes úteis para o projeto, facilitando grande parte do desenvolvimento. Um exemplo é a classe **Note.java**.

Alguns códigos abertos podem ser interessantes para análise, também usando tecnologias Java, como afinadores digitais, editores de tablatura e partitura (como Tux Guitar), e também jogos digitais, a fim de tomar como base algumas diretrizes e princípios lógicos úteis para uma possível implementação da lógica da interface gráfica.

Sistema de ensino virtual de guitarra

Visão geral do sistema:

Propõe-se o desenvolvimento de um sistema para o ensino de música popular via software, oferecendo um curso de guitarra. Espera-se que além da passagem de conteúdo, que o software seja capaz de avaliar o desempenho do aluno a longo prazo e também em tempo real. Por meio da conexão direta entre o instrumento do aluno e do software por um cabo específico ou por uma placa de som, o sistema deve avaliar qual é a precisão do aluno no que diz respeito às notas esperadas na música ou trecho proposto pela aplicação.

O Interpretador é um módulo da aplicação Plataforma de ensino, que contém os dados do aluno, do professor, curso, matérias, nível e todos os outros dados necessários para o funcionamento da aplicação.

Espera-se também que o programa tenha lições com interfaces animadas, acompanhamento via áudio e conteúdos dinâmicos, estimulando a interação com o aluno.

5.1 - INTERPRETADOR

5.1.1 - Requisitos Funcionais:

<i>Requisitos Funcionais</i>		
Id.	Nome	Descrição
FI1.	Identificar nota	O sistema deve identificar a nota tocada pelo usuário em três âmbitos: Frequência, Volume e Duração. A audição de notas pelo sistema deve ser feita enquanto a execução de uma música ou trecho acontece.
FI2.	Definir qual modelo de trecho ou música deve ser tocado	De acordo com um modelo, o sistema vai estabelecer quais são as notas que devem ser tocadas pelo aluno em determinado trecho/música.
FI3.	Avaliar a coerência da nota.	De acordo com a altura em Hz, a intensidade em Decibéis e a duração dentro do compasso, deve-se identificar se a nota tocada pelo usuário atende aos requisitos solicitados no trecho/música.
FI4.	Avaliar trecho/música	De acordo com as notas esperadas no modelo do trecho/música, assim que ouvir a nota do aluno, o sistema deve dizer se ela é condizente com o que era esperado pela sequência de notas daquele modelo da música/compasso/trecho. A junção da avaliação de todos os trechos e compassos resulta na avaliação da música.
FI5.	Renderizar trecho/música	Para renderizar uma música graficamente, o sistema deve renderizar os trechos, os compassos, e consequentemente as notas que devem ser tocadas. As notas esperadas de acordo com o trecho/música são renderizadas de acordo com a duração esperada de cada uma baseada no modelo, com o tamanho do compasso e o andamento da música. Cada nota deve ser representada por uma figura geométrica dentro do compasso. E cada figura geométrica deve deslizar ao longo da tela da aplicação, de acordo com o andamento da música.
FI6.	Reproduzir músicas/trechos	As notas tocadas pelo aluno devem ser encaminhadas para as

		saídas de som, assim como todos os instrumentos da música que deve ser tocada com base no modelo (exceto a trilha da guitarra).
FI7.	Notificar avaliação por nota	Se as notas tocadas forem coerentes com as notas esperadas pela aplicação em determinado trecho ou música, o sistema deve realçar as notas renderizadas, avaliar numericamente a precisão do aluno como descrito em FI3, e realçar a renderização da nota descrita em FI4 para as notas corretas.
FI8.	Controlar canais de áudio	Controlar o fluxo do sinal do áudio para que o que foi especificado em FI6 possa acontecer. Antes de começar as lições ou músicas, é necessário que a aplicação forneça a possibilidade do aluno configurar qual canal ele usará.
FI9.	Notificar afinação das cordas	O sistema deve, por meio de um afinador digital, identificar quais cordas estão ou não afinadas.
FI10.	Carregar dados do aluno	O interpretador, sendo uma aplicação <i>desktop</i> , deve por meio de um <i>web service</i> buscar os dados dos alunos cadastrados no ambiente <i>web</i> da escola de música.
FI11.	Timbrar som do aluno	É desejável que o sistema utilize um VST ¹⁴ externo de simulação de amplificadores e pedais para a timbragem do som do aluno após a entrada do sinal. Não faz parte do escopo do projeto lidar com características do timbre do instrumento.
FI12.	Realçar notas tocadas corretamente	As notas que foram tocadas corretamente devem ser realçadas, para reforçar a ideia de <i>feedback</i> em tempo real. A nota deve ser realçada se ela for tocada na altura, volume aceitável, e momento aceitável, correspondendo à duração esperada pela aplicação, como descrito nos requisitos da categoria Identificação
FI13.	Evidenciar notas tocadas incorretamente	As notas tocadas de maneira incorreta devem ficar em cinza, demonstrando claramente que a nota não foi tocada de maneira adequada. Para cada erro, o sistema deve mostrar uma mensagem de texto diferente, por exemplo: Altura inadequada: “Nota errada!”; Nota tocada antes do esperado: “Cedo demais!”; Nota tocada depois do tempo esperado: “Tarde demais!” Nota silenciada antes do esperado: “Segure mais a nota!”.
FI14.	Logar	Desde que o aluno ou professor já seja cadastrado, a autenticação do mesmo se faz necessária para que assim ele possa assistir às aulas, ou cadastrar aulas. Recuperar senha também deve fazer parte dessa história.
FI15	Controlar execução	O aluno deve ser capaz de controlar a velocidade da execução das músicas/trechos após 3 tentativas.

