

## MODELAGEM 3D, IMPRESSÃO EM 3D, SCRATCH E ARDUINO NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE MÚSICA

GLAUBER LÚCIO ALVES SANTIAGO

Universidade Federal de São Carlos

glauber@ufscar.br

### RESUMO

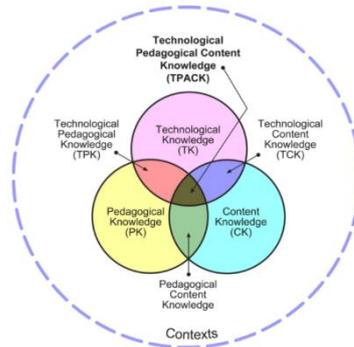
Este é um relato de experiência didática sobre a primeira oferta de *Recursos tecnológicos para o ensino de música*, uma disciplina da nova grade curricular do *Curso de Licenciatura em Música* da Universidade Federal de São Carlos. O texto busca responder à seguinte questão norteadora: Qual o grau de aceitação e assimilação de conteúdos de programação computacional, eletrônica, robótica e modelagem em 3D de estudantes de licenciatura em música como parte de sua formação pedagógico tecnológica? A metodologia é o estudo de caso e como instrumentos de coleta de dados para os resultados utilizou-se observações do professor, um questionário para a turma e mais duas entrevistas com discentes. Conclui-se que todas as tecnologias descritas foram bem aceitas pelos estudantes de música que conseguiram assimilá-las e, principalmente, muitos se mostraram motivados a continuar futuros estudos. A tecnologia do Arduino, embora tenha sido a mais difícil que ser assimilada, foi a mais aceita. Ao final do texto são apresentados aspectos positivos e negativos da oferta da disciplina e sugestões de aprimoramentos futuros para que o aprendizado dos estudantes seja mais significativo.

**Palavras chave:** Arduino. Modelagem em 3D. Programação em blocos. Impressão 3D. Formação do professor de música.

### 1. INTRODUÇÃO

Atualmente a formação de professores, seja ela inicial ou continuada, tem trazido a necessidade da formação tecnológica para que os profissionais da educação possam fazer um uso eficaz das novas tecnologias em sala de aula, possibilitando um processo de ensino-aprendizado mais contextualizado para o aluno. De fato, o conhecimento tecnológico tem sido objeto de diversos estudos no âmbito da formação de professores, como é o caso do modelo TPACK (Figura 1).

Figura 1 – O modelo do TPACK



Fonte: Koehler e Mishra, 2009, p. 63

No TPACK temos 3 tipos de conhecimentos necessários ao professor: o tecnológico (TK), o pedagógico (PK) e o de conteúdo (CK). Existem interseções entre eles e no que se refere à tecnologia temos, então: a) Conhecimento pedagógico tecnológico (TPK), b) Conhecimento de Conteúdo Tecnológico (TCK) e c) Conhecimento de Conteúdo Pedagógico Tecnológico (TPACK).

O presente texto é um relato de experiência que pretende abordar a formação pedagógico tecnológico na área da música. A experiência relatada é nova pois representa um caso ocorrido na oferta de uma disciplina de tecnologia oferecida pela primeira vez em uma nova grade curricular de um curso da Universidade Federal de São Carlos. Trata-se da disciplina *Recursos Tecnológicos para o Ensino de Música*, obrigatória para o primeiro semestre do *Curso de Licenciatura em Música*.

Como questão norteadora da experiência tem-se a seguinte: *Qual o grau de aceitação e assimilação de conteúdos de programação computacional, eletrônica, robótica e modelagem em 3D de estudantes de licenciatura em música como parte de sua formação pedagógico tecnológica?* Assim, o objetivo deste texto é responder à esta questão possibilitando uma reflexão sobre estes aspectos e a divulgação entre outros docentes desta experiência que se mostrou muito intensa para os envolvidos.

