

Orchidea

Os meta-instrumentos da Orquestra de Ideias¹

Flávio Luiz Schiavoni² e Paulo Gabriel Nunes Cançado³

Departamento de Computação

Universidade Federal de São João del-Rei | Brasil

Resumo: A prática musical coletiva por meio de dispositivos computacionais ocorre em grupos de música contemporânea, orquestras de computadores portáteis e também das orquestras de telefones celulares. Tais grupos musicais envolvem tecnologia e criação musical no desenvolvimento de seus meta-instrumentos e também na concepção de suas peças musicais. Este artigo apresenta a criação da Orchidea, uma orquestra de ideias, e a criação de dois conjuntos de instrumentos musicais digitais utilizando para isto duas abordagens tecnológicas distintas. Na primeira abordagem, utilizamos a plataforma Android e a API libpd para a criação de instrumentos musicais digitais enquanto que na segunda abordagem utilizamos HTML5 e javascript. O artigo avalia como as duas abordagens podem auxiliar a prática musical colaborativa utilizando computadores portáteis e celulares como instrumentos musicais. Estas abordagens são avaliadas de acordo com critérios que envolvem tanto a criação dos instrumentos quando a sua execução em grupo.

Palavras-chave: Orchidea, Orquestras de computadores portáteis, Instrumentos Musicais Digitais,

¹ *Orchidea: the meta-instruments of Orquestra de Ideias*. Submetido em: 15/08/2018. Aprovado em: 30/09/2018.

² Professor Adjunto da Universidade Federal de São João del-Rei no Departamento de Computação atua como docente efetivo no Programa de Pós Graduação em Ciência da Computação (PPGCC) e no Programa Interdepartamental de Pós-Graduação Interdisciplinar em Artes, Urbanidades e Sustentabilidade (PIPAUS) desta mesma instituição onde coordena o ALICE (Arts Lab in Interface, Computers, and Else), o Grupo de Estudos em Arte Digital Colaborativa e a Orchidea (Orchestra of Ideas). Possui graduação em Ciência da Computação pela Universidade Estadual de Maringá (1999), especialização em Desenvolvimento para WEB pela Universidade Estadual de Maringá (2004), mestrado em Ciência da Computação pela Universidade Estadual de Maringá (2007) e doutorado em Ciências da Computação pela Universidade de São Paulo na Área de Computação Musical (2013). E-mail: fls@ufsj.edu.br

³ Graduando em Ciência da Computação pela Universidade Federal de São João del-Rei pesquisa atualmente processos criativos colaborativos pelo laboratório ALICE (Arts Lab in Interface, Computers, and Else). E-mail: paulo.g.cancado@yahoo.com.br

Música Colaborativa.

Abstract: The collective musical practice by the means of computing devices is happens in contemporary music ensembles, Laptop Orchestras and also celular / mobile orchestras. These musical groups involve technology and musical creation in the development of their digital musical instruments and also in the design of their musical pieces. This article presents the creation of Orchidea, an orchestra of ideas, and the creation of two sets of Digital Musical instruments using two different technological approaches. In the first approach, we used the Android platform and the libpd API for creating digital instruments while in the second approach we use HTML5 and javascript. The article evaluates the two approaches and how these technologies can aid the collaborative musical practice using portable and computers as musical instruments. These approaches are evaluated according to criteria that involve both the creation of the instruments and their execution in groups.

Keywords: Orchidea, Laptop Orchestra, Digital Musical Instruments, Collaborative Music.

* * *

A prática musical em conjunto por meio de dispositivos computacionais tem ocorrido com uma certa popularidade por grupos de música contemporânea (Ensembles), orquestras de computadores portáteis (“Laptop Orchestra” - LOrc) (TRUEMAN, 2007) e orquestras de celulares. Estes grupos têm permitido o desenvolvimento de projetos de pesquisa que transitam na fronteira interdisciplinar entre arte, computação, engenharia e música e permite a prática musical e a criação coletiva. Parte da pesquisa que envolve estes grupos está no desenvolvimento de novos instrumentos musicais digitais e com isto utilizar o computador como meta-instrumento musical (LAUBIER, 1998).