5.1.2 - Requisitos não Funcionais:

Requisitos Não Funcionais				
Nome	Restrição	Categoria	Desejável	Permanente
NFI1 Identificação da altura da nota	A nota tocada deve ser identificada e nomeada, de acordo com a sua altura em Hertz. Se a altura em hertz corresponder à um intervalo	Identificação	()	(X)

¹⁴ *Virtual Studio technology* (Tecnologia virtual de estúdio) – São sistemas que simulam recursos e tecnologias reais de estúdio, tais como compressores, amplificadores, equalizadores, sintetizadores, entre outros. Os VST utilizam sistemas para processar áudio digital e simular Hardwares de processamento de som analógico. A tecnologia foi lançada em 1996, e desenvolvida pela empresa Steinberg.

	entre 0,5 Hertz para mais ou para menos em relação à altura exata, ela é considerada correta no que diz respeito à esse quesito. Por hora, a localização da nota não deve ser considerada para a avaliação, apenas o nome e a oitava.			
NFI2 Identificação do volume da nota tocada	A nota tocada deve ser identificada apenas se obedecer a uma determinada intensidade sonora . Caso a mesma esteja com o volume muito baixo, a execução deve ser ignorada. A intensidade sonora da nota tocada pode ser 0,5 db a mais ou a menos do que a nota esperada.	Identificação	()	(X)
NFI3 Identificação do momento de execução da nota tocada	Toda a duração de qualquer nota ouvida pelo sistema deve ser registrada para comparação com as notas esperadas no trecho proposto. A nota tocada não deve ser tocada antes do tempo exato de início da execução da mesma, tampouco depois da duração da mesma. A tolerância é de 500 milissegundos para antes do momento exato, ou depois.	Identificação	()	(X)
NFI4 Identificação da duração da nota	A nota tocada pelo aluno não deve se prolongar por mais que 250 milissegundos após o limite do fim da execução da mesma, nem deve parar de soar até 250 milissegundos antes do tempo final da execução.	Identificação	()	(X)
NFI5 Identificar as informações no sistema com base em um arquivo MIDI	Utilizar como entrada arquivos .midi para identificar os trechos ou musicas que devem ser renderizados e tocados pelo aluno. O sistema deve carregar esses dados em código para que possam ser tratados pelo sistema localmente. Cada nota midi deve renderizar uma nota graficamente na aplicação, além de gerar um resultado sonoro.	Renderização/ Execução	()	(X)
NFI6 Separar os instrumentos dentro dos arquivos MIDI	É necessário que o sistema separe a pista da guitarra no arquivo MIDI para então estabelecer quais são as notas esperadas na execução do aluno. O sistema deve renderizar e executar as notas apenas da guitarra, com base então nessa pista.	Identificação	()	(X)
NFI7 Traduzir as frequências	A aplicação deve ser capaz de, ao gravar um trecho sonoro, identificar a nota tocada, e nomeá-la, traduzindo os valores monitorados em hertz para o sistema de 12 notas musicais, como visto na tabela 5.	Identificação	()	(X)
NFI8 Avaliar desempenho total do trecho/música	A soma do desempenho do aluno em porcentagem em todos os compassos do trecho deve representar o desempenho total no trecho/música. Esse desempenho é mantido junto ao perfil do aluno, e serve de critério para determinar o seu nível no curso. O desempenho é dado por: Desempenho = Soma do desempenho na altura + Soma do desempenho da intensidade + Soma do desempenho em duração. O desempenho é incremental, considerando as notas, e os compassos do trecho/música. Nenhum critério para acerto ou erro deve ser tratado como booleano, mas como um valor contínuo. A interface gráfica deve mostrar ao aluno o seu desempenho	Avaliação	()	(X)

NFI9 Controlar execução	Se o aluno errar gravemente muitas notas, a execução do trecho ou música deve parar. O aluno deve ser capaz também de controlar a execução do trecho/música, reduzindo o andamento em 15%, 25%, 50% ou 75%. Se o aluno errar demais, o sistema deve parar a execução e voltar do começo, em um nível de velocidade menor, até o mínimo. Caso o aluno não consiga tocar ao menos 80% da música na velocidade mínima em três tentativas, o sistema deve decrementar o nível do aluno.	Execução/ Avaliação	()	(X)
NFI10 Renderizar o braço da guitarra	O braço do instrumento deve ser renderizado de acordo com a região de digitação do compasso. O braço deve ter uma amplitude de 5 a 8 casas, sendo que a nota de referência é a nota que o modelo indica como sendo a próxima.	Interface gráfica	()	(X)
NFI11 Dimensionar figuras	O tamanho da figura deve obedecer à seguinte fórmula: $t = 240 \cdot \frac{F}{bpm}$, onde F é a figura em que se deseja determinar o tamanho. O resultado é a duração em segundos. Com base no arquivo.midi, deve se seguir a lógica proposta para dimensionar adequadamente as figuras musicais representadas por retângulos na interface gráfica, de acordo com a duração de uma em relação à outra.	Avaliação	()	(X)
NFI12 Carregar dados da música ou trecho	Espera-se que os dados de uma música ou trecho não levem mais que 45 segundos para serem carregados a partir do arquivo .midi.	Performance	(X)	()

5.1.3 - Casos de uso Simples

Nome	Atores	Descrição	Referências Cruzadas
UCI1- Logar	Aluno e Sistema	O aluno terá que realizar o login antes de começar a utilizar o sistema, para então ser identificado e utilizar o interpretador.	FP14. Logar, FP1. Manter aluno, FI10. Carregar dados do aluno
UCI2-Afinar	Aluno e Sistema	O interpretador deve escutar tudo o que o aluno toca, por meio de alguma linha de entrada de áudio e mostrar se as cordas estão ou não afinadas.	FI1. Identificar nota, FI8. Controlar canais de áudio, FI9. Notificar afinação das cordas
UCI3- Tocar notas	Aluno e Sistema	O interpretador deve entender todas as notas que o aluno toca, por meio de alguma linha de entrada de áudio no sistema operacional. É necessário que o aluno tenha um componente de hardware que transforme sinal analógico da saída P10, em sinal digital em uma porta USB.	FI1. Identificar nota, FI8. Controlar canais de áudio, FI6. Reproduzir músicas/trechos, FI11. Timbrar som do aluno
UCI4-Avaliar altura	Aluno e Sistema	O sistema deve ser capaz de avaliar a altura da nota tocada pelo aluno. Por meio de dados de referência para cada	FI1. Identificar nota, FI8. Controlar canais de áudio, FI3. Avaliar a