Antes de ser iniciada a aplicação do planejamento do plano de ensino da disciplina em foco havia a seguinte hipótese do professor, autor desta comunicação: Os estudantes da Música não vão gostar muito do Arduino e da parte de eletrônica. Ao final deste texto será apresentada uma consideração sobre esta hipótese prévia. A seguir, será apresentado um breve referencial sobre os temas tecnológicos abordados por esta comunicação.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A disciplina *Recursos Tecnológicos para o Ensino de Música* aborda diversas tecnologias e metodologias de ensino, porém nesta comunicação, serão enfocadas apenas modelagem e impressão em 3D, o *Scratch* do Massachusetts Institute of Technology (MIT) e o Arduino. Conforme segue.

### 2.1 MODELAGEM E IMPRESSÃO EM 3D

Desde os anos 80 do século passado que a tecnologia de impressão em 3D tem sido desenvolvida, porém foi só na última década passada que seu uso ficou mais acessível, em termos financeiros o que resultou em uma grande disseminação de uso. Porém, na área da música, o uso e a produção científica com esta tecnologia está geralmente voltada para a construção de instrumentos musicais como no caso de Cottrell e Howell (2019), que apresentam um estudo de caso sobre a confecção de boquilhas de saxofones utilizando impressora 3D, e no caso de Hanson (2018), com um teclado musical eletrônico que utilizava tecnologia de impressão em 3D para suas partes. O presente relato busca incentivar a utilização desta tecnologia especificamente no ensino de música. Mas antes é útil explicar algo sobre impressão em 3D.

Em uma linguagem simples, pode-se dizer que a impressão 3D (também conhecida como prototipagem rápida) consiste basicamente em se ir “desenhando” ou construindo, fragmento a fragmento um objeto. Dentre as várias tecnologias possíveis para a formação dos objetos em 3D, uma das mais econômicas e utilizadas, são os filamentos de elemento plástico que é derretido e injetado em uma posição específica na impressora (SANTIAGO; OLIVEIRA, 2019, p. 285)

Para realizar uma impressão em 3D, então, é necessário que antes se realize a modelagem computacional em 3D do projeto. O software utilizado para a modelagem neste relato foi o site *Autodesk Tinkercad* que é um empreendimento que visa incentivar o movimento *maker*<sup>10</sup>. É um aglutinador de criadores, educadores, estudantes e ideias. Entre diversas funcionalidades, o site possui a aplicação de desenvolvimento de projetos em 3D, circuitos e blocos de código. Esta aplicação é a que possibilita fazer a modelagem.

---

<sup>10</sup> O movimento *maker* é um desdobramento do *faça você mesmo (DIY do inglês, Do It Yourself)*, devido o advento das novas tecnologias de computação e prototipagem. Ele e tem por ideia incentivar o fazer, o compartilhar, o dividir, o dar, o aprender, o equipar, o brincar, o participar, o apoiar e o mudar (HATCH, 2013).

A ideia principal deste tipo de modelagem é de adição e modificação de formas tridimensionais positivas (que geram conteúdo no mundo físico) e negativas (que não geram, ou melhor, “destroem” conteúdo do mundo físico)” (SANTIAGO; OLIVEIRA, 2019, p. 285).

## 2.2 SCRATCH DO MIT

Outra tecnologia comentada neste relato é o software *Scratch*. Segundo Ferreira e De Oliveira:

O Scratch é uma linguagem de programação com interface interativa, dinâmica, com ícones, botões e janelas fáceis de manusear, de usabilidade prática e com um ambiente muito atrativo para uma criança dos dias atuais. (FERREIRA; DE OLIVEIRA, 2018, p. 83)

O software é uma iniciativa do *Lab's Lifelong Kindergarten* do MIT, conforme segue um breve histórico:

The Massachusetts Institute of Technology (MIT) Media Lab's Lifelong Kindergarten group, led by Mitchel Resnick, in partnership with the Montreal based consulting firm, the Playful Invention Company, co-founded by Brian Silverman and Paula Bonta, together developed the first desktop only version of Scratch in 2003. Its purpose was to aid young people, mainly for ages 8 and up, to learn programming. (PLAZA, 2018, p. 208)

Segundo Garcia, Brod e Hinz o *Scratch* está sendo:

