

## **CiberTRIBOrgue: experiências ciborgues apoiando a educação musical**

**Thiago Marcondes Santos<sup>1</sup>, Mariano Pimentel<sup>1</sup>, Edméa Oliveira dos Santos<sup>2</sup>,  
Denise Filippo<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> PPGI-Programa de Pós-Graduação em Informática – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) Av. Pasteur 458, Térreo, Urca, 22290-240, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>2</sup> PPGEDUC- Programa de Pós-Graduação em Educação – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) BR-465 – Seropédica, RJ, Brasil.

<sup>3</sup> ESDI/UERJ – Escola Superior de Desenho Industrial - Universidade Estadual Do Rio de Janeiro - R. do Passeio, 80 – Centro, 20031-040 Rio de Janeiro - RJ, Brasil.

thiagomarcondes@hotmail.com, pimentel@unriotec.br,  
edmeabaiana@gmail.com, prof.denise.filippo@gmail.com

**Abstract.** *Abstract. On the research summarized here a computer artifact based on the Internet of Things to support musical education, the CiberTRIBOrgue, was designed and built. The epistemological and methodological approach is a combination of the Design Science Research method and Training-Research. An investigation was made of the use of the artifact by 22 sixth grade students in a private school in Rio de Janeiro. As a result of the analysis of the generated data, three subsuming ideas were obtained which are theorizations about the findings: individual and collective transient cyborg experiences; the reconfiguration of the relationship between the bodies of the learning subjects with cyber culture digital sound instruments; and the concept of Teacher-Researcher-Designer-Maker.*

**Resumo.** *Nesta pesquisa, um artefato computacional baseado em Internet das Coisas foi projetado e construído para apoiar a educação musical, o CiberTRIBOrgue. A abordagem epistêmico-metodológica desta pesquisa é a Design Science Research bricolada com a Pesquisa Formação. Foi investigado empiricamente o uso do artefato por 22 estudantes do 6º ano em uma escola particular do Rio de Janeiro. A partir da interpretação dos dados produzidos, foram obtidas três noções subsunçoras, que são teorizações sobre os achados: experiências ciborgues transientes individuais e coletivas; reconfiguração das relações corporais dos sujeitos aprendentes com os instrumentos sonoros digitais da cibercultura; e o conceito de Professor-Pesquisador-Designer-Maker.*

## 1. Introdução

Em seus primórdios, a internet possibilitava a comunicação entre seres humanos, que era mediada por pesados e espaçosos computadores e extensas estruturas de cabos. Os desenvolvimentos ocorridos nas últimas décadas nas redes wi-fi, nos protocolos de comunicação e na Computação Ubíqua (Weiser, 1991) possibilitaram novos tipos de artefatos e novas formas de comunicação entre seres humanos; entre seres humanos e “coisas” com computação embarcada; e até entre essas “coisas” sem necessidade do agenciamento humano (Ashton, 2009). A Internet das Coisas (IoT) nos apresenta novas formas de comunicação e aplicação em diferentes áreas da sociedade (ITU, 2012). Nas escolas, o uso dos celulares e as interações entre os estudantes e professores mediadas pelo digital em rede reafirmam a importância de se estudar a cibercultura e seus fenômenos, de maneira a encontrar meios para oferecer aos estudantes experiências educacionais significativas e que se coadunam às condições sócio-técnicas contemporâneas com as quais esses estudantes já estão imersos desde o seu nascimento.

O termo ciborgue foi primeiramente usado por Clynes e Kline (1960) para se referir à junção entre um componente cibernético (no caso, uma máquina na forma de uma bomba de insulina) acoplado a um organismo (um rato). O conceito clássico de ciborgue se expandiu com outros pensadores como Santaella (2007), que trouxe o conceito de Neo-Humanos para explicar as alterações nas relações entre seres humanos e tecnologias que já não permitem pensar o humano do iluminismo. Lemos (2022, 2007) adiciona os Neticiborgues nesse espectro de possibilidades, que são fruto da conexão de pessoas em rede pela internet, o que amplia as suas capacidades comunicacionais e criativas no ciberespaço. Nesta tese, o termo ciborgue assume o significado de hibridização entre seres humanos e tecnologias computacionais, como objetos inteligentes conectados na web.