Com a evolução da tecnologia móvel, os aparelhos celulares e “smartphones” se tornaram computadores portáteis presentes na vida cotidiana de muitas pessoas. O objetivo inicial destes dispositivos era a comunicação entre pessoas sendo limitada a uma comunicação de voz e depois por meio de mensagens de texto. Hoje os celulares seguem cumprindo o papel de dispositivo voltado para a comunicação ultrapassando a simples comunicação de voz e permitindo a comunicação por outras mídias como textos, fotos, documentos e vídeos. A expansão de tais limites comunicacionais foi possível graças à evolução da capacidade dos dispositivos principalmente no que tange a conectividade, a capacidade de processamento, a possibilidade de manipulação de materiais multimídia e sua capacidade de armazenamento. Além disto, estes dispositivos estão agregando diversos sensores como

acelerômetro, magnetômetro, câmeras, telas sensíveis a toque e outros, o que amplia a sua possibilidade de interação e de interface com o usuário.

Com a evolução dos dispositivos móveis surgiu a possibilidade de implementação de aplicativos que transformam dispositivos móveis em instrumentos musicais ubíquos permitindo, por meio desta convergência, o surgimento da área de pesquisa chamada Música Ubíqua (ou Ubiquitous Music - Ubimus) (KELLER et al., 2014).

Diante deste cenário, este trabalho apresenta duas propostas de instrumentos musicais digitais que estão sendo utilizados no processo de criação da Orchidea (“Orchestra of ideas”) um grupo que pretende promover a práticas musicais interativas utilizando, para isto, dispositivos móveis.

1. Práticas musicais digitais coletivas

A incorporação dos computadores ao ambiente musical ocorreu somente após a quarta geração de computadores, marcada pelos microprocessadores e computadores pessoais devido ao barateamento dos componentes do mesmo. Isso possibilitou que os computadores pessoais fossem amplamente difundidos no mundo, inclusive no domínio da música. O surgimento da capacidade computacional para a criação musical na segunda metade do século XX (MATHEWS, 1963) despertou o interesse para a criação de música colaborativa que utiliza redes de computadores para o intercâmbio de informações entre músicos. A música, como prática social, humana e cultural costuma ser uma atividade coletiva e a incorporação dos computadores para práticas musicais não alterou este cenário.

No contexto da criação musical apoiada por computadores utilizando redes para a troca de material musical, surge em 1978 o grupo musical “The League of Automatic Music Composers”. Formada pelos músicos John Bischoff, Jim Horton, Tim Perkis, Paul DeMarinis, Rich Gold e David Behrman, este grupo foi um dos precursores na incorporação de computadores pessoais e circuitos eletrônicos na música, sendo considerada a primeira banda / coletivo de música computacional em grupo tendo atuado na Baía de São Francisco e difundido esse novo método de criação musical.

Posteriormente, iniciou-se principalmente no meio acadêmico a criação de orquestras de Laptop (LOrc). Uma das primeiras orquestras de computadores foi criada em 2005 por Perry Cook e Dan Trueman na Universidade de Princeton, utilizando um conjunto de quinze meta-instrumentos baseados em computadores portáteis. Esta orquestra, conhecida como “Princeton Laptop Orchestra” ou simplesmente PLOrk (TRUEMAN, 2007), foi criada com o intuito de explorar o papel da tecnologia na música colaborativa além de suplantando as dificuldades intrínsecas do emparelhamento de laptops.

Na PLOrk, cada meta-instrumento é composto por um laptop conectado a um conjunto de alto-falantes organizados de maneira hemisférica multicanal, podendo-se utilizar diversos periféricos para

controlar a expressão musical (TRUEMAN, 2007). Os instrumentos são posicionados em um padrão específico de acordo com o papel dentro da composição e a flexibilidade de criação e montagem é talvez uma das grandes vantagens desta composição. Essa localização busca maximizar a performance de cada dispositivo, aumentando a experiência do ouvinte nas apresentações.