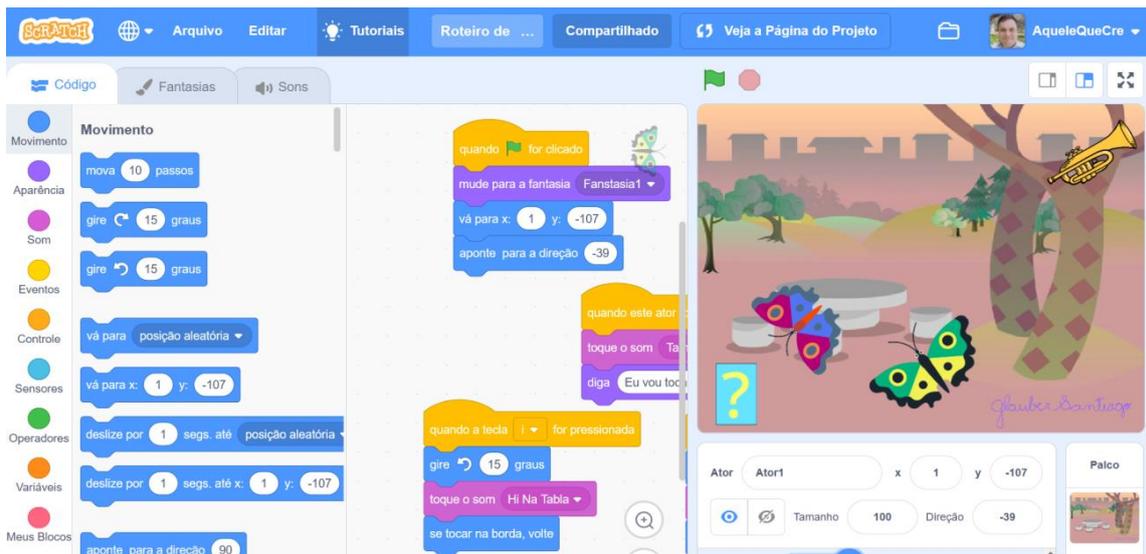
Difundido por diversas fundações e organizações em todo o mundo interessadas em mudanças na educação para inclusão de disciplinas de lógica computacional desde as séries iniciais, o Scratch vem fortalecendo o uso de tecnologias digitais que possam auxiliar no desenvolvimento do raciocínio lógico e na resolução de problemas. (GARCIA; BROD; HINZ, 2018, p. 4)

A figura 2 apresenta a tela principal de edição do software com os blocos de códigos, atores<sup>11</sup> e visualização de um dos exemplos utilizados pelo professor neste relato:

---

<sup>11</sup> “O Scratch possui personagens, também chamados de sprites, em que o principal é um gato – embora seja possível trocar por outro de livre escolha. É ele que executa os movimentos, as imagens, as animações, os sons, as histórias, os jogos” (FERREIRA; DE OLIVEIRA, 2018, p. 83).

Figura 2 – Visão geral do Scratch



Fonte: Captura de tela realizada pelo autor da edição de um dos seus exemplos.

### 2.3 ARDUINO

Uma área tecnológica que está se adentrando neste relato é a robótica educacional<sup>12</sup> que foi realizada com o uso do Arduino. Segundo Wilcher,

The Arduino is a small yet powerful computer board that uses physical computing techniques with an Atmel microcontroller (processing development environment) and the C programming language. (WILCHER, 2012, p. 1).

Na figura 3 pode-se observar uma placa de Arduino utilizada neste relato.

Outra descrição é a de Gertz e di Justo na qual:

Arduino is best described as a single-board computer that has deliberately been designed to be used by people who are not experts in electronics, engineering, or programming. It is inexpensive, cross-platform (the Arduino software runs on Windows, Mac OS X, and Linux), and easy to program. Both Arduino hardware and software are open source and extensible (GERTZ; DI JUSTO, 2012, p. 1)

<sup>12</sup> “Educational robotics is a term widely used to describe the educational use of robotics as a learning tool. From 2006 as stated in where LEGO Mindstorms NXT was used. This is an example of educational robotics. Currently, LEGO evolved the NXT to EV3. Nowadays, there are a wide variety of robotic tools such as Arduino” (PLAZA, 2018, p. 215).