O objetivo desta pesquisa, que envolve a IoT aplicada à Educação, é compreender como fazer-pensar a educação musical em nosso tempo. Deste objetivo, derivamos a questão principal de pesquisa: **Como fazer-pensar a educação musical em tempos de cibercultura?** Essa é a questão que eu<sup>1</sup>, primeiro autor deste artigo, busquei responder ao longo dos últimos 10 anos de minha carreira como professor-pesquisador de Música e de Informática na Educação. Essa questão abrange muitos elementos e, para respondê-la a contento, elaboramos questões mais específicas:

### **O que, especificamente, queremos investigar desses “tempos de cibercultura”?**

A questão de pesquisa leva a uma análise do espírito de nosso tempo (*zeitgeist*) para compreender as condições sócio-técnicas da contemporaneidade e seus desdobramentos nas relações entre os sujeitos quando eles fazem uso da ubiquidade e da mobilidade na troca de informações em diferentes modalidades de comunicação pelo digital em rede (Santos, 2009).

### **Quais são as novas potencialidades do ensino de música em tempos de cibercultura?**

Essa segunda questão incita a duas buscas: 1- Buscar o estado da arte da educação musical na cibercultura; 2 - Buscar, em referências teóricas sobre a educação musical,

---

<sup>1</sup> Neste texto, empregamos a 1ª pessoa do plural para indicar as ações e reflexões de todos os pesquisadores envolvidos, e a 1ª pessoa do singular para indicar as ações realizadas especificamente pelo primeiro e principal autor, que atuou como pesquisador-professor em sala de aula investigando, criando, agindo e refletindo sobre as práticas didáticas com seus alunos.

autores que pensaram/pensam formas de ensino-aprendizagem de música adequadas para fazer-pensar a educação musical no tempo presente. A aprendizagem colaborativa (Vygotsky), a diminuição das barreiras técnicas na produção musical (Orff), o uso do corpo para a expressão musical (Dalcroze, 1921), a escuta atenta e as paisagens sonoras (Schafer, 1992) e o aspecto criativo da experiência musical (Swanwick, Paynter) inspiraram a construção do artefato investigado nesta tese.

### **O que se tornam/são os sujeitos aprendentes-praticantes culturais da educação musical quando fazem uso de Computação Ubíqua e Internet das Coisas?**

Os sujeitos praticantes da cibercultura, ao utilizarem objetos inteligentes conectados em rede, se tornam ciborgues. É preciso compreender-investigar como as subjetividades são afetadas pela hibridização do ser humano com os elementos computacionais, investigando os efeitos das tecnologias na constituição do humano-aprendente.

### **Como investigar o fazer-pensar a educação musical em tempos de cibercultura?**

Partindo dos posicionamentos teóricos e epistêmico-metodológicos decorrentes das questões anteriores, é possível enfrentar a busca por resposta ao meu dilema de pesquisa enquanto professor de Música e de Informática na Educação, agora já especificando mais a questão principal: **Como fazer-pensar a educação musical com apoio da IoT?**

Essa questão está relacionada com o problema de pesquisa inserido no contexto da Educação Básica: as barreiras técnicas na execução sonora dificultam o letramento musical dos estudantes e podem favorecer o isolamento de estudantes durante seu processo de aprendizagem musical. Para buscar solucionar esse problema, desenvolvemos um artefato computacional composto de *hardware*, *software* e objetos do cotidiano escolar que se conectam a um *site*, e atividades educacionais musicais. O design do artefato e das atividades educacionais foi direcionado pelas referências de nosso quadro teórico sobre a educação musical.

Para diminuir as barreiras técnicas da produção sonora, esse artefato deve ser um instrumento musical fácil de gerar sons por meio de toques dos estudantes em pontos de acionamento espalhados pela superfície do artefato. Esse requisito demandou o uso da computação ubíqua, com sensores de fechamento de circuito, e o uso de um *site*, para gerenciar e tocar os sons após o acionamento dos sensores.

Para produzir sons com o uso do corpo e seus gestos, o artefato não deve restringir os movimentos dos estudantes pelo ambiente da sala de aula. Assim optamos por criar diferentes configurações (instâncias) que assumem formas de objetos do cotidiano escolar conhecidos pelos estudantes (corrimão, mesa, tapetes e quadro), ao invés de usar a forma de um instrumento musical tradicional e que pode restringir movimentos corporais e criar maiores demandas posturais de seus usuários, como é o caso de um violão.

Para incentivar a colaboração entre estudantes o artefato deve provocar o encontro dos estudantes ao se tocarem para produzir sons, e também permitir que os estudantes possam olhar e perceber como os outros estudantes operam o artefato. A escolha do Arduino como sensor para acionar sons no *site* atende muito bem essa demanda, pois os corpos dos estudantes e o artefato são os meios para o fechamento do circuito e ativação dos sensores.