		uma das 12 notas musicais, naturais e acidentadas, sem considerar as <i>enarmônicas</i> , é possível saber se altura do aluno é coerente com a altura esperada, ou não.	coerência da nota.
UCI5-Avaliar intensidade sonora	Aluno e Sistema	O interpretador deve entender qual é a intensidade sonora tocada pelo aluno. A identificação da intensidade deve ser muito precisa, já que a intensão é avaliar a dinâmica.	FI1.Identificar nota, FI8.Controlar canais de áudio, FI3.Avaliar a coerência da nota.
UCI6-Avaliar duração das notas	Aluno e Sistema	A duração de cada nota tocada pelo aluno deve ser entendida pelo interpretador. A duração tocada deve ser coerente com a duração esperada da nota do arquivo do trecho/música.	FI1.Identificar nota, FI8.Controlar canais de áudio, FI3.Avaliar a coerência da nota.
UCI7-Notificar avaliação	Aluno e Sistema	A aplicação do interpretador deve fornecer um <i>feedback</i> para o aluno de acordo com a avaliação em cada um dos âmbitos: altura, volume, e duração.	FI7.Notificar avaliação por nota, FI1.Identificar nota, FI8.Controlar canais de áudio, FI3.Avaliar a coerência da nota.
UCI8-Gravar desempenho	Aluno e Sistema	O interpretador deve gravar o desempenho do aluno de acordo com a execução das notas. O desempenho deve influenciar diretamente no nível do aluno. Quanto melhor o desempenho, maior o nível do aluno.	FI1.Identificar nota, FI8.Controlar canais de áudio, FI6.Reproduzir músicas/trechos, FI11.Timbrar som do aluno
UCI9-Gravar músicas tocadas	Aluno e Sistema	A aplicação deve gravar o áudio do aluno para a análise do mesmo.	FI12. Realçar notas tocadas corretamente, FI13.Evidenciar notas tocadas incorretamente
UCI10-Tocar trecho em loop	Aluno e Sistema	Ao tocar uma música, deve ser possível que o aluno selecione um trecho que enfrente dificuldade para repetir quantas vezes necessário.	FI8.Controlar canais de áudio, FI6.Reproduzir músicas/trechos, FI11.Timbrar som do aluno
UCI11-Alterar velocidade de reprodução	Aluno e Sistema	Deve existir uma opção para que o aluno seja capaz de alterar a velocidade de reprodução de qualquer trecho/música, após 3 tentativas de execução com desempenho abaixo de 80% em menos de um minuto.	FI15.Controlar execução

5.1.4 - Casos de uso Expandido

UCI1- Logar

Caso de Uso	UCI1- Logar
Atores	Aluno e Sistema
Propósito	Autenticar os usuários para identificação e o uso dos sistemas
Descrição	O aluno terá que realizar o login antes de começar a utilizar o sistema, para então ser identificado e utilizar o interpretador.

Tipo	Primário, essencial
Fluxo Normal Ação do Ator	Resposta do Sistema
1. O aluno deve informar o seu email e senha	1.1. Sistema verifica se usuário e senha são válidos, e se o aluno existe no banco de dados. 1.2. Abre a sessão e preenche uma variável na sessão com o ID do aluno logado. 1.3. Verifica se o nível do aluno permite que o mesmo abra aquele arquivo
Fluxo alternativo 2	

UCI2-Afinar

Caso de Uso	UCI2-Afinar
Atores	Aluno e Sistema
Propósito	Auxiliar o aluno a afinar o seu instrumento, a fim de garantir a possibilidade de comparação entre as notas tocadas e as notas esperadas.
Descrição	O interpretador deve escutar tudo o que o aluno toca, por meio de alguma linha de entrada de áudio e mostrar se as cordas estão ou não afinadas.
Tipo	Primário, essencial
Fluxo Normal Ação do Ator	Resposta do Sistema
1. O aluno toca uma determinada corda.	1.1. Sistema identifica a frequência da nota em <i>Hz</i> . 1.2. Sistema determina um nome para a nota, de acordo com a sua frequência.

UCI3- Tocar notas

Caso de Uso	UCI3- Tocar notas
Atores	Aluno e Sistema
Propósito	Caso de uso principal do Interpretador. O sistema deve ser capaz de reconhecer as notas tocadas pelo aluno, e reproduzi-las
Descrição	O interpretador deve entender todas as notas que o aluno toca, por meio de alguma linha de entrada de áudio no sistema

	operacional. É necessário que o aluno tenha um componente de hardware que transforme sinal analógico da saída P10, em sinal digital em uma porta USB.
Tipo	Primário, essencial
Fluxo Normal Ação do Ator	Resposta do Sistema
1. Aluno toca	1.1. Sistema interpreta a frequência por meio de uma linha de entrada e processa o sinal.

UCI4-Avaliar altura

Caso de Uso	UCI4-Avaliar altura
Atores	Aluno e Sistema
Propósito	Ao receber um sinal de entrada, a frequência deve ser traduzida em uma nota musical.
Descrição	O sistema deve ser capaz de avaliar a altura (em Hertz) por meio de dados de referência para cada uma das 12 notas musicais, naturais e acidentadas, sem considerar as <i>enarmônicas</i> , sendo então possível saber se altura do aluno é coerente com a altura esperada pelo sistema. De acordo com a Tabela 5- Relação entre nota e frequência, de C2 a B5, o sistema deve nomear a nota interpretada.
Tipo	Primário, essencial
Fluxo Normal Ação do Ator	Resposta do Sistema
1. Aluno toca	1.1 Após o sistema interpretar a frequência por uma linha de entrada, a frequência da nota 1.2 Sistema nomeia a nota tocada de acordo com uma tabela de referências. 1.3 Caso a altura da nota seja a correta, sistema avalia os outros fatores descritos em UCI5 e UCI6, e notifica, como descrito em UCI7.

UCI5-Avaliar intensidade sonora

Caso de Uso	UCI5-Avaliar intensidade sonora
Atores	Aluno e sistema
Propósito	Avaliar o nível de volume das notas tocada pelo aluno.

Descrição	O sistema deve ser capaz de avaliar a intensidade sonora (decibéis) de cada nota tocada pelo aluno, a fim de avaliar a dinâmica. O volume das notas têm que ser compatível com o esperado pela música ou trecho que está sendo executado no momento.
Tipo	Primário, essencial
Fluxo Normal Ação do Ator	Resposta do Sistema
1. Aluno toca	1.1 Sistema interpreta volume da nota 1.2 Sistema compara o volume da nota com o volume esperado pelo trecho/música 1.3 Sistema determina se a nota teve o volume adequado ou não. Caso tenha, sistema avalia os outros fatores que determinam a coerência da nota, como descrito em UCI6, e então notifica conforme em UCI7.