Figura 3 – Fotografia de uma placa de Arduino UNO R3 na mão do professor.



Fonte: Fotografia realizada pelo autor.

O que se vê na figura é o hardware do Arduino. Outra parte fundamental é o software, ou programa de computador que é “*a coded series of instructions that tells the computer what to do. The programs that run on Arduino are called sketches*” (GERTZ; DI JUSTO, 2012, p. 22).

O uso da robótica e de Arduino na tecnologia musical já é bastante difundido no que se refere à música interativa<sup>13</sup> porém, o uso educacional musical ainda é bem restrito.

### 3. METODOLOGIA

Como foi indicado, este texto é um relato de experiência que ocorreu na UFSCar, no primeiro semestre letivo de 2019, no âmbito da disciplina *Recursos Tecnológicos para o Ensino de Música*, oferecida pela *Departamento de Artes e Comunicação* para o *Curso de Licenciatura em Música* da instituição.

Conforme o Projeto Pedagógico do curso em questão, a disciplina objetiva ao aluno:

Empregar variados recursos tecnológicos, com ênfase em recursos digitais, em atividades envolvendo ensino de música; e ter autonomia para aprender e incorporar novas práticas envolvendo tecnologias em sua atividade educacional (MACHADO et al, 2019, p. 131).

Além disso, tem como ementa:

Introdução à tecnologia. Estudo do desenvolvimento histórico dos recursos tecnológicos musicais e para o ensino em geral. Utilização de

---

<sup>13</sup> “Interactive music, also known as nonlinear music or adaptive music has been an important topic in performing art. Performers on stage interact with each other by instruments or other parameters such as body movement” (LIU; CHANG; HSIAO, 2011, p. 6179).

ferramentas da Web 2.0 em atividades de educação musical, bem como de recursos relacionados com a *IoT (Internet of Things)* na educação musical (MACHADO et al, 2019, p. 131).

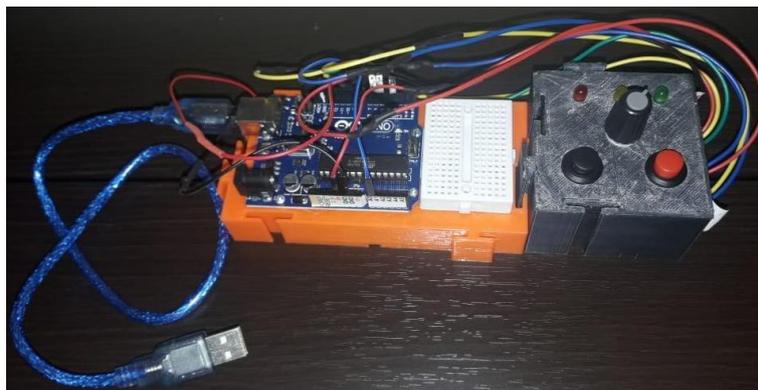
Ou seja, é uma disciplina da área de educação musical que aborda tecnologias atuais e interage com as áreas da eletrônica, da computação, da prototipagem rápida, da música, da produção musical, engenharias etc.

A disciplina foi oferecida com 60 horas aulas, divididas em 15 semanas. A cada semana metade de carga horária era oferecida presencialmente em um laboratório de informática da instituição e a outra metade na modalidade a distância, ou seja, era uma proposta híbrida de ensino. No plano de ensino da disciplina foram reservadas as aulas de 7 a 15 para abordar os temas relativos a este relato. Sendo os títulos destas aulas os seguintes:

- Aula 7: Modelagem e impressão em 3D e Prática de edição de partituras;
- Aula 8: Modelagem e impressão em 3D e Prática de edição de partituras – continuação;
- Aulas 9-11: Introdução à programação computacional para o educador;
- Aula 12: Introdução à eletrônica e aos microcontroladores para educadores;
- Aulas 13-15: Oficina *Maker* para educação musical.