As atividades educacionais foram projetadas com o intuito de investigar os usos que os estudantes faziam do artefato, desenvolver uma escuta ativa, e exercitar sua autoria com a criação musical, por meio de gravações de áudios e trilhas sonoras, e seu compartilhamento no ciberespaço e no ambiente da sala de aula.

## **2. Estado da arte da computação e IoT na educação musical.**

Em 2020, realizamos uma busca por trabalhos que investigassem o uso da IoT na educação musical nas bases de periódicos da Capes e nas bases internacionais Scopus, Science Direct, ACM e IEEE Explore, mas nenhuma pesquisa sobre essa temática foi encontrada. Kassab e colaboradores (2019) realizaram um mapeamento sistemático sobre usos de tecnologias de IoT na educação (não especificamente na educação musical). Ao analisar os dados levantados pelos autores, identificamos que a educação musical não era uma área onde haviam sido feitas investigações sobre o apoio de tecnologias da IoT até o ano de 2020.

Realizamos um mapeamento sistemático de pedidos de patentes na área de educação musical e tecnologias da internet (Apêndice IV da Tese). Foram obtidos um total de 295 resultados utilizando o Patentscope, que é a base de documentos de patentes da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI). O período de buscas foi entre 2010 e 2020. Ao analisar os estudos retornados, 79 documentos de patentes apresentaram correlação com o tema do mapeamento e passaram pelos critérios de inclusão e perguntas de qualidade, sendo que apenas 4 apresentavam tecnologias de IoT apoiando a educação musical, porém sem especificar o artefato e com poucas informações disponíveis.

Em 2023, realizamos um mapeamento da literatura sobre IoT e a Educação Musical. Foi utilizado o termo de busca (Educação Musical) AND (Internet das Coisas), mas nenhum trabalho foi achado. Tal fato demonstra que, ao menos no Brasil, o tema de educação musical apoiada pela Internet das Coisas é uma área carente de investigações. Modificando o termo de busca para o inglês, (Music Education) AND (Internet of things), e foram obtidos 17 trabalhos, todos sendo de autores chineses. Após a leitura dos artigos, identificamos que, nos últimos anos, a China tem promovido políticas públicas e diretrizes de pesquisas na área da Educação Musical, principalmente nas universidades. Além disso, foi possível constatar que, a partir de 2021, trabalhos sobre IoT apoiando a Educação Musical começam a surgir.

Ao analisar os trabalhos retornados no mapeamento, percebeu-se 3 categorias principais de apoio à educação com as tecnologias de Internet das Coisas: *avaliação comparativa*, como o trabalho de Yu (2023) onde o sistema avalia por meio de imagens a postura do estudante ao tocar um piano juntamente das notas tocadas em comparação a um gabarito; *ensino de instrumentos musicais tradicionais*, como na pesquisa de Zhang (2022), que desenvolve um sistema que apoia o desenvolvimento de técnicas de violino; e *gerenciamento de recursos online*, como a pesquisa de Yang (2022), que desenvolveu um sistema de recomendação de informações sobre música ocidental para os estudantes de uma classe baseado em análise de dados coletados por sensores na sala de aula. Nenhum desses 17 trabalhos retornados tratou de práticas criativas ou de composições musicais com apoio da IoT.

Posteriormente ao mapeamento realizado, foi publicado um trabalho de IoT apoiando a educação musical (Hasan, 2023), em que o autor criou uma plataforma de IoT

onde sensores são usados para capturar nuances técnicas na execução de instrumentos de arco e prática vocal para dar *feedbacks* sobre a qualidade técnica do executante. Esse trabalho é classificado na categoria *avaliações comparativas* e também em *ensino de instrumentos tradicionais*. Como os trabalhos mencionados anteriormente, Hasan também não se propõe a apresentar novas formas de se criar sons com instrumentos sonoros inseridos no contexto da computação ubíqua ou de abordar aspectos de criação e composição musical.

Diante desse quadro, percebe-se a relevância, a originalidade e o pioneirismo do artefato criado e investigado nesta pesquisa junto às atividades educacionais feitas com os estudantes.

### 3. Artefato CiberTRIBOrgue

Nesta pesquisa, desenvolvemos o artefato que nomeamos de CiberTRIBOrgue. Esse artefato é composto de objetos do cotidiano escolar — tapetes, mesa, quadro e corrimão — nos quais foram acoplados um *hardware* controlado por *software*, tornando-os “coisas” da Internet das Coisas. O *hardware* é composto por fios que ligam os objetos a uma placa Arduino Leonardo (MAKEKEY MAKEKEY, 2023) que, por sua vez, está ligada a um *smartphone* (Figura1). Esta placa foi escolhida porque possibilita uma configuração do artefato em que o simples contato de um estudante no corpo de outro estudante fecha um contato elétrico que dispara uma ação de gerar um som (por exemplo, quando um estudante bate sua palma na mão do outro estudante). O *software* é composto do programa na placa Arduino e de um *site* desenvolvido nesta pesquisa, que denominamos Colaborasom (<https://colaborasom.com>).