UCI6-Avaliar duração das notas

Caso de Uso	UCI6-Avaliar duração das notas
Atores	Aluno e Sistema
Propósito	Avaliar a duração das notas tocadas em relação ao esperado na música/trecho.
Descrição	O interpretador deve ser capaz de avaliar se a duração da nota tocada é coerente com a nota esperada no trecho/música tocada no momento.
Tipo	Primário, essencial
Fluxo Normal Ação do Ator	Resposta do Sistema
1. Aluno toca nota no tempo 2. Aluno toca nota atrasada em relação ao tempo 3. Aluno toca nota adiantado em relação ao tempo 4. Aluno não toca a nota.	1.1 Sistema entende que a nota tocada é coerente, caso também tenha sido aprovada nos processos descritos em UCI6 e UCI5. 2.1 Sistema entende que a nota tocada está atrasada em relação ao tempo, e notifica conforme descrito em UCI7. 3.1 Sistema entende que a nota está adiantada em relação ao tempo, e notifica conforme descrito em UCI7. 4.1 Sistema define a nota como inadequada, pois a entrada de sinal foi muito inadequada ou nula.

UCI7-Notificar avaliação

Caso de Uso	UCI7-Notificar avaliação																						
Atores	Aluno e sistema																						
Propósito	Notificar de acordo com o descrito em UCI4, UCI5, e UCI6 se a nota tocada é coerente com o esperado pelo modelo do trecho/música e notificar.																						
Descrição	Cada nota receberá uma avaliação, e consequentemente uma notificação sobre a coerência das notas tocadas, de acordo com os critérios citados em UCI4, UCI5, e UCI6.																						
Tipo	Primário, essencial																						
Fluxo Normal	Resposta do Sistema																						
Ação do Ator																							
1. Aluno toca nota	<p>1.1 Após passar pelas avaliações descritas em UCI4, UCI5 e UCI6, o sistema deve notificar como a nota foi avaliada, de acordo com a intensidade sonora, altura e duração.</p> <p>1.2 Altura:</p> <table><tr><th>Ação</th><th>Mensagem</th></tr><tr><td>Nota tocada na altura correta</td><td>“Perfeito”</td></tr><tr><td>Nota tocada na altura incorreta</td><td>“Tente novamente!”</td></tr></table> <p>1.3 Volume:</p> <table><tr><th>Ação</th><th>Mensagem</th></tr><tr><td>Nota tocada muito baixa</td><td>“Toque mais alto”</td></tr><tr><td>Nota tocada muito alta</td><td>“Toque com menos força!”</td></tr><tr><td>Nota não tocada</td><td>“Tente novamente!”</td></tr></table> <p>1.4 Duração</p> <table><tr><th>Ação</th><th>Mensagem</th></tr><tr><td>Nota tocada atrasada</td><td>“Tocou tarde demais!”</td></tr><tr><td>Nota tocada adiantada</td><td>“Tocou cedo demais!”</td></tr><tr><td>Nota não tocada</td><td>“Tente novamente!”</td></tr></table>	Ação	Mensagem	Nota tocada na altura correta	“Perfeito”	Nota tocada na altura incorreta	“Tente novamente!”	Ação	Mensagem	Nota tocada muito baixa	“Toque mais alto”	Nota tocada muito alta	“Toque com menos força!”	Nota não tocada	“Tente novamente!”	Ação	Mensagem	Nota tocada atrasada	“Tocou tarde demais!”	Nota tocada adiantada	“Tocou cedo demais!”	Nota não tocada	“Tente novamente!”
Ação	Mensagem																						
Nota tocada na altura correta	“Perfeito”																						
Nota tocada na altura incorreta	“Tente novamente!”																						
Ação	Mensagem																						
Nota tocada muito baixa	“Toque mais alto”																						
Nota tocada muito alta	“Toque com menos força!”																						
Nota não tocada	“Tente novamente!”																						
Ação	Mensagem																						
Nota tocada atrasada	“Tocou tarde demais!”																						
Nota tocada adiantada	“Tocou cedo demais!”																						
Nota não tocada	“Tente novamente!”																						

UCI8-Gravar desempenho

Caso de Uso	UCI8-Gravar desempenho
Atores	Aluno e sistema
Propósito	Gravar o desempenho do aluno em um trecho ou música no banco de dados.

Descrição	O sistema deve fazer um cálculo levando em conta a quantidade de notas acertadas pelo aluno em relação à quantidade total de notas no trecho/música. O seu desempenho deve ser gravado junto aos seus dados, e computado junto ao seu nível.
Tipo	Primário, essencial
Fluxo Normal Ação do Ator	Resposta do Sistema
1. Aluno toca trecho/música	1.1 Após comparar todas as notas tocadas no trecho/música e comparar com as notas esperadas, o sistema deve gravar esse desempenho, a fim de avaliar o aluno. A porcentagem de acerto da nota deve ser calculada e acrescentada ao desempenho total na música ou trecho, que por sua vez deve ser somado ao seu histórico de desempenhos, que determina o seu nível.

UCI9-Gravar músicas tocadas

Caso de Uso	UCI9-Gravar músicas tocadas
Atores	Aluno e sistema
Propósito	Gravar parte de um trecho ou música tocado pelo aluno
Descrição	O sistema deve ser capaz de gravar um trecho ou música definido pelo aluno, a fim de mostrar o desempenho do mesmo posteriormente.
Tipo	Secundário, não essencial (Como devo anotar quando não é essencial?)
Fluxo Normal Ação do Ator	Resposta do Sistema
1. Aluno toca	1.1 Aluno define um trecho a ser gravado 1.2 Sistema grava todas as notas vindas das linhas de entrada, bem como um vídeo sobre a interface gráfica mostrando o desempenho do aluno.

UCI10-Tocar trecho em loop

Caso de Uso	UCI10-Tocar trecho em loop
Atores	Aluno e sistema
Propósito	Tocar trechos gravados pelo aluno
Descrição	Deve-se reproduzir todo o trecho gravado pelo aluno

Tipo	Real
Fluxo Normal Ação do Ator	Resposta do Sistema
1. Aluno toca trecho	1.1 Sistema deve reproduzir o trecho gravado, mostrando o áudio e a interface gráfica com o desempenho do respectivo trecho.