Para a parte de robótica, a preparação da disciplina ocorreu com cerca de 6 meses de antecedência com a produção de 11 kits com placa Arduino uno R3, mini *proto-board*, *piezo*, 2 *push buttons*, potenciômetro, 3 LEDs, 10 cabos com conectores *dupont* e cabo USB, todos montados em estruturas modeladas e impressas em 3D pelo professor. Vide a figura 4.

Figura 4 – Kit elaborado pelo professor para atividades com Arduino



Fonte: Fotografia realizada pelo autor.

Nesta preparação também foram criados *sketches* (programas) para serem alterados pelos estudantes. São eles: *00\_TocaDuasNotas*, *00\_MetronomoVisual*, *00\_Metronomo VisualESonoro*, *00\_Randomicos*, *00\_Ifs*, *01\_TocaPulsoEscalaCromatica*, *02\_Toca PulsoFrequencias*, *03\_GeradorMelodico*, *04\_Toca Tetrades* e *05\_6Teclas ComSeletorDeTimbre*. Os títulos, já são sugestivos sobre a função dos *sketches*.

A preparação do material didático sobre o conteúdo de modelagem em 3D foi mais célere e baseou-se em um roteiro simples de tutorial sobre o uso do software *Tinkercad* e com exemplificações expositivas pelo professor que, para isso utilizou um dado musical (no qual em cada uma das faces é apresentado um acidente musical) e uma figura musical desmontável modelada e impressa em 3D, conforme apresenta a figura 5.

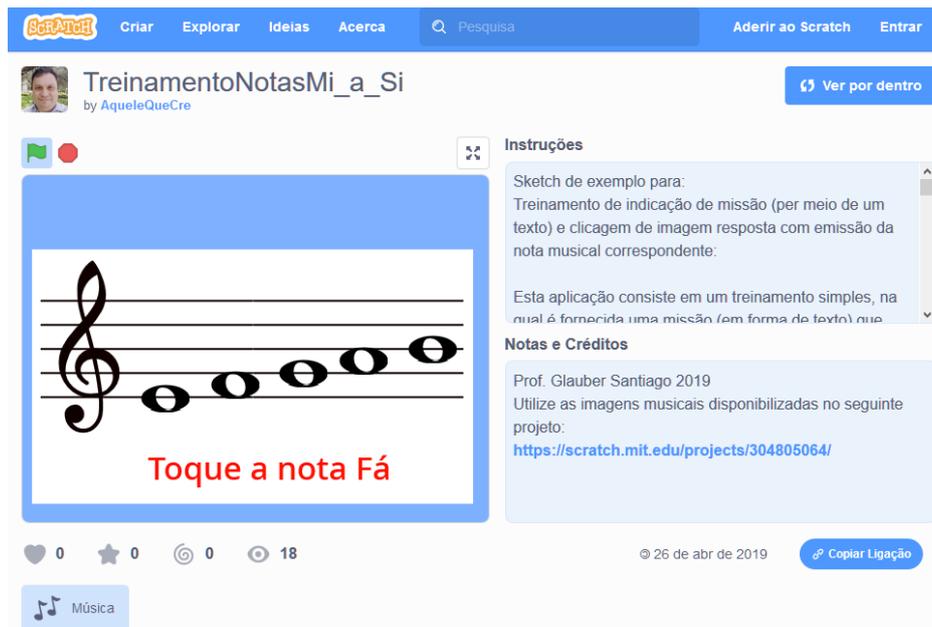
Figura 5 – Peças impressas em 3D pelo professor para exemplificações em aula



Fonte: Fotografia realizada pelo autor.

O último elemento de preparação foram exemplos com o *Scratch*. A ideia era que o estudante pudesse observar o modelo e depois o adaptasse para seus objetivos. Por exemplo, a figura 6 apresenta a página de abertura de um dos 3 *sketches* de exemplo, neste caso o para treinamento de nomes de notas musicais no pentagrama. Foram ainda elaborados roteiros de 7 aplicações para serem desenvolvidas pelo estudante.