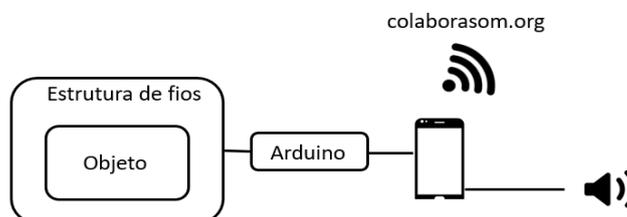
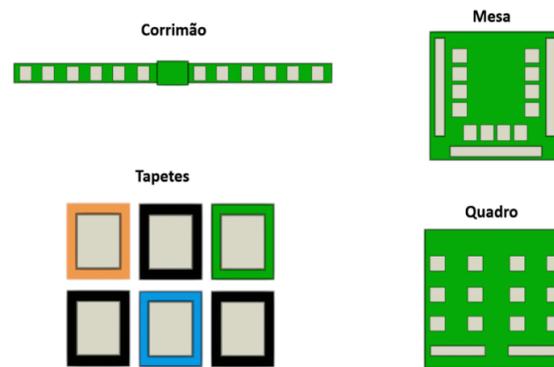


Figura 1. Esquema do CiberTRIBOrgue

O conjunto *hardware*-objeto é responsável por detectar as interações dos estudantes com o objeto e com os demais estudantes e, por meio de uma conexão dos *smartphones* à internet, disparar ações no *site* Colaborasom. Assim, para cada ação do estudante, o site responde enviando um som pré-configurado para um alto-falante que está na sala de aula.

Foram desenvolvidas 4 instâncias de objetos - *tapetes*, *corrimão*, *mesa* e *quadro* - que, dependendo das interações dos estudantes com eles, reproduzem na sala de aula determinados sons previamente configurados no site [colaborasom.com](https://colaborasom.com) (Figura 2).



**Figura 2. Instâncias de objetos do CyberTRIBOrgue**

Todas as instâncias do artefato tiveram seu projeto orientado para possibilitar resolver o problema de pesquisa, privilegiando a facilidade de se produzir sons com o uso dos movimentos corporais e da colaboração entre estudantes utilizando objetos do cotidiano escolar.

#### 4. Metodologia

A abordagem epistêmico-metodológica desta pesquisa é Design Science Research (DSR) (Pimentel *et al.*, 2020; Hevner; Chatterjee, 2010) bricolada à Pesquisa-Formação (Santos, 2019). Em DSR, um problema num dado contexto é um ponto de partida para se projetar um artefato que altera a realidade sociotécnica e provoca o surgimento de comportamentos que emergem da interação entre o artefato, seus usuários e o ambiente (Havner; Chatterjee, 2010). Uma pesquisa em DSR tem duplo objetivo: desenvolver um artefato para solucionar um problema em contexto; e dar contribuições teóricas à base de conhecimentos científicos sobre os comportamentos dos usuários do artefato. Como afirmam Vaishnavi e Kuechler (2019), em uma pesquisa em DSR, os “*artefatos projetados devem ser analisados em relação à sua performance e ao seu uso como possíveis explicações para mudanças (que possam trazer melhorias) no comportamento de sistemas, pessoas ou organizações*”.

Na Pesquisa Formação, o pesquisador, que está em formação contínua, investiga em sua prática docente um **dilema** que enfrenta em seu caminho de formação. Tal dilema se apresenta no ambiente da sala de aula e faz despertar **questões de estudo**. O estudo deve se basear em um quadro teórico e também na experiência e em conhecimentos multireferenciais que possibilitem lidar e refletir sobre as diferentes situações que emergem no cotidiano escolar. Para possibilitar tais investigações, **dispositivos**, compostos por artefatos e atividades pedagógicas, são usados. Intencionamos investigar um dilema e também teorizar sobre os fenômenos que surgem no processo educacional. Os achados teóricos emergem na forma das **noções subsunçoras**, que são derivadas das compreensões provenientes das interpretações dos dados produzidos na interface composta pela sala de aula e pelo ciberespaço. Optamos pela abordagem Pesquisa-Formação para *fazer-pensar* (Alves, 2001, p.13) esta pesquisa porque sou professor de música e, no ambiente da sala de aula onde atuo, estão acontecendo os fenômenos que desejo compreender por meio de pesquisa científica. Nessa abordagem, investigo minha própria prática, realizo a pesquisa enquanto formo meus alunos, e nesse movimento também me formo como pesquisador da informática na educação. A Pesquisa-Formação contempla a possibilidade da mudança das práticas, bem como dos sujeitos em formação

(Santos, 2019, p.104). O detalhamento de uma Pesquisa-Formação está na figura 20 da tese.

