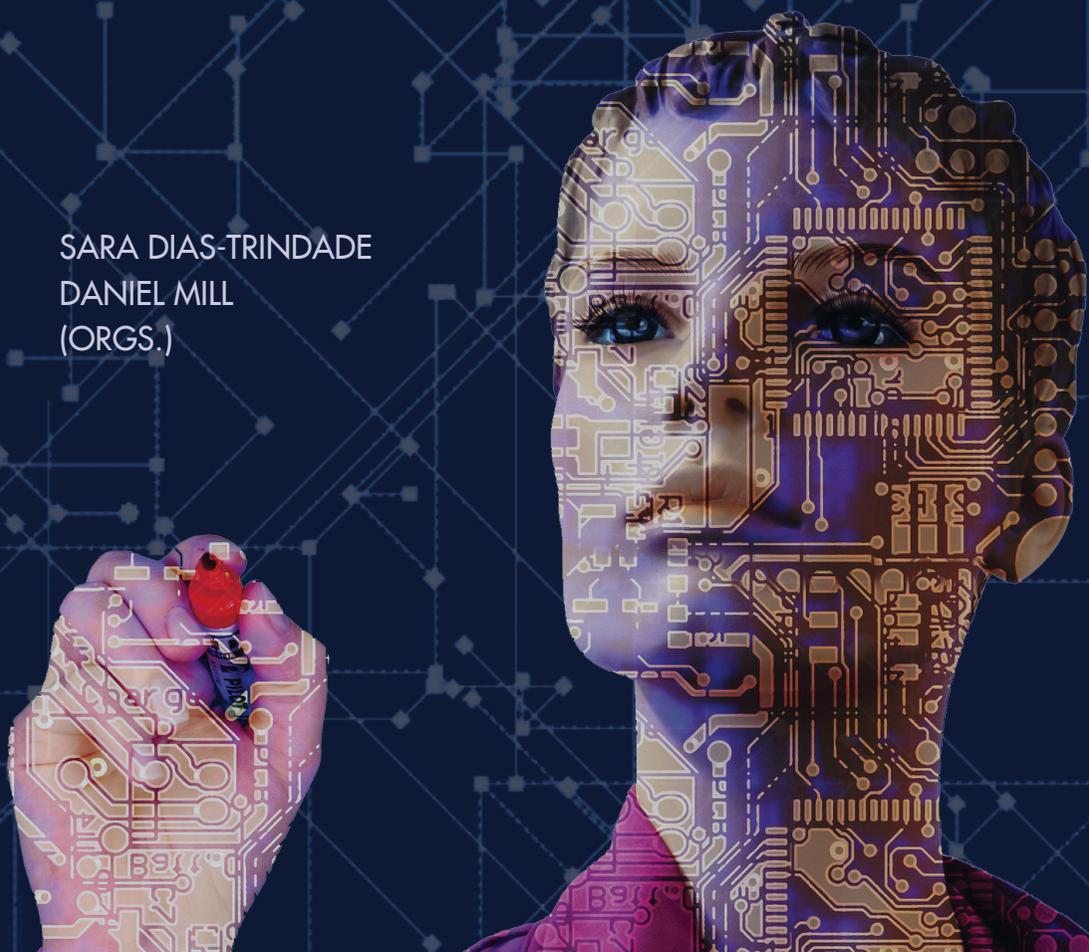


# EDUCAÇÃO E HUMANIDADES DIGITAIS

IMPrensa DA  
UNIVERSIDADE  
DE COIMBRA  
COIMBRA  
UNIVERSITY  
PRESS

APRENDIZAGENS,  
TECNOLOGIAS E  
CIBERCULTURA

SARA DIAS-TRINDADE  
DANIEL MILL  
(ORGS.)



GLAUBER LÚCIO ALVES SANTIAGO

*Universidade Federal de São Carlos*

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5304-7406>

CAMILA DIAS DE OLIVEIRA

*Universidade de São Paulo*

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6887-6194>

**MOVIMENTO MAKER E IOT PARA EDUCAÇÃO  
MUSICAL: POSSIBILIDADES COM IMPRESSÃO 3D,  
SOFTWARE PROCESSING E ARDUINO**

**MAKER MOVEMENT AND IOT FOR MUSIC  
EDUCATION: POSSIBILITIES WITH 3D PRINTING,  
SOFTWARE PROCESSING AND ARDUINO**

**RESUMO:** O capítulo é direcionado para educadores que trabalham com a música de forma específica, mas nada obsta a possibilidade de qualquer professor adaptar aqui as ideias para sua área de atuação. Trata-se de um incentivo ao docente para que adentre no chamado *movimento maker* e considere a *Internet das Coisas (IoT)* entre as possibilidades de criação de estratégias de ensino-aprendizagem. Após apresentar estes conceitos, o texto aborda três grandes tecnologias a serem utilizadas neste contexto, sempre buscando ser o mais acessível possível para o público leigo nestas tecnologias. Então, têm lugar a apresentação sobre a Impressão 3D, a linguagem e IDE *Processing* e o *Arduino*. Em seguida, são apresentadas catorze categorias de ideias de uso para educação musical no contexto do *movimento maker* e da *IoT*. No capítulo, também são indicados caminhos que o professor pode percorrer para empoderar-se destas tecnologias no seu dia a dia profissional.

**Palavras-chave:** Recursos Tecnológicos para o Professor de Música; Educação musical e IoT; Movimento Maker e Ensino Musical; Impressão 3D na Educação; Internet das Coisas e Educação.

**ABSTRACT:** The chapter is directed to educators who work with music in a specific way, but other teachers can also adapt ideas for their area of performance. It is an incentive for the teacher to enter the so-called maker movement and to consider the Internet of Things (IoT) among the possibilities of creating teaching-learning strategies. After presenting these concepts, the text addresses three major technologies to be used in this con-

text, always seeking to be as accessible as possible to the lay public in these technologies. There will be a presentation on 3D Printing, Language and IDE Processing and Arduino. Afterwards, fourteen categories of usable ideas for music education are presented in the context of the maker movement and IoT. Also, it is also presented some ideas for the teachers to go through in order to appropriate these technologies and use them in their day-to-day professional life.

**Keywords:** Technological Resources for the Music Teacher; Music education and IoT; Movement Maker and Music Teaching; 3D printing in Education; Internet of Things and Education.

## Introdução

Ao observar o título deste capítulo, verifica-se uma série de conceitos, tecnologias e ideias que pode passar despercebida para o professor de música e o educador em geral. Porém, são elementos que possuem um alto potencial de utilização por esses profissionais, no contexto atual. O presente texto objetiva contribuir com o trabalho desses educadores com ferramentas, cenários e ideias que podem ser aplicadas na preparação de aulas e mesmo como recursos didáticos a serem realizados pelos próprios estudantes em seu aprendizado musical.