UCI11-Alterar velocidade de reprodução

Caso de Uso	UCI11-Alterar velocidade de reprodução
Atores	Aluno e sistema
Propósito	Mudar a velocidade de reprodução do trecho/música a fim de facilitar o desempenho do aluno
Descrição	O sistema deve ser capaz de variar a velocidade de acordo com o desempenho do aluno, caso o desempenho durante a execução de um trecho tenha várias notas erradas dentro de um intervalo de tempo, o sistema deve parar a execução da música e sugerir a diminuição da velocidade.
Tipo	
Fluxo Normal Ação do Ator	Resposta do Sistema
1. Aluno toca	1.1 Caso o aluno erre mais que 20% das notas tocadas em um intervalo de um minuto, o sistema deve parar e sugerir a redução de andamento em 10%. 1.2 Caso o aluno erre em outra tentativa, a redução de andamento deve ser sugerida novamente pelo sistema. O processo se repete até um mínimo de 60 % de redução de andamento.

5.1.5 - Diagrama de Classes

5.2 - PLATAFORMA DE ENSINO

Visão geral do sistema

O sistema deve agir como uma plataforma online de ensino, oferecendo aos alunos cadastrados aulas subdivididas em capítulos e lições, de acordo com o conteúdo do método utilizado. Os cadastros e *login* da plataforma devem ser feitos em ambiente online. As consultas, o conteúdo das aulas e as chamadas ao interpretador devem ser feitas em uma aplicação local.

As aulas devem ser passadas no formato de slides animados, e devem ainda ser acompanhadas de um arquivo de áudio do professor, que terá a explicação de cada conteúdo, no ambiente *Desktop*.

As aulas podem ou não ser acompanhadas de uma lição ou música, que devem ser executadas pelo aluno, portanto, Plataforma de Ensino, em sua versão *web*, *desk* e o Interpretador devem ser integrados via *web service*. A comunicação entre Site, Interpretador, e Plataforma *Desktop* deve ser feita via *web service*. Ou seja, apesar das aplicações serem *desktop*, é necessário que o cliente possua conexão. Entretanto, o desempenho do interpretador durante a reprodução e avaliação das lições e músicas independe de conexão.

O sistema deve reconhecer o nível do aluno, e incrementar o nível do mesmo de acordo com o avanço nas lições. As avaliações feitas pelo interpretador devem interferir diretamente no nível do aluno, já que o Interpretador mede o desempenho nota a nota.

5.2.1 - Requisitos funcionais:

Requisitos funcionais		
Id.	Nome	Descrição
FP1.	Manter aluno	Consultar, cadastrar, Editar e Excluir Aluno do banco de dados. O sistema deve fornecer uma página no ambiente <i>web</i> para a manutenção dos Alunos. Alunos podem incluir, consultar, alterar e excluir apenas o próprio cadastro, desde que logados.
FP2.	Manter aula	Consultar, cadastrar, Editar e Excluir aula do banco de dados. As aulas são compostas por slides e áudio que acompanham os slides. Uma aula pode ou não abrir um arquivo executável pelo Interpretador. O sistema deve fornecer uma página no ambiente <i>web</i> para a manutenção de aulas, apenas para Professores logados.
FP3.	Manter capítulo	Consultar, Cadastrar, Editar e Excluir capítulos de uma aula. Um capítulo possui várias aulas. Apenas o Professor pode dar manutenção em um capítulo. O sistema deve fornecer uma página no ambiente <i>web</i> para a manutenção de aulas, apenas para Professores logados. A aplicação <i>desktop</i> deve fornecer a consulta de capítulos para alunos, de acordo com o seu nível.
FP4.	Navegar pelas aulas	De acordo com o desempenho e o nível do aluno, o sistema deve ser capaz de controlar qual aula é ideal para o aluno. Nenhum aluno deve ser capaz de avançar aulas das quais ainda não assistiu. As aulas já assistidas pelo aluno são de livre acesso. Antes de começar as aulas, todo aluno deve fazer uma prova de proficiência que determina o seu nível no curso, caso o mesmo deseje não cursar o conteúdo integralmente.
FP5.	Controlar execução de áudio	O sistema deve ter um player de áudio que fará o

		acompanhamento das aulas. Cada aula tem vários <i>slides</i> . E cada <i>slide</i> tem um arquivo de áudio.
FP6.	Manter <i>slide</i>	Consultar, cadastrar, Editar e Excluir Slide do banco de dados. O sistema deve fornecer uma página no ambiente <i>web</i> para a manutenção de <i>slides</i> , apenas para Professores logados. Os <i>slides</i> podem ou não ter arquivos de áudio explicando o conteúdo da aula. Alunos consultam <i>slides</i> por meio das consultas de aulas.
FP7.	Manter professor	Consultar, cadastrar, Editar e Excluir Professor do banco de dados. O sistema deve fornecer uma página no ambiente <i>web</i> para a manutenção de professores. Ao menos um professor deve ter o perfil de administrador. Professores não administradores podem apenas consultar, inserir, alterar e excluir o próprio cadastro.
FP8.	Manter curso	Consultar, cadastrar, Editar e Excluir Curso do banco de dados. O sistema deve fornecer uma página no ambiente <i>web</i> para a manutenção de Cursos, apenas para Professores logados. Alunos podem apenas consultar cursos.
FP9.	Manter matrícula	Cadastrar, Editar e Excluir Matrícula do banco de dados. O sistema deve fornecer uma página no ambiente <i>web</i> para a manutenção de Matrículas. Professores e alunos podem consultar, inserir, editar e remover suas respectivas matrículas. Professor administrador faz qualquer operação com matrículas. Uma matrícula tem um curso, um professor e um aluno.
FP10.	Manter trecho/música	Consultar, cadastrar, Editar e Excluir Trecho ou Música do banco de dados. O sistema deve fornecer uma página no ambiente <i>web</i> para a manutenção de Trechos ou Músicas. Esse arquivo é na verdade um arquivo no formato .midi, que deve ser renderizado pelo Interpretador, ao fim de uma determinada aula.
FP11.	Logar	Desde que o aluno ou professor já seja cadastrado, a autenticação do mesmo se faz necessária para que assim ele possa assistir às aulas, ou cadastrar aulas. Recuperar senha também deve fazer parte dessa história.
FP12.	Assistir aulas	Assistir aulas inclui iniciar um curso, consultar capítulos, matérias e aulas. O Sistema deve listar ao aluno, de acordo com o seu nível, e a sua matrícula, todas as aulas que ele pode assistir.
FP13.	Realizar Download Interpretador	É necessário que o site ofereça ao aluno um link para o <i>download</i> da aplicação do Interpretador, para instalação em plataforma <i>desktop</i> .