Dan Trueman compara uma orquestra tradicional com sua orquestra de laptops e afirma que, mesmo a orquestra de laptops sendo um tanto quanto diferente, seu objetivo não se difere em nada de uma orquestra tradicional no que tange a capacidade musical alcançada por ambas. Um concerto da PLOrk pode ser visto na Figura 1.



Fig 1 - Concerto da Orquestra de Laptops de Princeton (PLOrk).

Este modelo de orquestra digital foi bastante difundido no meio universitário por ser uma oportunidade de integrar, em um mesmo projeto, cientistas da computação, engenheiros, técnicos e músicos. Por esta razão, diferentes Universidades possuem uma prática coletiva similar onde busca-se alcançar a interdisciplinaridade entre música e tecnologia, como por exemplo: “Stanford Laptop Orchestra” (WANG et al., 2009) (SLOrk), “The Carnegie Mellon Laptop Orchestra” (DANNENBERG et al., 2007) (CMLO), “Linux Laptop Orchestra” (BUKVIC et al., 2010)(L2Ork) (Virginia Tech), “Collaborative Improvisation and Laptop Ensembles” (LEE et al., 2011) (LOLC), e “Concordia Laptop Orchestra (TSABARY, 2014) (CLOC), entre outras. É importante notar que em várias destas universidades a LOrc é utilizada para integrar atividades interdisciplinares de pesquisa, ensino e extensão.

A utilização de aparelhos celulares para práticas musicais em conjunto é uma possibilidade a mais

para a criação de orquestras de computadores portáteis (Laptop orchestras) devido à simplicidade, capacidade e praticidade de tais dispositivos. Estes dispositivos móveis, apesar de terem menor capacidade de processamento que laptops, possuem diferentes interfaces com o usuário devido a quantidade de sensores que os mesmos possuem. Assim, é possível que o músico utilize em sua performance musical não apenas o teclado e mouse como interfaces para interação mas câmeras, sensores de proximidade, acelerômetros, magnetômetros, telas sensíveis ao toque, câmera, microfone, sensor de brilho, giroscópios e demais sensores (ESSL; ROHS, 2007) (KEEFE; ESSL, 2011)(TANAKA, 2004) (ROBERTS et al., 2013).

Um dos pioneiros na área de desenvolvimento de instrumentos utilizando telefones celular foi Greg Schiemer (SCHIEMER; HAVRYLIV, 2005) em seu Pocket Gamelan. Nesta performance, o citado autor utilizou o bluetooth dos dispositivos móveis para a interação entre dispositivos e a conexão wireless como mecanismo para a transmissão da música que está sendo executada. Há atualmente algumas orquestras digitais baseadas em tecnologias móveis, como a “Mobile Phone Orchestra” da Universidade de Stanford (OH et al., 2010), apresentada na Figura 2, e compor peças musicais para a execução exclusiva nesta plataforma tem se tornado um desafio para compositores (WANG et al., 2008).



Fig 2 - Orquestra de celulares de Stanford.

Estes grupos de práticas musicais mediadas pela tecnologia, apesar de suas particularidades, possuem em comum a característica de explorar a tecnologia de maneira diferente tentando extrair o máximo de possibilidades de seus computadores pessoais sendo uma prática comum integrar a seus laptops sensores, comunicação em rede e atuadores. Outra proposta comum a estas orquestras digitais é integrar alunos de diferentes áreas e diferentes conhecimentos em projetos interdisciplinares. Com isto, é possível formar grupos com alunos de computação, engenharia, música, dança e outras, de maneira a aproveitar os conhecimentos de cada participante e integrar seus conhecimentos ao projeto.

2. As orquestras digitais e os instrumentos musicais digitais

Um instrumento musical convencional é tocado por meio de uma interação direta entre o instrumentista e o corpo vibrante do instrumento. Assim, um tambor pode ser tocado por meio da percussão de sua membrana e um violão por estímulos a suas cordas. Alguns instrumentos possuem um intermédio entre o corpo vibrante e o músico, como é o caso da palheta da guitarra ou a baqueta da bateria. Há ainda instrumentos que a mediação ocorre de maneira mais profunda, como é o caso do piano em que temos uma interface que intermedia a relação entre o músico e as cordas.