Desde os primórdios do ofício do educador, este tem se valido de tecnologias para auxiliá-lo em sua missão (Bruzzi, 2016). A cada dúvida de um estudante, pode-se imaginar o professor vislumbrando, como um explorador, algum meio para elucidar a questão fomentada. Ou seja, é imanente à sua profissão esse fazer. Sendo assim, é de se esperar que o que chamamos agora de *movimento maker* seja um fértil campo para a proliferação da inventividade do docente.

Em termos gerais, o *movimento maker* é um herdeiro ou desenvolvimento da ideia do *faça você mesmo* ou *DIY (do it yourself)* e tem como princípios: fazer, compartilhar, dividir, dar, aprender, equipar, brincar, participar, apoiar e mudar (Hatch, 2013). Trata-se da possibilidade, subsidiada pelos avanços tecnológicos hodiernos, das pessoas criarem artefatos com facilidade e com baixo custo, viabilizando e fomentando ideias criativas.

Os seguintes avanços tecnológicos alavancaram o *movimento maker*:

- Web 2.0 (Huang, 2009), com possibilidades diversas de troca de informações sobre *como fazer as coisas* oferecidas por pessoas de forma autônoma ao redor do planeta;
- Compras, vendas e distribuição de bens de forma ampla e massificada – globalização 2.0 (Kellner; Share, 2008) – por meio de um sistema de divulgação e venda eletrônica e de correios/transporte mais eficiente;
- Desenvolvimento e difusão de tecnologias de produção de objetos, incluindo desde impressoras 3D, equipamentos de corte a *laser*, até maquinário e ferramental variado;
- Advento de sistemas computacionais mais amigáveis que permitem a usuários com pouco conhecimento de computação realizar procedimentos variados com o uso do computador, incluindo, até mesmo, a própria elaboração de *softwares*;
- Difusão de equipamentos, componentes eletrônicos e sistemas embarcados de manuseio, relativamente, menos complexos ou, ao menos, com mais informações de utilização para público semileigo;
- Proliferação de movimentos voltados para o compartilhamento gratuito de informações como *OpenSource*, *Creative Commons*, *Software Livre*, *Hardware Livre*, *Robótica Livre*, *Sistemas colaborativos*, *Conteúdo aberto*, *Dados abertos*, *Acesso livre* entre outros.

Aliado ao *movimento maker* existe outra ideia que tem alterado em muitos aspectos a vida do cidadão do século XXI: a *Internet das Coisas*, ou *IoT* (*Internet of Things*). O termo foi utilizado pela primeira vez por Kevin Ashton durante uma apresentação, no ano de 1998. O pesquisador mencionou que “The Internet of Things has the potential to change the world, just as the Internet did. Maybe even more so”. A partir desta data, muitas definições para o termo foram apresentadas por pesquisadores e interessados (Tan; Wang, 2010; Vermesan *et al.*, 2009; Gubbi *et al.*, 2013).

Segundo Vermesan *et al.* (2009), *Internet das Coisas* permite que pessoas e coisas sejam conectadas a qualquer momento, em qualquer lugar, com qualquer coisa e qualquer um, idealmente usando qualquer caminho/rede e qualquer serviço. *IoT* agrupa diferentes tecnologias para se projetar, tais como: sensores, semântica, nuvem, modelagem de dados, armazenamento, raciocí-

nio, processamento e tecnologias de comunicação (Perera *et al.*, 2014). Ou seja, é o movimento de considerar a interação entre diversos elementos (sensores e artefatos diversos), espalhados em um ambiente, que trocam dados e informações entre si e com sistemas computacionais na nuvem, na internet.

Contudo, atualmente, muitos dos sistemas chamados de *IoT* não estão conectados à internet e, sim, a intranets (redes privadas). Nesse caso, é possível considerar esses sistemas também como *Internet das Coisas*, visto que estão conectados e fazem parte de uma rede. Do ponto de vista de um educador de ciências humanas, aparentemente, a *IoT* é algo quase a ser desprezado já que vulgarmente o que se vê como grande efervescência neste ramo atual é a automação residencial e de sistemas comerciais. O educador pode pensar: “Qual a importância para a educação de eu entrar em uma sala e uma lâmpada acender sozinha?”. Ou, pior ainda, pode conjecturar: “Essa é apenas mais uma forma de o trabalhador ser vigiado. Até meus passos serão computados para saberem se estou me movimentando pela sala de aula?”. De fato a *IoT* é muito mais do que isso e também é um setor que está em pleno desenvolvimento. Por enquanto, faltam aos professores de música e educadores em geral vestirem a camisa e descobrirem aplicações educacionais para este contexto. É nesse sentido que este texto foi construído. Todavia, faz-se mister a retomada do tema *Internet das Coisas*.

Presser (2012) apresenta um apanhado de diversos pensadores e desenvolvedores da *IoT*. Eles apresentam aplicações e reflexões sobre positivities e negatividades da temática, como nos seguintes setores: iluminação urbana, gestão de resíduos urbanos, planejamento urbano, políticas públicas compartilhadas, prescrição e administração de medicamentos, qualidade de vida de idosos, emergências médicas, patrimoniais e policiais, deslocamento e transporte de pessoas, trânsito, logística, compras, mídia social, medidores inteligentes, automação residencial, gestão de energia, eventos com aglomerações de pessoas, plantações, experimentação e pesquisas.

Harish Viswanathan, entrevistado por Stig Andersen, apresenta sua opinião sobre a *Internet das Coisas* nestes termos:

Para mim, a visão da Internet das Coisas é permitir a comunicação e trocar informações úteis entre e com objetos do cotidiano para melhorar a qualidade de vida das

peças. No fim das contas, trata-se de melhorar a vida das pessoas (Viswanathan apud Presser, 2012, p. 30).

Como é possível notar, existe uma conexão entre o *movimento maker* e a *IoT*, que é a possibilidade de uma pessoa que não seja da área de engenharia eletrônica ou da computação realizar aplicações da *Internet das Coisas* no seu dia a dia profissional.

## **Algumas novidades tecnológicas para o educador musical de hoje**

Esta segunda seção do capítulo objetiva apresentar aos educadores alguns princípios básicos de três novidades tecnológicas envolvidas no *movimento maker* e na *IoT*, que são impressão 3D, a linguagem e IDE Processing e o *hardware* Arduino. Para cada um desses itens serão apresentados um panorama geral, um exemplo de aplicação e possíveis formas de apropriação do conhecimento operacional necessário para ser um fazedor (*maker*) nestes campos.