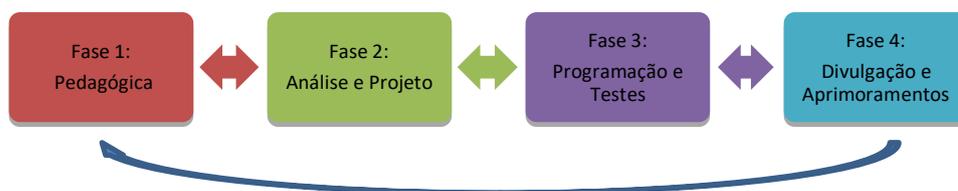
Figura 6 – Peças impressas em 3D pelo professor para exemplificações em aula



Fonte: Captura de tela realizada pelo autor da página inicial do seu exemplo

Para cada uma destas tecnologias foi pensado no modelo TPACK como estratégia. Neste sentido, como atividades dos estudantes eles deveriam pensar sempre em objetos de aprendizagem<sup>14</sup> e em aplicações pedagógicas autorais – criações suas. A figura 7 apresenta um modelo de elaboração de objetos de aprendizagem.

Figura 7 - Fases de uma metodologia para elaboração de objetos de aprendizagem



Fonte: Baseado em Macedo et al, 2018, p. 568

Na disciplina, não foi utilizado um modelo como este apresentado pois, na proposta, primeiro o aluno realizava a fase 3 do modelo, para depois realizar as demais fases. Esta inversão se deve ao fato de o estudante ainda estar se apropriando da tecnologia

<sup>14</sup> Objeto de aprendizagem (OA) é conceituado pelo Learning Technology Standards Committee (LTSC), um comitê criado em 1996 pelo Institute of Electrical and Electronics Engineers visando (IEE), como “qualquer entidade, digital ou não digital, que pode ser usada, reutilizada ou referenciada durante a aprendizagem com suporte tecnológico.” (ZARPELON, 2018, p. 51).

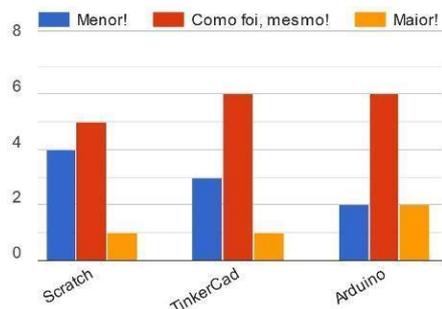
e, também, pois o professor incentivava a criatividade do discente fazendo-o pensar em potenciais educacionais para quaisquer objetos ou situações, inclusive inusitadas.

#### 4. RESULTADOS

A disciplina foi oferecida de março a junho de 2019, para 55 alunos divididos em duas turmas, seguindo o plano de ensino e conforme todo o planejamento. Quase nenhuma alteração ocorreu. Exceto a impossibilidade de transformar as aulas finais em uma oficina *maker*. Mas isso se deve à falta de infraestrutura e, também, porque a proposta realmente foi mal dimensionada e as atividades previstas no plano não a contemplavam. Os resultados aqui relatados da oferta da disciplina advêm da percepção do docente, de um questionário respondido pelos discentes e das respostas de 2 entrevistas, concedidas por discentes sobre o processo.

A figura 8 apresenta a opinião dos alunos (10 respondentes de um total de 55 estudantes) sobre o seguinte enunciado: “Você acha que o tempo utilizado nas aulas com cada uma destes temas deveria ter sido:” Pela opinião dos respondentes tem-se que a maioria dos estudantes acredita que o tempo destinado às atividades foi adequado.

Figura 8 – Resultado de um questionário enviado para os alunos após a oferta da disciplina



Fonte: Gráfico elaborado pelo autor.

O quadro 1 apresenta um resumo das entrevistas que alguns estudantes forneceram ao professor sobre o scratch.