Nesta pesquisa qualitativa, com um posicionamento interpretativo-projetivista, eu e os estudantes produzimos dados no ambiente físico da sala de aula e no ambiente virtual do *site* Colaborasom.com. O detalhamento metodológico desta pesquisa está na figura 19 da tese.

A investigação dos usos do artefato pelos estudantes ocorreu em oficinas pedagógicas onde três atividades educacionais musicais foram realizadas. Foram projetadas quatro instâncias do CiberTRIBOrgue para serem usadas na oficina pedagógica que, por sua vez, tinha 3 atividades educacionais musicais. A oficina teve início em agosto de 2022 com uma turma de 6º ano do ensino fundamental com 22 estudantes e prosseguiu até abril de 2023. No total foram feitas 8 aulas de 45 minutos com os estudantes, sendo que essas aulas foram espalhadas ao longo do período da pesquisa de maneira a não interferir no cotidiano e nas demandas escolares.

A produção de dados ocorreu por meio de gravações de vídeos das atividades, mensagens de *chat* trocadas pelos estudantes no *site*, gravações de áudios das composições musicais dos estudantes armazenadas no servidor do *site*, entrevistas com os estudantes, questionário e o diário de pesquisa do autor. Essa pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética em pesquisa da UNIRIO com o parecer de número 5.076.236.

Além de investigar a resolução do problema de pesquisa pelo uso do artefato desenvolvido, também investigamos se os estudantes aceitam o artefato. Para essa investigação, com base no modelo de aceitação de tecnologia UTAUT2, destacamos os constructos que eram mais condizentes com o contexto desta pesquisa: expectativa de performance, expectativa de esforço, motivação hedônica e intenção de uso. Utilizamos tais constructos para investigamos a aceitação do artefato pelos estudantes.

Nesta pesquisa, também projetamos atividades didáticas para usar os artefatos. Tais atividades foram baseadas em requisitos provenientes do interesse de investigação do problema de pesquisa e estavam alinhadas com a Base Nacional Curricular Comum (Brasil, 2018) para o componente Música.

**Atividade 1 - Composição musical:** Todas as 4 instâncias do artefato foram usadas nessa primeira atividade. Os estudantes acionaram livremente os sons do artefato e combinaram seus sons em uma composição/criação musical ([tapetes](#), [mesa](#), [corrimão](#) e [quadro](#)).

**Atividade 2 - Imitação musical:** Os estudantes se posicionaram na frente do corrimão em [duplas](#) e posteriormente em [quartetos](#). Enquanto um grupo deveria produzir sequências rítmicas, o outro grupo deveria escutar e reproduzir as sequências. Em seguida, as ações de cada grupo eram invertidas.

**Atividade 3 – Criação de trilhas sonoras:** Essa atividade teve por objetivo usar os artefatos para criar trilhas sonoras para três vídeos sem sons. Os estudantes deveriam criar a partir da combinação de paisagens sonoras (com sons concretos como sons de ondas, ventos, trovoadas, trânsito etc) e com sequências rítmicas, melódicas e harmônicas (com sons musicais). Os estudantes trabalharam em trios para escolher um vídeo entre os três disponibilizados. Usaram seus celulares conectados ao *site* para endereçar os sons que desejavam para cada ponto de acionamento da mesa ([escolhendo sons para a trilha](#)) e criaram estratégias de combinação audiovisual. O resultado de suas trilhas era

armazenado no *site* e os estudantes, após a etapa criativa, puderam apreciar o resultado de seu trabalho e tecer críticas ao que foi produzido ([apreciando suas trilhas](#)).

## 5. Resultados

As observações do uso do artefato e os dados obtidos sobre a aceitação do artefato pelos estudantes indicam que, em relação ao constructo *Expectativa de Performance*, os estudantes conseguiram performar como desejavam, produziram sons e música com o encadeamento desses sons. Fizeram isso coletivamente em termos da estruturação dos sons e de forma individual e coletivamente (dependendo da instância do artefato) acionando os sons que desejavam estruturar. Em uma das perguntas do questionário sobre o que eles mais gostaram das atividades realizadas com as instâncias do artefato, um estudante respondeu que foi poder “*Criar músicas*”. Um outro estudante afirmou que as atividades foram “*Muito legais e extrovertidos para ter um tempo livre e de aprendizado*” — a novidade na forma de acionar sons e construir música deu a impressão de que ele nem estava em aula, ou estava em outro tipo de espaço de aprendizagem.