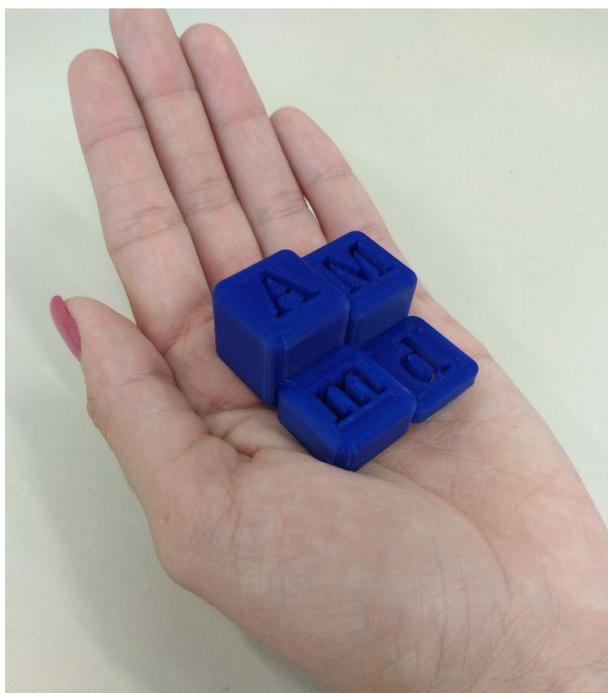
### **a) Impressão 3D**

A impressão 3D utiliza um processo de manufatura aditiva pelo qual os produtos são construídos em uma base, camada a camada, por meio de uma série de cortes transversais (Berman, 2012). 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 de um objeto. Dentre as várias tecnologias possíveis para a construção dos objetos em 3D, uma das mais econômicas e utilizadas são os filamentos de elemento plástico que são derretidos e injetados em uma posição específica na impressora.

Para a utilização da impressão 3D são consideradas duas etapas principais. A primeira é a modelagem, e a segunda é a impressão em si (Campbell *et al.*, 2011). Existem diversos *softwares* de modelagem em 3D, como o *Paint 3D*, *Blender 3D*, *3D Studio Max* (Dias; Junior; Barrére, 2006). Porém, indica-se

para o iniciante um *software online* de modelagem que é o Autodesk® Tinkercad. A ideia principal desse tipo de modelagem é de adição e modificação de formas tridimensionais positivas (que geram conteúdo no mundo físico) e negativas (que não geram ou “destroem” conteúdo do mundo físico).

Indica-se como ilustração de modelagem utilizando o *software* Autodesk® Tinkercad o objeto de aprendizagem musical denominado *Bloco de qualificação de intervalos musicais MmAd*. A Figura 1 apresenta uma imagem do objeto finalizado.



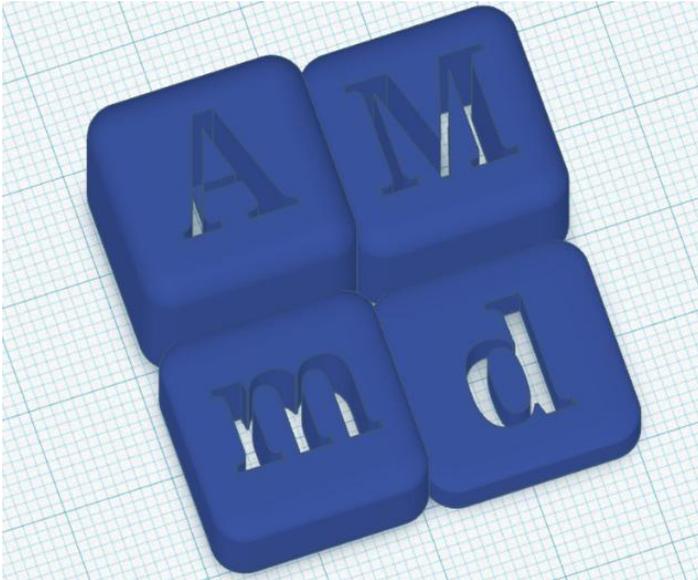
**Figura 1.** Bloco MmAd finalizado na impressora 3D.

Fonte: fotografia de autoria própria.

O princípio de modelagem utilizado, nesse caso, seguiu as seguintes etapas:

- 1) criou-se um cubo de 2cm x2 cm;
- 2) quadruplicou-se esse cubo;
- 3) redimensionaram-se três deles para que o conjunto final ficasse com alturas variando de meio em meio centímetro, entre 0,5 cm e 2 cm.

- 4) posicionou-se cada um dos cubos da forma desejada (em cada cubo foi aplicado um comando para deixar a borda mais suave/arredondada);
- 5) criaram-se letras tridimensionais (M, m, A, d) e indicou-se que elas deveriam ser figuras negativas, ou seja, destruidoras (orifícios);
- 6) por fim, essas letras foram redimensionadas e reposicionadas, de forma a ficarem como indicado na Figura 2.



**Figura 2.** Modelagem do bloco MmAd.

Fonte: fotografia de autoria própria.

Para aprender o básico da modelagem em 3D, indica-se simplesmente a inscrição no site Tinkercad, explorar suas possibilidades e exemplos e imprimir alguns objetos criados. Inicie com objetos simples e pequenos. Haverá uma grande curva de aprendizagem até que seus projetos sejam otimizados.

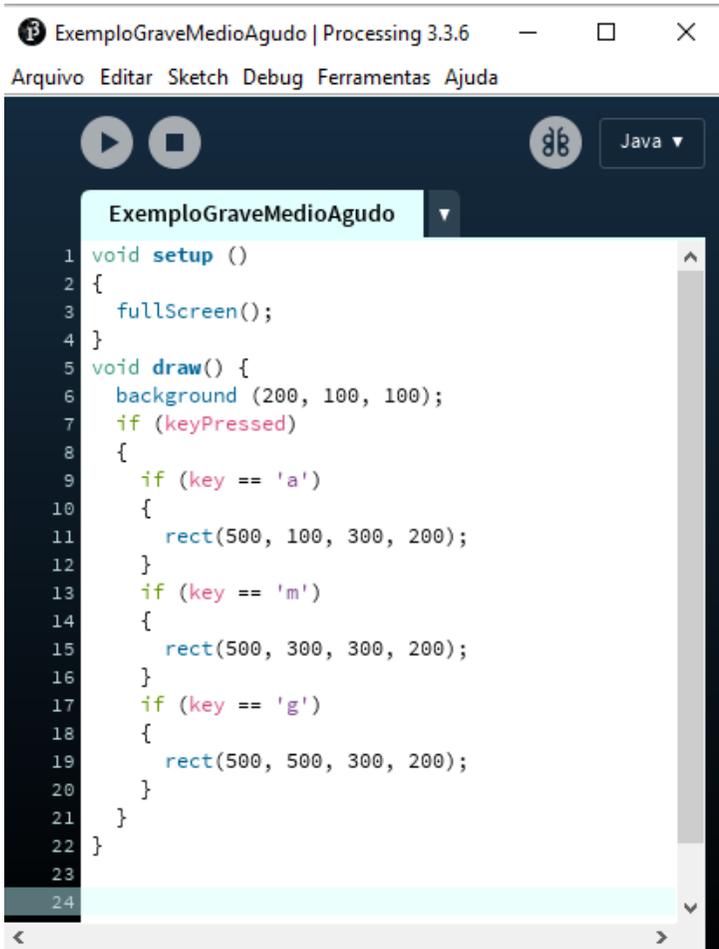
Após a modelagem, o objeto pode ser exportado para ser visualizado no computador ou ser impresso. O exemplo apresentado anteriormente pode ser visualizado e baixado para impressão pelo link: <<https://www.tinkercad.com/things/ll6HP7piHuZ>>.