Já nos instrumentos digitais, a relação entre a interface e o som produzido não existe de maneira direta. Estes instrumentos podem ser pensados de maneira desacoplada a síntese de som com o controle do instrumentista. Assim, uma parte da construção de instrumentos musicais digitais é a sua captura de gestos, as interfaces digitais, também chamadas de controladores, responsáveis por definir como o usuário irá se comunicar com o instrumento. A outra parte, um sintetizador, pode ser feita de maneira desacoplada da primeira e é possível mapear diversas interfaces para diversos sintetizadores. Desta maneira, é possível que qualquer gesto seja mapeado para qualquer tipo de som, como controlar o som de um tambor por meio do sopro, ou criar o som de uma orquestra inteira por meio do acionamento de botões (IAZZETTA, 1998). Surge então neste contexto, o conceito de Instrumento Musical Digital (Digital Musical Instrument - DMI).

Os instrumentos digitais musicais (LAUBIER, 1998) é um paradigma de instrumento musical cuja construção parte da ideia que qualquer interface pode gerar qualquer som podendo haver uma desconexão total entre gesto e resultado sonoro e isto pode ser explorado de maneira musical. Uma das preocupações correntes na criação de um instrumento digital é sua expressividade e a possibilidade que uma pessoa que não possui conhecimento musical consiga criar música a partir do mesmo (MALCANGI, 2014). Esta construção pode partir de uma gama de periféricos, sensores e dispositivos de entrada para capturar o gesto e a intenção musical e transformar isto em som por meio de sintetizadores (LAUBIER; GOUDARD, 2006).

3. As práticas musicais coletivas e a tecnologia

Existem diversas linguagens de programação musical que podem ser utilizadas para a criação dos instrumentos de uma orquestra digital. A CLOrk, da Universidade de Concordia em Montreal, Canadá, por exemplo, utiliza os ambientes de programação Pure Data e Max/MSP para este propósito. Outras linguagens de programação musical, como Supercollider ou CSound também podem ser utilizadas para este fim. No geral, as LOrcs seguem a ideia de que a questão musical deve preceder a questão tecnológica ("music first; technology follows"). No entanto a criação de instrumentos digitais acabou por contribuir também para a criação de novas tecnologias.

Um primeiro exemplo desta associação entre as orquestras e a tecnologia está na criação e desenvolvimento da linguagem de programação Chuck pelos criadores da PLOrk (Princeton), Ge Wang e Perry Cook. Esta orquestra faz um grande uso desta linguagem de programação na criação de seus instrumentos digitais e também para o ensino de computação musical e é difícil separar a prática de criação da PLOrk da linguagem de programação Chuck.

Outro exemplo ocorre na L2Ork da Virginia Tech onde o criador da orquestra, Ico Bukvic, é também o criador de uma versão de Pure Data chamada Pd-L2Ork. Esta versão de Pure Data, que hoje é muito distribuída e utilizada, encontra-se bastante atrelada a esta orquestra de laptops.

4. A proposta da Orchidea

A Orchidea é uma proposta de criação de um grupo artístico / musical que utiliza tecnologias acessíveis para suas práticas artísticas na Universidade Federal de São João del-Rei. Longe de tentar ser uma orquestra no sentido clássico da palavra dentro do contexto musical, o grupo pretende permitir que pessoas interessadas em práticas artísticas assistidas por computador possam se reunir para suas criações como composição e performance musical e artística. Entre os objetivos deste grupo está permitir a criação de música colaborativa por um conjunto de pessoas, sendo estas músicos ou não músicos, por meio de seus dispositivos cotidianos. Utilizando a música para tal interação, é interessante que cada participante possa se conectar à orquestra com seu instrumento e trocar dados musicais em tempo real de maneira a permitir a criação coletiva. Esta possibilidade precede a escolha tecnológica da criação de cada instrumento e é intenção do grupo ajudar cada participante a desenvolver suas práticas artísticas.