5.2.2 - Requisitos não funcionais:

Requisitos Não Funcionais				
Nome	Restrição	Categoria	Desejável	Permanente
NFP1 Persistir informações	As informações não devem levar mais que 30 segundos para serem persistidas no banco de dados.	Performace	(X)	()
NFP2 Consultar dados	As informações consultadas não devem levar mais que 45 segundos para serem carregadas.	Performace	(X)	()

5.2.3- Casos de uso Simples

Nome	Atores	Descrição	Referências Cruzadas
UCP1- Logar	Aluno e Sistema	Os alunos precisam se autenticar no sistema, a fim de poder usufruir das funcionalidades do mesmo, como baixar a aplicação e assistir as aulas.	FP11. Logar
UCP2- Cadastrar Aluno	Aluno e Sistema	Os alunos devem fornecer as informações de contato e dados pessoais. Seus dados devem ser persistidos na base de dados.	FP1. Manter aluno
UCP3- Cadastrar Professor	Professor e Sistema	Os professores devem fornecer as informações de contato e dados pessoais. Seus dados devem ser persistidos na base de dados.	FP7. Manter professor
UCP4- Iniciar curso	Aluno e Sistema.	O aluno deve ser capaz de começar o curso no qual se matriculou. É necessário que o curso seja do mesmo nível do aluno.	FP2. Manter aula, FP3. Manter capítulo, FP4. Navegar pelas aulas, FP5. Controlar execução de áudio, FP8. Manter curso, FP11. Logar, FP12. Assistir aulas
UCP5- Baixar aplicativo	Aluno e Sistema	A aplicação deve fornecer uma página onde seja possível fazer o <i>download</i> do arquivo com o instalador do interpretador. É necessário que o aluno esteja logado.	FP13. Realizar Download Interpretador
UCP6- Listar aulas	Aluno e Sistema	Aluno deve ser capaz de visualizar as aulas que ele pode assistir, de acordo com o seu nível.	FP2. Manter aula, FP3. Manter capítulo, FP4. Navegar pelas aulas, FP8. Manter curso,

5.2.4 - Casos de uso Expandido

UCP1- Logar

Caso de Uso	UCP1- Logar
Atores	Aluno, Professor e Sistema
Propósito	Autenticar os usuários para identificação e o uso dos sistemas
Descrição	O professor ou o aluno terão que realizar o login antes de começar a utilizar o sistema para determinar a sua identificação, e atribuir permissões.
Tipo	Primário, essencial
Fluxo Normal	Resposta do Sistema
Ação do Ator	
1. O usuário deve informar os dados seu	1.1. Sistema verifica se aquele professor/aluno já esta

id e senha	<p>cadastrado.</p> <p>1.2. Abre a sessão e preenche uma variável na sessão com o ID do professor/aluno logado</p> <p>1.3. Verifica se o usuário é professor ou aluno</p> <p>1.4. Redireciona para uma pagina adequada, dependendo do resultado.</p>
Fluxo Alternativo 2	<p>2.1. Sistema verifica que o professor/aluno não esta cadastrado</p> <p>2.2. Sistema informa que o professor/aluno não esta cadastrado e exibe a página de cadastro.</p>
Fluxo Alternativo 2.1	<p>2.1.1 Verifica que o professor é um administrador</p> <p>2.1.2 Redireciona para página principal do administrador</p>
Fluxo Alternativo 2.2	<p>2.2.1 Verifica que o professor é um usuário comum</p> <p>2.2.2 Redireciona para página principal do professor comum</p>
Fluxo Alternativo 2.3	<p>2.3.1 Redireciona para a tela principal de aluno.</p>

UCP2-Cadastrar-se

Caso de Uso	UCP2-Cadastrar-se
Atores	Aluno e Sistema
Propósito	Persistir as informações de novos alunos na base de dados.
Descrição	Os alunos devem fornecer as informações de contato e dados pessoais. Seus dados devem ser persistidos na base de dados.
Tipo	Primário, essencial
Fluxo Normal	Resposta do Sistema
Ação do Ator	
<p>1. O aluno deve informar os dados pessoais obrigatórios: CPF, Nome, Sobrenome, e-mail, telefones, Endereço e Senha.</p>	<p>1.1. Sistema Valida as informações do aluno.</p> <p>1.2. Sistema verifica se aquele aluno já esta cadastrado.</p> <p>1.3. Sistema verifica o nível do aluno.</p> <p>1.4. Sistema persiste as informações do aluno, e redireciona para a página de Download do Interpretador.</p>

Fluxo Alternativo 2	<p>2.1. Sistema verifica que o aluno já é cadastrado, e mostra a notificação.</p> <p>2.2. Sistema redireciona para a página de login.</p>
----------------------------	---

UCP3-Cadastrar Professor

Caso de Uso	UCP3-Cadastrar professor
Atores	Professor e Sistema
Propósito	Persistir informações de professores no banco de dados.
Descrição	Os professores devem fornecer as informações de contato e dados pessoais. Seus dados devem ser persistidos na base de dados.
Tipo	Primário, essencial
Fluxo Normal	Resposta do Sistema
Ação do Ator	
1. O professor deve informar os dados pessoais obrigatórios: CPF, Nome, Sobrenome, e-mail, telefones, Endereço e Senha. O professor deve informar ao menos um curso ministrado, e no mínimo um intervalo de tempo disponível.	<p>1.1. Sistema valida as informações do professor.</p> <p>1.2. Sistema verifica se aquele professor já está cadastrado.</p> <p>1.3. Sistema exibe as opções de inserção de cursos ministrados.</p> <p>1.4. Sistema exibe as opções de inserção de horários disponíveis do professor.</p> <p>1.5. Sistema persiste as informações do professor no banco de dados.</p>
Fluxo Alternativo 2	<p>2.1. Sistema confirma que o professor já é cadastrado.</p> <p>2.2. Sistema redireciona para a página de login.</p>

UCP4-Iniciar Curso

Caso de Uso	UCP4-Iniciar curso
Atores	Aluno e Sistema
Propósito	Fornecer meios para o aluno iniciar o curso.
Descrição	O aluno deve ser capaz de começar o curso no qual se matriculou. É necessário que o curso seja do mesmo nível do

	aluno.
Tipo	Primário, essencial
Fluxo Normal Ação do Ator	Resposta do Sistema
1. O aluno deve clicar no curso matriculado.	1.1 Sistema solicita o login do aluno. 1.2. Sistema verifica o nível do aluno. 1.3. Sistema verifica a última aula assistida.
Fluxo Alternativo 2	2.1. Sistema informa que o aluno não está cadastrado 2.2. O aluno é redirecionado para a página de cadastro.
Fluxo Alternativo 2.1	2.1.1 Redireciona o aluno para página inicial do curso
Fluxo Alternativo 2.2	2.2.1 Redireciona o aluno para a última aula assistida.