A impressão dos modelos pode ser realizada na impressora 3D. Atualmente, é possível a aquisição de uma impressora 3D por escolas ou laboratórios. Além disso, existem empresas que imprimem objetos a um custo não muito elevado. Em grandes centros também é comum encontrar os chamados FabLabs, laboratórios padronizados de baixo custo abertos à população que disponibilizam vários equipamentos para os *makers* (Blikstein; Kranich, 2013).

### **b) Processing: linguagem e IDE**

De maneira muito simplificada, os *softwares* (programas) de computadores são desenvolvidos por profissionais denominados programadores de computador. Existem diversas linguagens que esses profissionais podem utilizar em sua missão, sendo chamadas de linguagem de programação (Souza; Júnior; Formiga, 2014). O Processing é uma linguagem de programação elaborada para ser de mais fácil assimilação por profissionais da área artística, além de possuir um grande apego a projetos educacionais. O *software*, que, aliás, é livre, possui um site oficial com diversos tutoriais, exemplos e materiais para possibilitar que pessoas iniciantes em computação possam desenvolver seus projetos e aprender programação. O *software* Processing pode ser baixado diretamente do site. Este *software* de desenvolvimento é chamado de IDE (*Integrated Development Environment*), pois possibilita uma interface de elaboração e testagem dos *softwares* (*sketchs*) produzidos pelo usuário (Banzi, 2011).

Apenas a título de ilustração será apresentado um exemplo bastante simples de um *sketch* feito no Processing. Trata-se de um indicador visual de formas geométricas representando os conceitos musicais de agudo, médio e grave para uma turma de estudantes instrumentistas. Pode ser utilizado para atividades de improvisação coletiva em que o professor, ou um aluno no papel de “mestre”, pressiona, no teclado do computador, as teclas “a”, “m”, ou “g”, e, conforme a tecla, um retângulo é apresentado na parte superior, no centro ou na parte inferior da tela. Os instrumentistas, que observam a tela, devem executar alguma nota na região correspondente. A Figura 3 apresenta o sketch utilizado.



```
1 void setup ()
2 {
3   fullscreen();
4 }
5 void draw() {
6   background (200, 100, 100);
7   if (keyPressed)
8   {
9     if (key == 'a')
10    {
11      rect(500, 100, 300, 200);
12    }
13    if (key == 'm')
14    {
15      rect(500, 300, 300, 200);
16    }
17    if (key == 'g')
18    {
19      rect(500, 500, 300, 200);
20    }
21  }
22 }
23
24
```

**Figura 3.** Sketch para o *software* Grave-Médio-Agudo.  
Fonte: elaboração própria.

Observando-se a Figura 3, tem-se uma visão do IDE Processing com o sketch aberto. Na parte esquerda da figura, verificam-se as linhas do código. Nas linhas de 1 a 4 temos o *void setup*, trecho do código que é executado uma única vez. Nas linhas de 5 a 22 temos o chamado *void draw*. Esta é uma parte do sketch que fica funcionando em loop, indefinidamente. Ou seja, assim que o código chega à linha 22 ele volta para a linha 5, seguindo esta sequência várias vezes. Na linha 3 temos a função *fullscreen ()*. Esta função indica que o *software* que estamos elaborando deve aparecer em toda a tela do computa-

dor. Na linha 6, temos a instrução *background (200, 100, 100)*, que serve para informar ao programa a cor da tela de fundo. Cada número entre parênteses indica, respectivamente, a intensidade das cores primárias (vermelho, verde e azul), sendo 0 (zero) o mínimo, e 255 o máximo.

Nas linhas de 7 a 21, temos o comando *if*. Ou seja, “se” a condição entre parênteses na linha 7 for verdadeira, o comando será executado. Explicando com mais detalhes, se a condição *keyPressed* for verdadeira (se alguma tecla do teclado for pressionada), o programa seguirá para as próximas linhas. Porém, observe que em seguida há mais três *ifs* sucessivos (aninhados). Por exemplo: nas linhas de 9 a 12 temos que “se” (*if*) a tecla “a” for pressionada – *if (keyPressed == 'a')* – ocorrerá o que se segue até a linha 12. Então, na linha 11, vê-se a instrução *rect (500, 100, 300, 200)*. O elemento *rect* indica que deve ser criado um retângulo na tela. Os dois números subsequentes correspondem à localização do canto superior esquerdo do retângulo, no eixo x e y, e os próximos números representam a largura e a altura do retângulo. Os demais *ifs* são semelhantes, a diferença é que servem para o pressionamento das teclas “m” e “g” e fazem o retângulo ser apresentado em outro local da tela.

Por fim, observando-se o código, é possível entendê-lo da seguinte maneira (que é o que se chama de pseudocódigo): assim que o programa é ligado é indicado que a tela toda seja usada; depois, continuamente, ocorre um comando de colorir a tela de fundo com uma cor determinada e há uma verificação se alguma tecla foi pressionada; se a verificação resultar em sim, são realizadas três verificações adicionais – se a tecla pressionada foi a letra “a”, então é apresentado um retângulo mais acima na tela, se foi pressionado o “m”, o retângulo será apresentado no centro, e se “g” foi pressionado, o retângulo aparecerá mais abaixo na tela; na sequência, volta para o loop (repetição), e tudo o que estava na tela será apagado devido ao comando de colorir a tela; e nesse princípio, *ad infinitum*. Para baixar o sketch desse exemplo, acesse o seguinte link: <<https://goo.gl/uX3EW5>>.

Para o educador, indicam-se os seguintes passos que podem auxiliar o seu aprendizado no Processing:

1. Procurar por vídeos no YouTube® que introduzam o *software*.
2. Entrar no site do Processing e estudar todos os tutoriais para iniciantes.

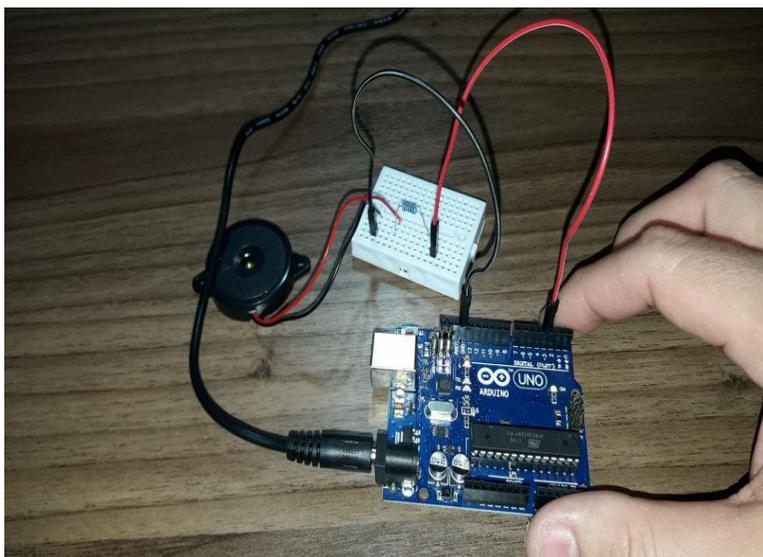
3. Paralelamente, instale o IDE do Processing e realize o exemplo indicado anteriormente.
4. Crie variações deste exemplo, utilizando outras figuras geométricas e também diferentes cores.
5. Continue a pesquisar no site por outros exemplos e tutoriais.