Em relação ao constructo *Expectativa de esforço*, pode ser observado, logo nas primeiras interações dos estudantes com todas as quatro instâncias do artefato, que era fácil produzir os sons. Nas respostas do questionário, 35,3% acharam muito fácil produzir sons no artefato, 29,4% fácil e 35,3% nem difícil nem fácil. Com essas respostas e o que foi observado em sala de aula, concluímos que não houve dificuldades na operação dos artefatos pelos estudantes.

Quanto ao constructo *Motivação Hedônica*, as instâncias do artefato parecem ter agradado aos estudantes. Nenhum estudante achou as atividades com o artefato desagradável. A maioria achou agradável (61,1 %) ou muito agradável (33,3%). Apenas 1 estudante (5,6%) disse ser indiferente em relação às atividades com o artefato serem agradáveis ou desagradáveis. Vários estudantes teceram comentários que nos levaram a concluir que eles realmente gostaram do artefato e das atividades realizadas: “*São muito diferentes e são bem legais pois não são que nem os instrumentos tradicionais e são bem agradáveis*”; “*Eu gostei da diversidade e da diferença dos instrumentos normais*”; “*Eu gostei da forma que eles funcionam*”; “*É uma atividade diferente das outras aulas*”; “*Eu gostei de absolutamente tudo.*”

Algumas falas dos participantes também corroboram com a percepção do divertimento nas experiências das atividades em sala: “*achei algo revolucionário e bem divertido*”; “*Eles são bem legais e divertidos*”; “*É muito divertido usar eles nas aulas.*” Quando questionados sobre os artefatos que usaram, a surpresa com a novidade foi a coisa mais comentada: “*acho todos legais e incomuns*”; “*Muito legal e diferente*”; “*eu achei todos muito interessantes*”. No questionário, a maioria dos participantes declarou ter gostado de todas as instâncias. Quatro estudantes (22% do total entrevistado) acharam que os tapetes foram a instância do artefato que gostaram mais de usar: “*os tapetes foram os mais legais porque a gente fazia vários movimentos, os outros foram legais mas não tão legais que nem o tapete*”; “*Tapete, pois pode escolher pulando no som que você quer*”. Os dados produzidos pelos estudantes levam a concluir que a *Motivação Hedônica* é uma característica marcante do artefato.

Os dados também indicaram que os estudantes têm *Intenção de Uso* do artefato, sendo que 88,9% dos participantes mostraram interesse em usar o artefato em outras atividades musicais. Esse resultado se alinha com as conclusões relacionadas aos demais

constructos investigados — *Expectativa de Esforço, Expectativa de Performance e Motivação Hedônica*. Concluímos que, para os estudantes desta pesquisa, o artefato se mostrou aceitável porque conseguiu apoiar a realização das ações pedagógicas musicais, foi fácil, agradável e divertido de usar, e eles gostariam de continuar utilizando o artefato em outras aulas de música.

Além de investigarmos a aceitação do artefato, buscamos também responder às questões de pesquisa:

### **O que, especificamente, queremos investigar desses “tempos de cibercultura?”**

Investigamos as relações dos estudantes e os usos de seus corpos, a colaboração e as possibilidades criativas de composição musical e trilhas sonoras com o apoio de um artefato inserido na Internet das Coisas.

### **Quais são as novas potencialidades do ensino de música em tempos de cibercultura?**

Como resultado da investigação, concluímos que é possível produzir e aprender música em um novo tipo de instrumento sonoro digital e em rede. Diferentes gestos e usos de seus corpos acionaram sons a serviço da música de uma forma em que seus movimentos não eram restringidos pelas demandas técnicas de se empunhar um instrumento musical tradicional que requer determinadas posturas que, em muitos casos, não são naturais ou confortáveis para o instrumentista. Movimentos de raspagem de mãos sobre superfícies de objetos ([video](#)), pular ou caminhar pelo ambiente da sala ([video](#)), bater palmas com o colega à sua frente ([video](#)) e até se transformar em um roqueiro ao interagir com um quadro preso à parede ([video](#)), assumem outras significações para os estudantes em seu processo criativo musical. O corpo deixa de ter que se moldar a um violão, flauta etc., e passa a usar gestos conhecidos de seus praticantes na construção do discurso musical. Outro aspecto que resultou da investigação é que o conjunto de linguagens possíveis no ciberespaço (sons, imagens, vídeos, textos) apresenta variadas possibilidades de expressão musical no processo criativo dos estudantes, bem como uma imersão em uma realidade sociotécnica onde eles se sentem confortáveis e podem exercer sua autoria de forma ativa e potente.