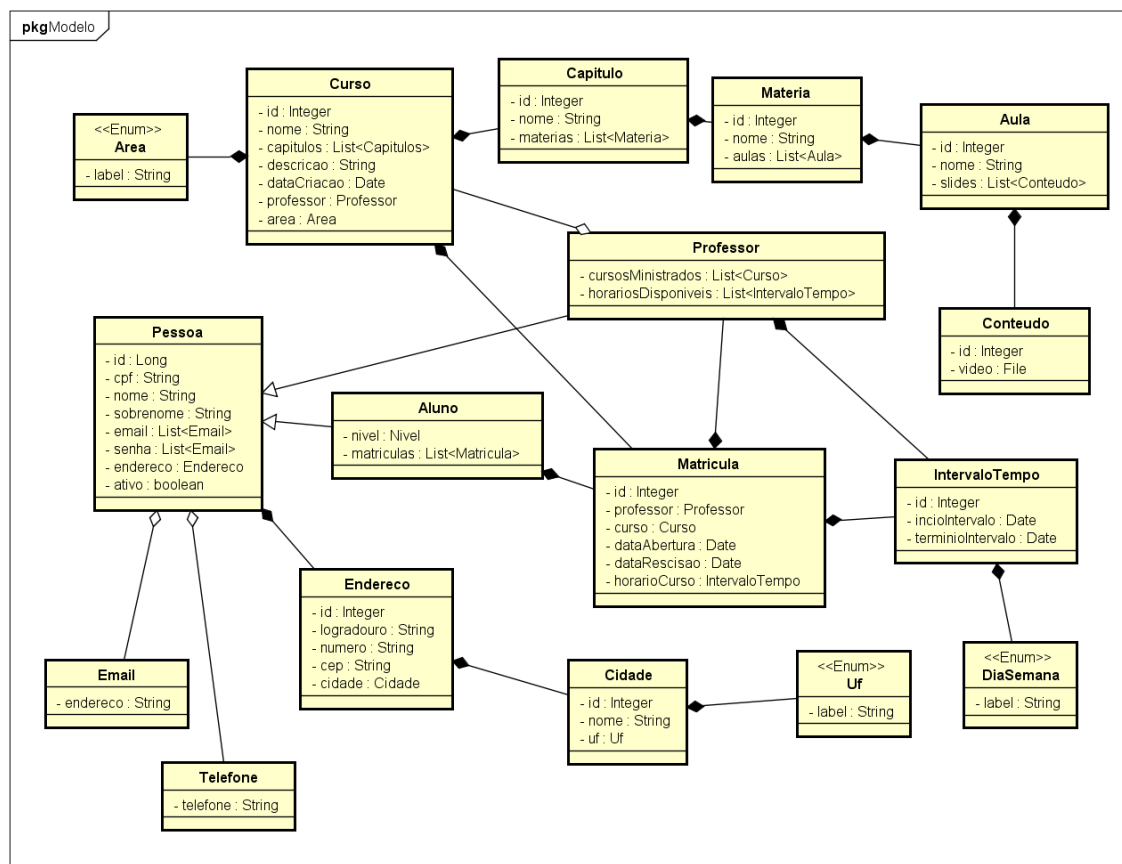
UCP5 – Baixar Aplicativo

Caso de Uso	UCP4-Baixar aplicativo
Atores	Aluno e Sistema
Propósito	Fornecer recursos para o aluno realizar o download do Interpretador.
Descrição	A aplicação deve fornecer uma página onde seja possível fazer o <i>download</i> do arquivo com o instalador do interpretador. É necessário que o aluno esteja logado.
Tipo	Primário, essencial
Fluxo Normal Ação do Ator	Resposta do Sistema
1. Aluno clica no botão de download do Interpretador.	1.1. Sistema verifica se aquele aluno está logado. 1.2. Sistema libera o arquivo para o download.
Fluxo Alternativo 2	2.1. Sistema verifica que o aluno não está cadastrado. 2.2. Redireciona para a página de cadastro.

UCP6-Listar aulas

Caso de Uso	UCP6-Listar aulas
Atores	Aluno e Sistema
Propósito	Autenticar os usuários para identificação e o uso dos sistemas
Descrição	Aluno deve ser capaz de visualizar as aulas que ele pode assistir, de acordo com o seu nível.
Tipo	Primário, essencial
Fluxo Normal Ação do Ator	Resposta do Sistema
1. O aluno deve clicar no curso matriculado.	1.1 Sistema verifica as informações do login do aluno. 1.2. Sistema verifica o nível do aluno. 1.3. Sistema verifica a última aula assistida.
Fluxo Alternativo 2	2.1. Sistema informa que o aluno não está logado. 2.2. O aluno é redirecionado para a página de login.
Fluxo Alternativo 2.3	2.3.1. Sistema redireciona o aluno para a última aula assistida ou para a primeira aula do curso.