Entre as possibilidades exploradas neste grupo pode-se destacar a utilização dos dispositivos móveis para a criação musical. Estes dispositivos, como apresentado anteriormente, possuem uma vasta quantidade de recursos que podem ser usados como controlador além de possuírem um alto poder de

processamento, mobilidade, comunicação e um custo-benefício que viabiliza a utilização do mesmo como a base tecnológica de um instrumento. Certamente, não é intenção do grupo utilizar apenas dispositivos móveis e deve ser possível integrar estes dispositivos com computadores pessoais e laptops. Assim, pesquisar as interfaces de controle musicais cotidianas e sua possibilidade de integração em um ambiente compartilhado criativo é outro objetivo deste grupo.

Outro quesito dentro dos objetivos deste grupo é de poder levar a criação sonora colaborativa para qualquer lugar fazendo uso de tecnologias ubíquas como a estrutura de uma rede local. Um requisito desta proposta é que os protocolos de comunicação das aplicações sejam o mais aberto e compatível possível com aplicativos musicais já existentes em algumas plataformas. Isto permitirá que outros instrumentos como notebooks e computadores desktop possam fazer parte da orquestra ampliando com isto as possibilidades estéticas.

Como o desenvolvimento dos instrumentos depende da criação de ferramentas com propósitos musicais, é também importante que as ferramentas desenvolvidas sejam elaboradas da maneira mais flexível possível e que quaisquer mudanças que vierem a ser necessárias sejam feitas de forma simples. Com isto espera-se que as aplicações sejam feitas de forma que seja possível aproveitá-las em diversos domínios e que a criação de instrumentos digitais permita a reutilização de códigos.

Apesar do interesse em pesquisar e discutir os processos criativos coletivos e colaborativos, esta premissa não deve impedir a prática musical individual dentro da Orchidea. Por isto, outro requisito listado inicialmente é que as ferramentas possam garantir a prática expressiva e criativa com o instrumento digital de maneira individual, sem a necessidade da presença de outros usuários. Assim, deve ser possível que instrumentistas se tornem mais versados em seus instrumentos digitais e que a utilização do mesmo leve a práticas criativas composicionais e a improvisação. Espera-se, com isto, que estes instrumentos possam ser utilizados em outros contextos que não apenas a Orchidea, como outras bandas, coletivos e grupos musicais.

5. A criação de instrumentos digitais na Orchidea

A prática musical com a Orchidea iniciou-se com a criação de meta-instrumentos. A seguir serão apresentadas as duas iniciativas para a criação destes meta-instrumentos.

5.1. O primeiro instrumento digital

O primeiro instrumento digital desenvolvido foi voltado para plataformas móveis na forma de uma aplicação musical para a plataforma Android, apresentado na Figura 8. A plataforma Android foi

escolhida devido a sua popularidade entre os acadêmicos da Universidade Federal de São João del-Rei.

A pesquisa quanto a qual plataforma de celular é a mais utilizada entre os alunos desta instituição foi realizada pelo Núcleo de Tecnologia da Informação (NTInf) desta Instituição. Mais sobre este instrumento pode ser encontrado em (SCHIAVONI; SILVA; CANÇADO, 2018).

Como uma das propostas iniciais da ferramenta é garantir a simplicidade da evolução, consideramos a possibilidade de utilizar uma biblioteca não nativa que permitisse a síntese sonora. Entre as bibliotecas pesquisadas, a libpd (BRINKMANN et al., 2011) mostrou-se bastante adequada como motor de síntese. A libpd extrai a funcionalidade do ambiente de programação musical Pure Data4 e o torna disponível para o processamento de áudio em dispositivos Android. Com a utilização da libpd pudemos desacoplar o motor de síntese do aplicativo e permitir que usuários deste ambiente de programação musical criem seus próprios sintetizadores a partir de um conjunto de mensagens definidas na aplicação. Com isto, a síntese e mixagem de todos os sons fica sob a responsabilidade do motor de síntese do Pure Data.