### **O que se tornam os sujeitos aprendentes-praticantes culturais da educação musical quando fazem uso de computação ubíqua e internet das coisas?**

Da hibridização de seres humanos e tecnologias digitais em rede espalhadas na forma de objetos do cotidiano escolar conectados à internet, observamos o surgimento de diferentes experiências ciborgues. Ciborgues emergiram na sala de aula quando um estudante caminhava por tapetes conectados a um *site* e produzia sons com outros estudantes que estavam a 2 metros de distância usando instrumentos sonoros tradicionais. Alguns desses ciborgues, ao mudar de posição no ambiente da sala de aula, deixavam de portar suas capacidades estendidas de produção sonora digital em rede e assumiam diferentes papéis no discurso musical ao utilizar um pandeiro ou reco-reco. A colaboração na produção sonora faz emergir um tipo de ciborgue coletivo. Reconfigurações e plasticidade caracterizam os fluxos de experiências e de potencialidades expressivas comunicacionais e estéticas que esses estudantes criaram. Autorias presentes em invenções posturais e gestuais entre os estudantes mostraram que, além de usarem um novo tipo de instrumento sonoro digital em rede, os estudantes ressignificaram os usos que fazem de um instrumento conhecido por eles desde que nasceram, o próprio corpo, em formas outras de relação consigo e com os outros corpos e objetos presentes no mesmo ambiente. Esses

estudantes aprenderam música construindo seus discursos musicais e aprenderam sobre seus corpos e suas interações.

### **Como investigar o fazer-pensar a educação musical em tempos de cibercultura?**

Nesta pesquisa não se assumiu um posicionamento positivista que separa o pesquisador de seus sujeitos e objetos de pesquisa. São as percepções derivadas dessa imersão com todos os sentidos na sala de aula e das ações dos estudantes que nos fazem refletir e buscar ações outras para compreender melhor os complexos fenômenos que brotam das interações possíveis na sala de aula. Fazer e pensar se retroalimentam em um ciclo que molda as práticas cotidianas com os estudantes. O caminho metodológico criado, bricolando Design Science Research com Pesquisa-Formação, possibilitou estruturar o desenvolvimento e a investigação do CiberTRIBOrgue no cotidiano da sala de aula.

Por fim, uma nova questão emergiu: **como percebo a mim mesmo ao final desse percurso?** Tornei-me um **professor-pesquisador** na medida em que busco investigar, analisar e reconstruir minha prática docente, que aposta na curiosidade epistemológica como força motriz das ações na/para a educação: não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino (Freire, 2022). Tornei-me um **professor-designer** de experiências de aprendizagem (Martins, 2016) na medida em que, para ir além das limitações ou problemas percebidos por mim em minha experiência docente, preciso projetar e articular ideias que possam ser testadas no cotidiano escolar. Tornei-me um **professor-maker** porque crio artefatos para apoiar a tecedura de conhecimentos, não me contento mais em apenas ser um consumidor passivo que não imprime sua autoria aos artefatos e dispositivos de sua docência e pesquisa.

## **6. Conclusão**

Esta pesquisa apresentou, por meio de uma bricolagem entre a Design Science Research e a Pesquisa Formação, o artefato CiberTRIBOrgue, criado e investigado para aulas de música no ambiente da sala de aula e no ciberespaço. O CiberTRIBOrgue é a nossa contribuição técnica. O artefato apoia a aprendizagem colaborativa e está inserido na realidade sociotécnica dos estudantes ao conectar objetos do cotidiano com a internet. Como contribuições teóricas, apresentamos as noções subsunçoras de experiências ciborgues transientes individuais e coletivas; reconfiguração das relações corporais dos sujeitos aprendentes com os instrumentos sonoros digitais da cibercultura; e o conceito de Professor-Pesquisador-Designer-Maker. A relevância deste trabalho está no artefato original desenvolvido para apoiar as aulas de música na Educação Básica trazendo aos estudantes possibilidades de experiências musicais criativas com ênfase nos movimentos corporais e na colaboração entre participantes com tecnologias da Internet das Coisas.

Como limitações deste trabalho, reconhecemos o fato de termos investigado o uso do artefato em uma única turma de um segmento escolar da Educação Básica específico; uma proposta de trabalho futuro é investigar o artefato em turmas de diferentes segmentos da Educação Básica e também em cursos de licenciatura para a formação de professores de Música. Outra limitação está no fato de as instâncias do artefato terem sido investigadas em sala de aula e não terem sido realizadas investigações quando elas estão dispersas em diferentes localidades; em trabalhos futuros, podemos entregar instâncias a diferentes estudantes para que as usem em casa conectando-se ao *site*, o que possibilitará investigar o uso remoto de instâncias ciborgues por diferentes usuários.