Em pouco tempo você pode conseguir elaborar seus próprios *softwares* para usar com seus estudantes de música.

### c) Arduino

O Arduino é uma placa eletrônica. Em termos simples é um minicomputador no qual, em vez de você ligar monitor, teclado, mouse, impressora etc., você liga fios e componentes eletrônicos. “O Arduino é uma plataforma de computação física de fonte aberta, com base em uma placa simples de entrada/saída (input/output, ou I/O)” (Banzi, 2011, p. 17).

Vide a Figura 4 para visualizar um Arduino do modelo UNO (que é a placa eletrônica de cor azul com seus componentes).

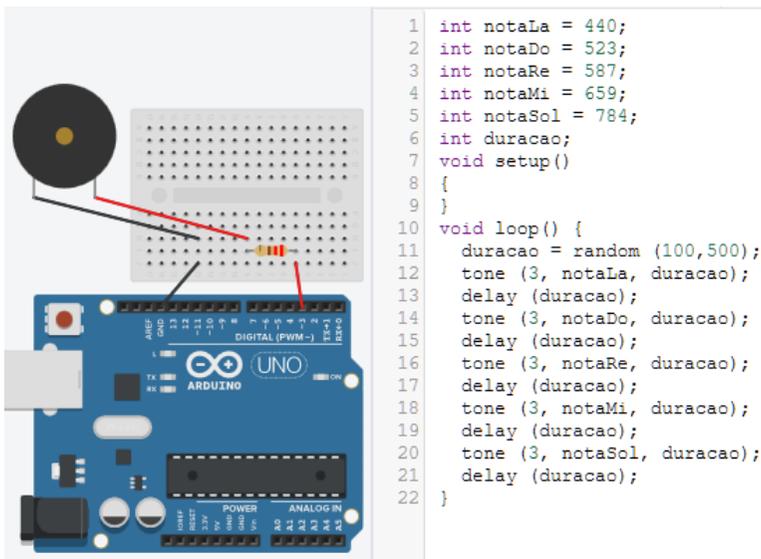


**Figura 4.** Montagem do circuito para o tocador de escala pentatônica menor de lá.  
Fonte: fotografia de autoria própria.

O Arduino, assim como o Processing, tem um IDE e um ambiente de programação (Banzi, 2011). No caso, nesse IDE são elaborados os programas para serem enviados para o Arduino executar. A linguagem utilizada pelo Arduino é similar à utilizada pelo Processing. Aliás, ambas são baseadas na linguagem C++, que é muito difundida na computação. Dessa forma, quase tudo o que você aprender em uma linguagem será importante para a outra.

Será indicado um exemplo de aplicação bem simples com o Arduino para a educação musical: um *tocador de escala pentatônica menor de lá* em que as notas dessa escala são repetidas sequencialmente, mas com uma duração diferente a cada ciclo. Pode ser útil para o educador tratar a questão da duração, da forma musical, entre outras possibilidades.

Após as peças serem adquiridas, o primeiro passo é montar o circuito, conforme foi ilustrado na Figura 4. A Figura 5 apresenta a simulação do circuito e da programação no site Tinkercad. O circuito conta com um piezo (alto-falante de cor preta) que está ligado na *protoboard* (de cor branca). Temos ainda um resistor de 220 ohms (de cor alaranjada) conectado a duas colunas da *protoboard* e, por fim, um Arduino UNO. As ligações elétricas são realizadas conforme indicado na Figura 5, bastando seguir as cores e numerações.



**Figura 5.** Simulação de circuito no Tinkercad – tocador de escala pentatônica menor. Fonte: elaboração própria.

A mesma figura apresenta o código utilizado. Temos 22 linhas. Na linha 1 é indicado que a variável *notaLa* é inteira e vale 440. Assim por diante, temos outras variáveis com nomes de notas musicais e seus valores. Esses valores são frequências em hertz das notas musicais, obtidos em tabelas disponíveis na internet. Na linha 6, temos a variável inteira *duracao*, porém, nenhum valor é atribuído a ela. Entre as linhas 7 e 9 temos o *void setup ()*, que é uma parte do *software* que irá funcionar apenas uma vez, quando o Arduino for ligado. Não há nenhum conteúdo nele neste sketch.

Nas linhas restantes tem-se o *void loop ()*. Ele é uma parte do programa que fica repetindo, indefinidamente. Na linha 11, finalmente, é atribuído um valor para aquela variável que tinha sido criada (*duracao*), porém, o valor é um número aleatório variando entre 100 e 500 (isso devido ao código: = *random (100, 500)*). Ou seja, a cada vez que o loop for executado, um novo valor diferente para *duracao* será atribuído. A linha 12 irá executar a primeira nota. A instrução *tone* diz para o Arduino gerar uma nota musical. Entre parênteses têm-se três atributos para *tone*. O primeiro é a porta do Arduino (3), na qual o alto-falante está ligado (na verdade é o resistor no qual ele está conectado). O segundo (*notaLa*) é a frequência que será reproduzida (que no caso será 440). O último atributo é a duração em milissegundos, que no caso é o valor recém-atribuído à variável *duracao*. A linha 13 apresenta o último comando diferente. Trata-se do *delay*. Aqui o programa irá aguardar uma quantidade específica de milissegundos para prosseguir. No caso, esse delay terá a duração da variável *duracao*. A mesma lógica aplica-se às demais linhas. Para entender melhor e verificar a simulação deste circuito e *software*, acesse o link: <<https://www.tinkercad.com/things/9hX8KSeYvwD>>.

Para o educador indicam-se os seguintes passos que podem auxiliar o seu aprendizado no Arduino:

1. Procurar por vídeos no YouTube® que introduzam o Arduino (*hardware* e *software*).
2. Criar uma conta no Tinkercad e explorar os recursos disponibilizados. Usando as simulações é possível ao docente se tornar um hábil fazedor com Arduino, mesmo sem nunca haver segurado o *hardware* nas mãos.

3. Porém, só ficar na simulação não é algo tão inspirador quanto sentir a placa em suas mãos. Então, adquira um Arduino UNO, uma *proto-board*, alguns conectores e componentes. Assista a vídeos na internet para saber melhor o que adquirir.
4. Depois instale o IDE do Arduino pelo site oficial e inicie suas primeiras montagens físicas.