Também era intenção deste primeiro conjunto de instrumentos que os mesmos pudessem ser utilizados para práticas musicais em conjunto. Assim, decidiu-se que as diversas instâncias de aplicativos em uma mesma rede poderiam operar de maneira compartilhada e cooperar trocando material sonoro. As decisões de projeto quanto a comunicação em rede envolveu duas questões principais: o método de endereçamento de rede a ser utilizado e a estrutura de dados para o empacotamento das mensagens de rede. Existem alguns métodos de endereçamento para transmissão de mensagens em rede como Unicast, Broadcast e Multicast. Mensagens Unicast são trocadas entre hosts específicos, como um computador pessoal e um servidor Web, mensagens Broadcast são enviadas a todos os usuários de uma rede e mensagens Multicast são enviadas a apenas uma parte específica de usuários em uma rede. Dados estas opções e o contexto deste trabalho, optamos por utilizar a comunicação em grupo (broadcast/multicast) como método de endereçamento evitando, com isto, o registro e manutenção de listas de usuários e demais detalhes necessários para a comunicação unicast.

Quanto à estrutura de dados para o empacotamento das mensagens de rede, o OSC (Open Sound Control) é um formato de mensagens focado no controle de aplicações musicais de tempo real (SCHMEDER et al., 2010). Este foco em comunicação em tempo real evita a conversão de valores inteiros e ponto flutuantes em textos, como nos formatos XML e JSON, diminuindo com isto a largura de banda necessária para o envio de uma mensagem e aumentando a velocidade de entrega de um pacote de rede. OSC é ainda um formato de mensagem utilizado para a comunicação em redes em diversas aplicações musicais e ambientes de programação musical, como Pure Data, Supercollider,

4 Pure data é um ambiente de programação musical com capacidade de processamento em tempo real (Puckette, 1996). Mais informações podem ser encontradas em <http://puredata.inf>.

CSound entre outros. Com isto, podemos garantir que a ferramenta seja conectável com aplicações existentes, conforme foi requisitado inicialmente.

Com isto, foi criada uma primeira aplicação para criação musical colaborativa. Um instrumento que, ao ser tocado, transmite informações sobre sua execução para todas as instâncias da aplicação presentes na mesma rede local. Desta forma, os dispositivos que possuam uma instância da ferramenta irão sintetizar todas as mensagens recebidas pela rede criando com isto um ambiente musical compartilhado. Esta troca de informações musicais em tempo real permite criar uma rede de colaboração musical onde diferentes instrumentos podem interagir musicalmente usando, para isto, a simples troca de mensagens de sua execução em uma rede local. Este modelo permite ainda a criação de uma partitura distribuída a ser executada a partir de uma máquina da rede local e que envia instruções para a execução da peça a todos os celulares presentes na rede.

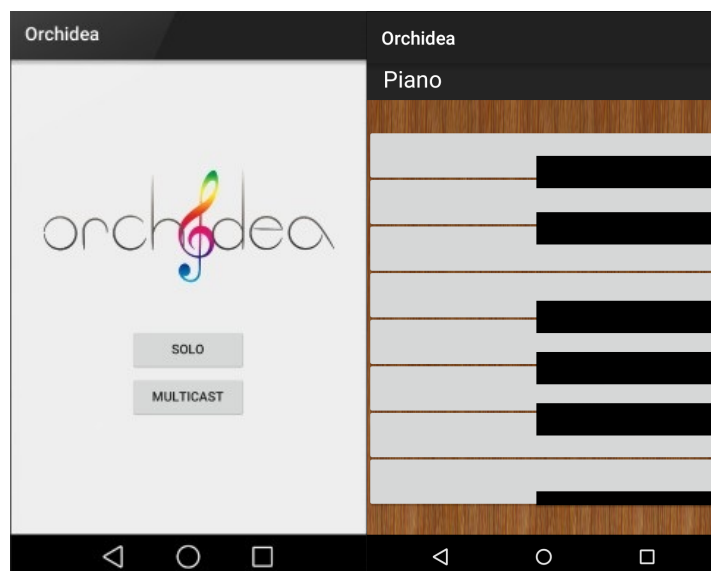


Fig 3 - Possibilidade de escolha entre execução solo ou em grupo.