Quadro 1- Respostas das entrevistas sobre o Scratch (Fonte: Autoria própria)

Questões	Estudante 1	Estudante 2
1. O que você achou da metodologia utilizada para o ensino do <i>scratch</i> ?	“Boa, mas insuficiente para entender todo o programa.”	“Eu achei que fez sentido a metodologia usada para o ensino do Scratch, pois o professor deu as instruções numa folha de papel e as explicou durante a aula. Simples e objetiva.”
2. O que você achou dos seus trabalhos realizados no <i>scratch</i> ?	“Bem básicos pois o scratch possibilita muito mais coisas”	“Apesar de ter ficado simples, eu gostei do meu resultado no Scratch, pois eu nunca tinha utilizado nenhuma linguagem de programação.”

3. O que você achou de utilizar o <i>scratch</i> no ensino aprendizagem musical?	“Excelente”	“Pode ser uma boa ferramenta para a criação de jogos educativos na área musical, mas sua implantação não é tão simples em algumas realidades.”
--	-------------	--

Conforme se pode notar, os dois entrevistados acharam boa a metodologia utilizada. Sobre suas auto percepções de trabalhos realizados, o estudante 1 parece insatisfeito perante o potencial da ferramenta e o estudante 2 parece satisfeito. Sobre a aplicabilidade do *Scratch* na educação musical os entrevistados indicaram como válida.

A seguir tem-se as percepções **positivas** do docente frente a cada uma das tecnologias descritas:

- **Scratch:** Entusiasmo, por parte de muitos alunos, ao realizar animações e ações no computador ou celular; Vontade do estudante em explorar mais elementos do que os que foram trabalhados em aula; Entendimento básico de lógica de programação como elemento de empoderamento tecnológico do licenciando, como futuro de música.
- **Modelagem e Impressão 3D:** Boa criatividade dos discentes na elaboração de modelagens com fins educativos; Bom entendimento da modelagem em 3D no *Tinkercad*;
- **Arduino:** Razoável entendimento das ligações de cabos e manuseio de peças de eletrônica pela maioria dos estudantes; Satisfação dos estudantes ao fazer soar notas musicais do aparato eletrônico e poder controlá-las; Boa capacidade dos estudantes conceberem aplicações didáticas para seus projetos sonoros.

Em termos de **problemas** encontrados na oferta da disciplina o docente indica os seguintes: Computadores do laboratório de informática muito lentos; Falta de infraestrutura acústica adequada (ar condicionado ruidoso, muitos computadores ruidosos e disposição não favorável à explanação verbal e ausência de amplificação para explanação do professor); Falta de maturidade do professor em relação à disciplina e à didática envolvendo as tecnologias descritas neste relato; Dificuldade, por parte de alguns estudantes, para seguirem instruções de ordem técnica envolvendo cálculos, algoritmos, e comandos de computação, mesmo bem simples; Excesso de estudantes para práticas laboratoriais; Disposição de computadores que não privilegia atividades colaborativas ou com a assistência do docente; e Excesso de conteúdo e atividades, a serem realizadas paralelamente e estas descritas, durante as aulas.

## 5. CONCLUSÃO

Como resposta à questão norteadora (“Qual o grau de aceitação e assimilação de conteúdos de programação computacional, eletrônica, robótica e modelagem em 3D de estudantes de licenciatura em música como parte de sua formação pedagógico tecnológica?”) pode-se dizer que os estudantes aceitaram bem e conseguiram assimilar os elementos enfocados em aula. Porém, como todos os temas foram tratados de forma muito simplificada, uma grande gama de expectativas infladas pelas atividades não foi suprida no âmbito da disciplina. Na verdade, este é um dado positivo, já que reflete que os alunos se mostraram interessados em aprender mais. Sobre a hipótese tinha-se que “os estudantes da música não iriam gostar muito do Arduino e da parte de eletrônica”. Porém, surpreendentemente, a maioria aparentava gostar de lidar com os cabos e equipamentos eletrônicos e mesmo não apresentaram aversão à interface de programação (IDE) do Arduino, que é visualmente muito pouco atrativa para o estudante de música padrão. Como aprimoramentos para futuras ofertas pretende-se: Imprimir mais objetos em 3D realizados pelos alunos e exercitar a prática pedagógica planejada por eles para o objeto; Restringir mais outros conteúdos da disciplina ou utilizar melhor os momentos a distância para liberar tempo para as atividades laboratoriais; Elaborar mais vídeos tutoriais sobre as tecnologias abordadas; Solicitar um monitor para auxiliar o professor nas atividades em aula.