Este é um caminho que não tem fim, porém, desde os primeiros passos você já vê resultados e poderá, com criatividade, desenvolver aplicações interessantes para suas aulas de música.

### **Ideias de uso para educação musical no contexto do movimento maker e da IoT**

Considerando os aspectos abordados anteriormente, esta seção apresenta algumas propostas que o educador pode vislumbrar como possibilidade de aplicação em seu labor, bem como alguns caminhos que ele pode percorrer para conseguir seus intentos.

#### **a) Criação de objetos físicos representando conceitos musicais**

**Descrição:** muitos aspectos musicais e sonoros podem ser representados de maneira visual e tátil, tridimensionalmente, por exemplo, uma escala diatônica maior pode ser representada por uma escada na qual alguns degraus estão mais próximos, conforme o intervalo entre cada grau; figuras musicais de notas e de pausas podem ser representadas por blocos de largura proporcional às durações; virtualmente, tudo o que normalmente é feito em 2D pode ter uma versão em 3D para tornar mais significativa a ilustração, embora se deva considerar que a cor ainda é um obstáculo para as impressoras 3D mais simples.

**Caminhos a percorrer:** para a realização dessas ideias, indica-se que o professor faça um esboço prévio em papel e depois passe para a modelagem em 3D em algum site (ou aplicativo) como o Tinkercad. Depois exporte seu objeto para ser impresso em impressora 3D.

## b) Jogos musicais envolvendo sensores táteis

**Descrição:** dentre outros, pode-se imaginar os jogos musicais indicados a seguir.

- i) Tapete inteligente: Exemplo de funcionamento – o aluno posiciona-se em pé ao lado do tapete, o sistema emite um sinal sonoro e apresenta o símbolo correspondente ao som; caso o símbolo e o som sejam correlatos, o aluno deve subir no tapete; caso haja um equívoco por parte do jogador, é emitido um sinal de alerta.
- ii) Jogo dos compassos: Exemplo de funcionamento – o estudante deverá montar as peças correspondentes às figuras musicais em um compasso; quando o jogador montar as figuras corretamente, o seu som é emitido de acordo com a rítmica montada.
- iii) Jogo da memória musical: como o jogo eletrônico *Genius (Simon)*, porém, apenas sonoro.
- iv) Jogo de peças: emitem notas musicais que são intercambiáveis como um quebra cabeças. Ao estudante, cabe tentar montar a sequência correta de peças conforme a melodia dada.

**Caminhos a percorrer:** antes de firmar sua ideia, o professor deve iniciar com parcimônia, escolhendo um tipo simples de sensor, que exija pouco conhecimento de computação ou de eletrônica para ser utilizado. Podem ser simplesmente botões, que ao serem pressionados emitem um sinal sonoro. A ideia é que o educador possa explicar mais possibilidades. Com o tempo (conhecimento do projetista), esses jogos podem até mesmo ser integrados à internet e gerar informações reutilizáveis sobre o rendimento dos estudantes (na ideia de *IoT*). Ao estar apto para o seu primeiro projeto, o educador pode fazer um esboço de sua ideia em papel. Em seguida, deve entrar em algum site de simulação, como o Tinkercad, e montar o seu circuito eletrônico, a programação do *software* do microcontrolador (Arduino) e também fazer a modelagem em 3D das peças plásticas que, eventualmente, seu projeto tenha. Fora isso, o projeto pode conter elementos de artesanato em geral e marcenaria, conhecimentos estes que o projetista pode obter em vídeos sobre DIY

(*do it yourself*) na internet. Por fim, são necessários a aquisição das peças eletrônicas envolvidas, a impressão das peças modeladas, a montagem geral e testes ou adaptações finais de *software* e *hardware*.

### c) Espaços arquitetônicos musicais personalizados para cada usuário

**Descrição:** imagine-se em uma escola de música na qual os estudantes passam em frente a um bebedouro, e, ao passar, é emitido um acorde diferente, um intervalo, uma escala. Imagine que esses alunos possam ser informados sobre o que foi aleatoriamente apresentado musicalmente. Esse é apenas um breve exemplo da possibilidade de “sonorizar”, de forma inteligente, os espaços arquitetônicos (salas de aula, escolas, parques etc.). E, com o uso de recursos da *IoT*, pode-se inclusive personalizar a experiência de cada aluno.

**Caminhos a percorrer:** assim como na proposta anterior, o professor deve considerar seus conhecimentos de eletrônica e computação para realizar um projeto factível. Obviamente, é possível contar com a colaboração de outros profissionais especialistas em outras áreas, se necessário, mas o enfoque que se deseja fornecer aqui é que o próprio docente se empodere de todo o processo. O projetista deve anotar em um papel suas ideias de que locais e quais elementos musicais ele deseja explorar. Depois, deve realizar simulações por meio de sites como o Tinkercad, em que irá montar os circuitos eletrônicos e a programação. Além disso, deve adquirir os componentes eletrônicos (pela internet ou em lojas especializadas), e a construção terá lugar. Após realizar ajustes e testes na programação, o dispositivo deve ser posto no local desejado, para a divulgação de sua utilização entre os estudantes.

### d) Medidores de desempenho

**Descrição:** uma das grandes aplicações da *IoT* está relacionada com os medidores de desempenho. Principalmente quando se trabalha com um grande número de alunos, ter mecanismos que auxiliem o professor de música a identificar desvios de um padrão é algo bastante útil. Por exemplo, poderia se colocar sensores de movimento em um xilofone orff e anotar (por meio da computação em nuvem) quais notas cada estudante executou e em

qual momento. Considerando todos os dados dos estudantes, pode-se identificar qual dos estudantes está executando notas fora do tempo em relação aos outros. Este é apenas um exemplo simples. Inúmeras possibilidades podem ser realizadas, mas isso só será possível com mais conhecimento de computação e eletrônica por parte do projetista.

***Caminhos a percorrer:*** a realização deste exemplo é algo bastante semelhante ao que foi indicado no item anterior. Adicionalmente, apenas se indica que o projetista deve estudar sobre sensores de movimento, sobre o uso de wi-fi e bluetooth no Arduino e sobre programação no Processing. Este é um projeto mais complexo, mas que se bem planejado pode ser bem-sucedido por um professor de música.

#### **e) Registradores de estudo**

***Descrição:*** no estudo musical a constante é um fator preponderante. Se houver algum sistema para facilmente registrar se o estudante está praticando um instrumento, isso pode ser um recurso muito importante para o seu controle de horas de estudo e também para o professor ter uma noção mais precisa sobre o que ocorre com o estudante de instrumento fora da sala de aula de música. Esta proposta seria uma versão *IoT* do diário de estudos do aluno. Um sensor de som pode ser acoplado ao instrumento, e a informação pode ser transmitida para um aplicativo do smartphone que registre, automaticamente, a utilização do instrumento. Os dados podem ser acessados pelo estudante, pelos pais e pelo docente.