## Referências

- ALVES, Nilda. Decifrando o pergaminho: o cotidiano das escolas nas lógicas das redes cotidianas. Pesquisa no/do cotidiano das escolas: sobre redes de saberes. Rio de Janeiro: DP&A, p. 13-38, 2001.
- ASHTON., K. (2009) That Internet of things thing <https://www.rfidjournal.com/that-internet-of-things-thing> Acesso em: 12/06/2020.
- BRASIL (2018) Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.
- CLYNES, Manfred E.; KLINE, Nathan S. Cyborgs and Space, in *Astronautics* (September 1960),
- DALCROZE, E.J. (1921) *Rhythm music and Education*. G.P.Putnam's Sons New York.
- FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, v. 19897, 2022.
- HASAN, Ferdous. *Pervasive Computing in Music Education: Creating an IoT-Connected Interactive Music Learning and Practice Platform*, 2023.
- HEVNER, Alan, and Samir Chatterjee. "Design science research in information systems." *Design research in information systems*. Springer, Boston, MA, 2010. 9-22.
- ITU – Overview of the Internet of things. ITU-T Y.4000/Y.2060 (06/2012), International Telecommunication Union, junho de 2012. Disponível em: <<https://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=y.2060>>. Acesso em: 30 aug 2021.
- LEMONS, André - Bodynet e netcyborgs. *Novas tecnologias e sociabilidade na cultura contemporânea*. disponibilizado em <http://www.facom.ufba.br/pesq/cyber/lemons/intro.html>, arquivo capturado em, 15/01/22.
- LI, Qian; LIU, Heng; ZHAO, Xiaoming. IoT Networks-Aided Perception Vocal Music Singing Learning System and Piano Teaching with Edge Computing. *Mobile Information Systems*, v. 2023, n. 1, p. 2074890, 2023.
- MAKEKEY MAKEKEY (2023) <http://www.makeymakey.com/> último acesso em 20/06/2023.
- MARTINS, Bianca. *O professor-designer de Experiências de aprendizagem: Tecendo uma epistemologia para a inserção do Design na Escola*. 2016. 2016. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Design)–Departamento de Artes e Design-Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, PUC-Rio, Rio de Janeiro, Brasil.
- PAYNTER, John; ASTON, Peter. *Sound and silence: Classroom projects in creative music*. (No Title), 1970.
- PIMENTEL, Mariano; FILIPPO, Denise; DOS SANTOS, Thiago Marcondes. Design Science Research: pesquisa científica atrelada ao design de artefatos. *RE@ D-Revista de Educação a Distância e eLearning*, v. 3, n. 1, p. 37-61, 2020.
- SANTAELLA, Lúcia. Pós-humano: por quê?. *Revista USP*, n. 74, p. 126-137, 2007.
- SANTOS, Edméa. *Pesquisa-formação na cibercultura*. Teresina: EDUFPI, 2019.

- SANTOS, Edméa. Educação online para além da EAD: um fenômeno da cibercultura. In: Actas do X Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia. Braga: Universidade do Minho. 2009. p. 5658-5671.
- SCHAFER, R. Murray. O ouvido pensante. Unesp, 1992.
- SWANWICK, Keith; TILLMAN, June. The sequence of musical development: a study of children's composition. *British journal of music education*, v. 3, n. 3, p. 305-339, 1986.
- Weiser, M. (1991) The computer for the twenty-first century. *Scientific American*, 65(3):94-104.
- VENKATESH, V., THONG, J Y. L., XU, XIN. (2012) “Consumer acceptance and use of information technology: extending the unified theory of acceptance and use of technology”. *MIS Quarterly* Vol. 36 No. 1 pp. 157-178/March 2012.
- VYGOTSKY, L. (1989) *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes.
- YANG, Zongye. Data analysis and personalized recommendation of western music history information using deep learning under Internet of Things. *PloS one*, v. 17, n. 1, p. e0262697, 2022.
- YU, Jianan. Automatic evaluation system for piano performance based on the internet of things technology under the background of artificial intelligence. *Mathematical Problems in Engineering*, v. 2021, n. 1, p. 8501960, 2021.
- ZHANG, Yifeng. Violin teaching improvement strategy in the context of intelligent internet of things. *Mathematical Problems in Engineering*, v. 2022, n. 1, p. 3627113, 2022.