## REFERÊNCIAS:

COTTRELL, Stephen; HOWELL, Jocelyn. Reproducing musical instrument components from manufacturers’ technical drawings using 3D printing: Boosey & Hawkes as a case study. **Journal of New Music Research**, p. 1-9, 2019.

DURAK, Hatice Yıldız; GÜYER, Tolga. Design and development of an instructional program for teaching programming processes to gifted students using scratch. In: **Curriculum development for gifted education programs**. IGI Global, 2018. p. 61-99.

FERREIRA, Williane Costa; DE OLIVEIRA, Carloney Alves. O Scratch nas aulas de matemática: caminhos possíveis no ensino das áreas de figuras planas. **Cadernos Cenpec Nova série**, v. 8, n. 1, 2018.

GARCIA, Márcio Pereira; BROD, Fernando Augusto Treptow; HINZ, Verlani Timm. SCRATCH como Proposta para significar as aprendizagens de Algoritmos no Curso Técnico em Desenvolvimento de Sistemas. **Revista Educar Mais**, v. 2, n. 1, 2018.

GERTZ, Emily; DI JUSTO, Patrick. **Environmental monitoring with Arduino: building simple devices to collect data about the world around us**. " O'Reilly Media, Inc.", 2012.

HANSON, Anthony. **Music Keyboard Based on Flexible Hybrid Electronics**. Western Michigan University, 2018.

HATCH, Mark. **The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers**. McGrawHill Education, 2013. 213 p.

KOEHLER, Matthew; MISHRA, Punya. What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? **Contemporary issues in technology and teacher education**, v. 9, n. 1, p. 60-70, 2009.

LIU, Tsung-Ching; CHANG, Shu-Hui; HSIAO, Che-Yi. A modified Quad-Theremin for interactive computer music control. In: **2011 International Conference on Multimedia Technology**. IEEE, 2011. p. 6179-6182.

MACEDO, Luiz Carlos Aires et al. Proposta de metodologia para o desenvolvimento de objetos de aprendizagem de autoria própria com scratch. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC)**, v. 4, n. 08, 2018.

MACHADO, Daniela Dotto; CAVALCANTE, Fred Siqueira; GALIZIA, Fernando Stanzione; CARVALHO, Isamara Alves; SANTOS, Jane Borges de Oliveira; NUNES, Thaís dos Guimarães Alvim. **Projeto Pedagógico de Curso de Licenciatura em Música**. São Carlos: Conselho de Coordenação do Curso de Licenciatura em Música da Universidade Federal de São Carlos, 2019. Disponível em: [http://www.prograd.ufscar.br/cursos/cursos-oferecidos-1/musica/PPCMUSICAOFICIAL2018\\_versoFINAL\\_PROGRAD.pdf](http://www.prograd.ufscar.br/cursos/cursos-oferecidos-1/musica/PPCMUSICAOFICIAL2018_versoFINAL_PROGRAD.pdf). Acesso em: 30 set. 2019.

PLAZA, Pedro et al. Scratch day to introduce robotics. In: **2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)**. IEEE, 2018. p. 208-216.

SANTIAGO, Glauber L. Alves; OLIVEIRA, Camila Dias. Movimento maker e IoT para educação musical: possibilidades com Impressão 3D, Software Processing e Arduino. In: DIAS-TRINDADE; MILL (Orgs.). **Educação e Humanidades Digitais: Aprendizagens, Tecnologias e Cibercultura**. Imprensa da Universidade de Coimbra: Portugal, 2019, p. 285-308.

WILCHER, Don. **Learn electronics with Arduino**. Apress, 2012.

ZARPELON, Edinéia et al. Repositórios de objetos de aprendizagem: uma breve caracterização e discussão a partir dos recursos disponibilizados em três bancos de dados. **Revista electrónica de investigación en educación en ciencias**, v. 13, n. 2, 2018.