***Caminhos a percorrer:*** as indicações para esta aplicação são semelhantes às anteriores.

#### **f) Instrumentos musicais eletrônicos artesanais**

***Descrição:*** a luteria eletrônica e digital, até alguns anos atrás, era algo bastante distante do professor de música leigo nestes temas. Com o *movimento maker* é possível ao docente se aventurar mais tranquilamente por estes percursos. Os seguintes instrumentos são sugeridos: teclado de caixas, teclado de frutas ou de latas, simulador eletrônico de teremim, “clarineta” sem ser de sopro, controladores MIDI.

***Caminhos a percorrer:*** para a realização de instrumentos simples, é necessário pouco conhecimento de eletrônica, Arduino e computação. Porém, obviamente, não existe limite para a complexidade que estes projetos podem ter. O ideal para o novato é elaborar um teclado monofônico simples. Muitos exemplos já prontos podem ser encontrados na internet, o que facilita o entendimento para o professor. No site Tinkercad o projetista pode experimentar colocando botões, cada um acionando uma nota musical. Neste processo, muitos conceitos musicais relacionados à acústica podem ser explorados, também pelo professor. Ou seja, o próprio processo de construção de instrumentos pode proporcionar possibilidades didáticas musicais variadas. Depois da parte eletrônica, o mesmo site (Tinkercad) pode ser utilizado para a elaboração da modelagem em 3D da parte física do instrumento. Após a aquisição das peças e montagem do projeto, a programação deve ser ajustada.

#### **g) Instrumentos musicais acústicos**

***Descrição:*** segundo Santos e Kater (2017), o uso de instrumentos musicais não convencionais da educação musical é muito importante e permite a realização de jogos, experimentação, improvisação em variadas formações. Com uma impressora 3D é possível a construção completa de vários instrumentos acústicos, incluindo flautas, pios, clavas, *woodblocks*. Além disso, permite a construção de partes de instrumentos como tambores, clarinetas, saxofones.

***Caminhos a percorrer:*** a modelagem de alguns deles é bastante simples, e outros possuem até exemplos já prontos para serem impressos em 3D. A dica é novamente o site Tinkercad. Para instrumentos mais complexos, indica-se procurar na internet por projetos já prontos que podem ser adaptados conforme as ideias do professor. O principal aspecto a ser comentado neste tópico é que a construção destes instrumentos mais complexos requer paciência e muito retrabalho para garantir a vedação e a afinação necessária.

#### **h) Instrumentos musicais interativos entre si**

***Descrição:*** uma forma diferente de fazer música pode ser explorada pelo educador musical com o uso de instrumentos musicais que interajam entre

si. Por exemplo: “tambores” eletrônicos que só permitam que um estudante reproduza o som após o colega executar alguma célula rítmica específica. Isso poderia ser expandido para algum elemento musical qualquer a ser explorado. De qualquer forma, o conceito do fazer musical colaborativo pode ser explorado de forma criativa pelo docente.

***Caminhos a percorrer:*** indica-se que o docente explore tudo o que foi falado sobre os instrumentos eletrônicos artesanais. Além disso, indica-se que ele estude um pouco sobre programação computacional para poder articular melhor suas ideias com o que é possível ele fazer como programador amador. O projetista também terá que aprender mais sobre os recursos de *IoT* utilizados para a comunicação entre os vários instrumentos.

#### **i) Oficinas faça você mesmo (DIY musicais)**

***Descrição:*** durante toda a sua jornada dentro do *movimento maker*, o professor verá que sua curva de aprendizado foi bastante interessante, mesmo em termos de conhecimentos musicais. Incentivar os alunos a realizar projetos dentro do *movimento maker* não deve ser prerrogativa apenas de professores de robótica ou ciências exatas, o professor de música pode propor oficinas para seus estudantes desenvolverem conceitos relacionados tanto com as tecnologias musicais quando com a música em si.

***Caminhos a percorrer:*** o primeiro passo é o docente apropriar-se, ao menos em parte, da capacidade de elaborar projetos desta natureza, de forma autônoma. Pode ser que peça algum auxílio de outros docentes colegas para esta introdução na robótica. Depois que tiver experimentado alguma das tecnologias, pode convidar os estudantes a participarem, propondo projetos musicais dentro da metodologia ABP (Aprendizagem Baseada em Projetos) (Bender, 2015). Então, não será mais apenas o professor que elaborará os projetos sugeridos neste capítulo, e, sim, um grupo com estudantes de docentes diversos.

#### **j) Softwares visuais para apresentar conceitos musicais**

***Descrição:*** o uso de *softwares* na educação musical não é nada novo, porém, com o *movimento maker*, pode-se convidar o professor de música a

programar um *software* para gerar efeitos visuais e ilustrar conceitos musicais aos seus estudantes. Por exemplo, por meio do pressionamento de teclas no teclado QWERTY do computador, são apresentadas figuras geométricas em tamanhos variados para representar conceitos de altura, intensidade, duração, articulação e até mesmo timbre. Podem-se utilizar diferentes montagens de linhas na tela de um computador para ilustrar texturas musicais diversas, ou cores para representar contrastes harmônicos, entre outros.

***Caminhos a percorrer:*** o primeiro passo neste percurso, que é um dos mais simples entre estas propostas apresentadas, é o professor assistir a vídeos introdutórios sobre o Processing e, paralelamente a isso, instalar o IDE Processing e começar a elaborar um *software* bem simples. Por exemplo: ao se pressionar a tecla *g* (de “grave”), um quadrado na parte de baixo da tela é apresentado, e ao se pressionar a tecla *m* (de “médio”), um quadrado na parte central da tela é apresentado, e, no caso da tecla *a* (de “agudo”), um quadrado na parte superior da tela tem seu lugar. Depois, é só apresentar aos estudantes e obter o *feedback* deles sobre este primeiro projeto.

### **k) Softwares para interação entre o mundo físico e o digital**

***Descrição:*** utilizando-se o Arduino e o Processing é possível uma boa quantidade de aplicações envolvendo interação entre o mundo físico e o digital. São exemplos: (i) caixa de controle, na qual o professor de música manipula botões e estes modificam informações ou imagens na tela de um computador, com o intuito de o estudante executar algum aspecto musical indicado nesta tela; (ii) robô (ou braço mecânico) controlado pelo computador de forma que o estudante de música escolhe algum aspecto que é mostrado, fisicamente, pelo dispositivo.

***Caminhos a percorrer:*** não é tão difícil o docente realizar projetos simples nesta vertente. Basta estudar um pouco de Arduino que já conseguirá controlar o servomotor para executar movimentos diversos no mundo físico. E, com um pouco mais de estudo, poderá controlar este motor por meio do computador. No site Tinkercad, já é possível, inclusive, visualizar alguns exemplos prontos de motores controlados pelo Arduino. Com poucas peças, é possível montar um sistema destes.