5.2.5 - Diagrama de Classes



powered by Astah

Figure 27 - Diagrama de classes da plataforma de ensino

6 - Diagrama de Casos de Uso: Interpretador e Plataforma de Ensino

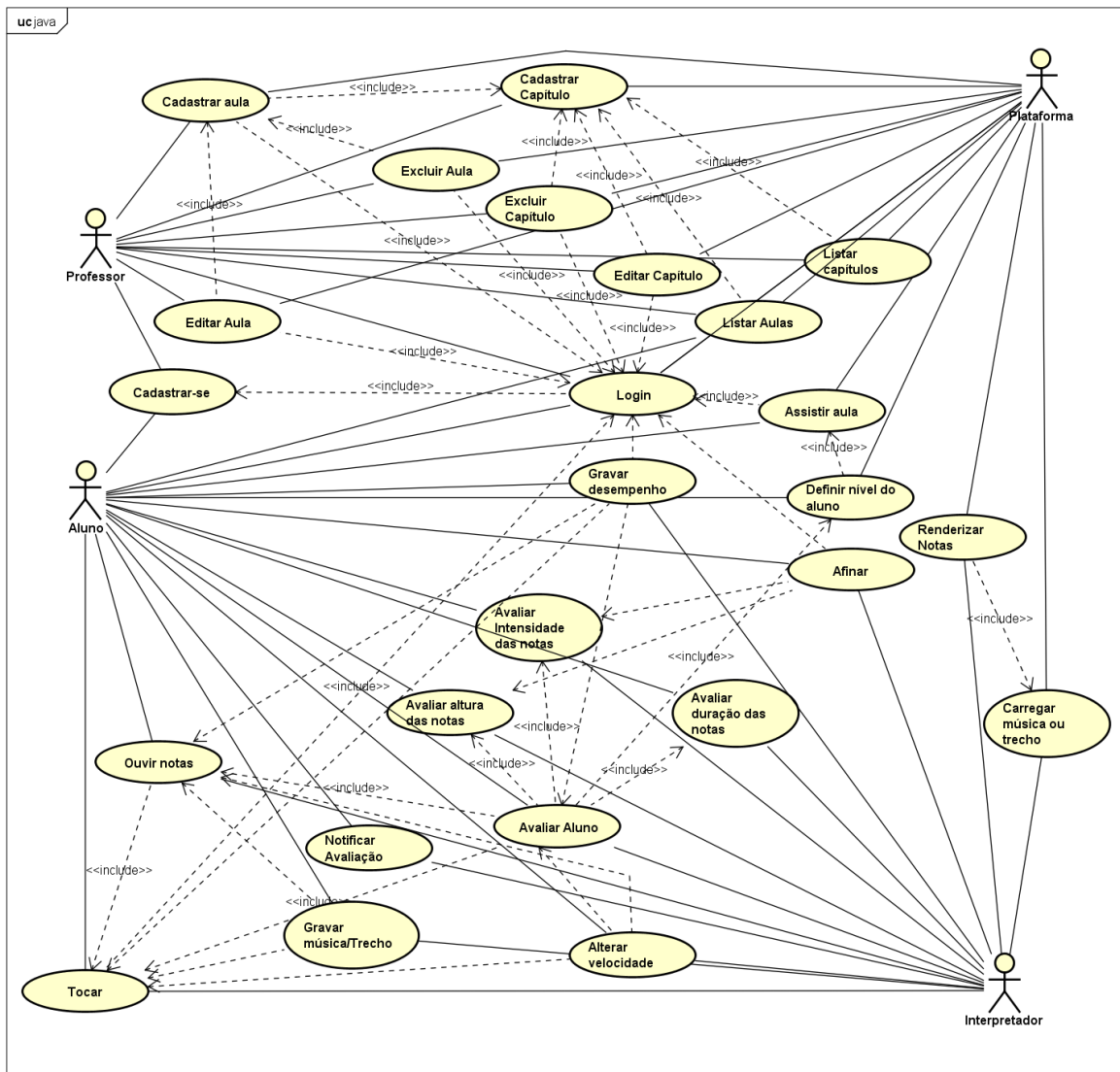


Figura 28 - Diagrama de Casos de uso integrado das aplicações propostas.

Conclusões

Entende-se a implementação do projeto como sendo de grande complexidade, envolvendo integração entre diferentes tecnologias e requisitos de alta complexidade. Entretanto, é possível beneficiar-se de diversos códigos abertos prontos para a conclusão da plataforma e atendimento dos requisitos, além de API's e *frameworks* desenvolvidos em tecnologia Java que catalisam o processo de desenvolvimento.

Referências

- AGOSTINI, Cristiano; RODRIGUES, Daniel. Construindo aplicações de interface rica com JavaFx. In: **Revista Unoesce Ciência – ACET**, p. 135-144, v.1, n. 2, jul./dez. 2010, Joaçaba - SC.
- BACKUS, John. **The acoustical foundations of music**, 2ª ed., W.W. Norton & Company: Nova York, 1997.
- COUTO, Ana Carolina Nunes do. Música popular e aprendizagem: algumas considerações. In: **Revista Opus**, p. x, v. 15, n. 2, dez. 2009, Goiânia.
- COSTALONGA, Leandro (org.) **Bibliotecas java aplicadas a computação musical**. Editora UFRGS: Porto Alegre, 2005.
- FREIRE, Vanda Bellard (org.) **Horizontes da pesquisa em música**. 7Letras: Rio de Janeiro, 2010.
- FERREIRA, Sandro Alex de Souza. **Sistema especialista para reconhecimento de acordes musicais em tempo real para violão elétrico utilizando técnicas de dsp**. 2006. 62 p. Monografia (Mestrado em Engenharia Elétrica) - UFBA. Salvador - BA.
- FRENCH, Richard Mark. **Engineering the guitar: Theory and Practice**. West Lafayette, Indiana: Springer, 2009.
- GOHN, Daniel. **Educação à distância: como desenvolver a apreciação musical**. Editora UFSCAR: São Carlos, 2005.
- IAZZETTA, Fernando. O que é a música (hoje). In: **I FÓRUM CATARINENSE DE MUSICOTERAPIA**, 2001, Florianópolis. Disponível em: <inserir link>. Acesso em: 16 out. 2015.
- KRAEMER, Rudolf-Dieter. Dimensões e funções do conhecimento pedagógico-musical (tradução de Jusamara Souza). In: **Revista Em Pauta**, p. 43-75, vol.11, n.16/17, Rio de Janeiro, 2000.
- MED, Bohumil. **TEORIA DA MÚSICA**. 4a ed. Musimed: Brasília, 1997.
- PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de software**. Makron Books: São Paulo, 1995.
- ZUK, Jennifer et al. **Behavioral and Neural Correlates of Executive Functioning in Musicians and Non-Musicians**. In: Revista **PLoS ONE** . p. 1-14, vol.9. n.99868, São Francisco, 2014.
- WAZLAWICK, Raul Sidnei. **Análise e Projeto de Sistemas de Informação Orientados a Objetos**. Elsevier: Florianópolis, 2011. 138 p.

ANEXO I – Pesquisa de mercado quanto à aulas de música à distância
ANEXO II – Códigos sugeridos e reaproveitáveis