## **1) Objetos, mecanismos e sistemas envolvendo aplicações específicas de acessibilidade**

**Descrição:** cada uma das ideias apresentadas anteriormente deve considerar questões de acessibilidade. É possível e importante a realização de projetos relacionados à inclusão de pessoas com deficiência. Uma das características do *movimento maker* é possibilitar a existência de produtos altamente personalizados. Neste panorama, propõe-se aqui que o professor de música conceba objetos, mecanismos e sistemas envolvendo aplicações específicas de acessibilidade de seus estudantes com algum tipo de limitação. Por exemplo, um estudante com baixa visão ou DV (deficiência visual) pode beneficiar-se de uma partitura musical em alto-relevo; um estudante cego-surdo pode participar mais ativamente de atividades musicais, por meio de motores e solenoides que lhe fornecem informações táteis sobre o pulso musical; recursos visuais no *software* Processing podem agregar valor ao estudo musical por parte de surdos; alunos com deficiências motoras podem ser beneficiados com objetos e recursos que o possibilitem executar de forma alternativa instrumentos musicais convencionais, além de ser possível conceber instrumentos musicais especificamente para cada aluno em questão.

**Caminhos a percorrer:** a primeira coisa a fazer ao se trabalhar com acessibilidade é buscar informações sobre esta área de conhecimento. Depois, devem-se analisar, caso a caso, as necessidades específicas de cada estudante e traçar um plano de ação que envolva o próprio aluno. Ele não pode ficar à margem desta iniciativa do docente. Por fim, deve-se considerar uma curva de aprendizagem na qual o docente torne este movimento algo gratificante para ele mesmo e se aprimore como educador continuamente.

## **Considerações sobre a aprendizagem destes recursos por parte do educador**

Neste capítulo, o professor de música foi convidado a sair de sua zona de conforto e estudar um pouco de eletrônica, computação, modelagem 3D, *IoT* e *movimento maker*. Do ponto de vista educacional e social, essa apropriação é

fundamental para que o educador musical não se torne refém das ideias e possibilidades de profissionais que não possuem a música como escopo principal de seu interesse. Seria ingênuo falar que o percurso é simples, mas também é incorreto dizer que é inócuo. Com paciência, organização e dedicação o docente pode ir assistindo a aulas na internet, lendo livros, participando de processos de formação e, principalmente, iniciando a elaboração de projetos simples.

As ideias contidas na terceira parte deste capítulo visam incentivar a criatividade do professor de música. Cabem a ele desenvolvê-las e adaptá-las às suas competências como integrante do *movimento maker*. Assim que um primeiro professor iniciar, outros o acompanharão e poderão retroalimentar a iniciativa, tornando a construção destes recursos parte do dia a dia do educador musical. Conforme Presser (2012), um aspecto fundamental da *IoT* é a de ser um campo de pesquisa. Neste sentido, cada experimento e projeto realizado pelo educador pode ser tratado de forma a fomentar a geração de novos conhecimentos científicos.

## Referências bibliográficas

- BANZI, M. – *Primeiros Passos com o Arduino*. São Paulo: Novatec Editora, 2011. ISBN 978-85-7522-435-9 .
- BENDER, W. N. – *Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI*. São Paulo: Penso Editora, 2015. ISBN 9788584290017.
- BERMAN, B. – 3-D printing: The new industrial revolution. *Business Horizons*. ISSN 0007-6813. 55:2 (2012) 155-162.
- BLIKSTEIN, P.; KRANNICH, D. – The *makers'* movement and FabLabs in education: experiences, technologies, and research. In INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERACTION DESIGN AND CHILDREN, 12, Nova Iorque, 2013 – *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children*. Nova Iorque: ACM, 2013. ISBN 978-1-4503-1918-8. p. 613-616.
- BRUZZI, D. G. – Uso da tecnologia na educação, da história à realidade atual. *Polyphonia* [Em linha]. 17:1 (2016) 475-483. [Consult. 12 Maio 2018]. Disponível em WWW: <URL: <https://www.revistas.ufg.br/sv/article/viewFile/42325/21309>>. ISSN 2238-8850.

- CAMPBELL, T. [et al.] – Could 3D Printing Change the World? Technologies, Potential, and Implications of Additive Manufacturing. *Atlantic Council*. Out. 2011. s.p..
- DIAS, A. L.; JUNIOR, G. C. O.; BERRÉRE, E. – Interface para Softwares de Instanciação de Objetos 3D. In SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MULTIMÍDIA E WEB-WEBMEDIA, 11, Poços de Caldas, 2006 – *Anais do XI Simpósio Brasileiro de Multimídia e Web-WebMedia*. Poços de Caldas, 2006.
- GUBBI, J. [et al.] – Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future generation computer systems*. ISSN 0167-739X. 29:7 (2013) 1645-1660.
- HATCH, M. – *The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers*. Nova Iorque: McGrawHill Education, 2013. 213 p. ISBN 978-0071821124 .
- HUANG, K.-Y. – Web 2.0 and Beyond: Understanding the New Online Business Models, Trends, and Technologies. *Journal of Applied Management and Entrepreneurship*. Sheffield. ISSN 1077-1158. 14:4 (2009) 83-85.
- KELLNER, D.; SHARE, J. – Educação para a leitura crítica da mídia, democracia radical e a reconstrução da educação. *Educação & Sociedade*. ISSN 0101-7330. 29:104 (2008) 687-715. Editorial Centro de Estudos Educação e Sociedade.
- PERERA, C. [et al.] – Context aware computing for the internet of things: A survey. *IEEE communications surveys & tutorials*. ISSN 1553-877X. 16:1 (2014) 414-454.
- PRESSER, M. (Ed.) – *Inspirando a internet das coisas*. São Paulo: Fórum de Competitividade de IoT, 2012. 62 p.
- SANTOS, R. M. S.; KATER, C. – O projeto “a música da gente: entrevista com Carlos Kater”. *Revista FAEEBA*. Salvador. ISSN 2358-0194 . 26:48 (2017) 151-166.
- SOUZA, B.; JÚNIOR, J.; FORMIGA, A. A. – *Introdução à Programação* [Em linha]. João Pessoa: Editora da UFPB, 2014. [Consult. 12 Maio 2018]. Disponível em WWW: <URL: [http://biblioteca.virtual.ufpb.br/files/introducao\\_a\\_programacao\\_1463150047.pdf](http://biblioteca.virtual.ufpb.br/files/introducao_a_programacao_1463150047.pdf)>.
- TAN, L.; WANG, N. – Future internet: The internet of things. In INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED COMPUTER THEORY AND ENGINEERING (ICACTE), 3, Chengdu, 2010 – *Proceedings of the 3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering*, vol. 5. Chengdu: ICACTE, 2010. p. 376-380.
- VERMESAN, O. [et al.] – *Internet of things strategic research roadmap*. The Cluster of European Research Projects, Tech. Rep., September 2009.