5.2. O segundo instrumento digital

O segundo conjunto de instrumentos digitais foi desenvolvido utilizando a API webaudio do HTML5 e a síntese de sons no navegador. Com isto, estes instrumentos podem ser executados em celulares e em computadores pessoais exigindo como requisito mínimo para sua execução a existência de um navegador de Internet compatível com o HTML em sua versão 5.

Inicialmente foi desenvolvido um conjunto de instrumentos que possuíam a mesma interface: um método PLAY que aceitava uma nota como parâmetro e permitia a escolha de alturas musicais. Estes instrumentos foram criados a partir de técnicas de síntese como AM, aditiva e FM. Foi utilizado

também dois envelopes de 4 estágios (ADSR); um com um evento para acionar o Ataque (um evento NOTE_ON) e um temporizador para acionar os outros 3 estágios; e outro como um evento para acionar o ataque (um evento NOTE_ON) e outro evento para acionar o fim da sustentação (um evento NOTE_OFF). Assim, podemos utilizar o primeiro envelope para a criação de instrumentos que possuem um tempo de nota fixo, como percussões, piano e/ou cordas palhetadas, e o segundo envelope para a criação de instrumentos que possuem sustentação variável e controlável, como flautas, órgãos e outros.

Uma vez construídos os sintetizadores, passou-se para a criação de controles para a interface com o usuário. Foram utilizados inicialmente eventos do HTML5 para controlar os sintetizadores a partir da interface gráfica de uma página. Assim, foram utilizados campos de formulários do HTML, como botões, sliders e combo e também eventos de mouse e teclado para disparar os eventos de síntese.

Aproveitando as novas APIs do HTML5, também foi utilizado a API Webmidi e a possibilidade de integrar interfaces de controle musicais que utilizam este protocolo para controlar nossos sintetizadores. Com isto, as interfaces de controle musicais, tanto físicas quanto lógicas, puderam ser integradas aos sintetizadores previamente desenvolvidos. Tais interfaces permitiram a integração de controladores usando, especialmente, laptops como instrumentos. Ainda explorando o uso de notebooks e laptops, foram construídos protótipos de instrumentos que utilizam como dispositivos de entrada controles de videogame a partir da GamePad API, que permite a integração destes controles com aplicações web.

Analisando especificamente a utilização de dispositivos móveis como controles para estes sintetizadores, também foram explorados os sensores existentes nestes dispositivos como acelerômetros, GPS e giroscópios, câmeras, microfones e telas sensíveis ao toque.

Aproveitando a capacidade multimídia das páginas web, foram criados feedback visuais utilizando elementos do HTML, como tabelas e imagens, e também alguns elementos novos do HTML5 como o canvas ou SVG.

Há ainda a intenção de integrar outras APIs, como websocket, para a comunicação em rede com um servidor centralizado e permitir com isto a troca de informações musicais entre dois dispositivos em rede.

5.3. Comparação dos conjuntos de instrumentos

As duas abordagens de criação de instrumentos foram bastante interessantes tanto do ponto de vista musical quanto do ponto de vista tecnológico. O primeiro conjunto de instrumentos, utilizando a API Java nativa da plataforma Android, se mostrou muito adequado para trocar informações musicais

em tempo real e permitir com isto a criação musical colaborativa. Esta aplicação abre a possibilidade de diversas performances artísticas musicais em grupo que utilizam mensagens de rede para a sincronização entre os dispositivos. A utilização da libpd e a criação de instrumentos utilizando a plataforma Pure Data trouxe bastante flexibilidade para a síntese sonora além de permitir a troca de experiência musical e a colaboração entre músicos e programadores na criação dos instrumentos. No entanto, a necessidade de conhecimento específico de programação na plataforma Android para o desenvolvimento e modificação deste conjunto de instrumentos se mostrou uma limitação para esta abordagem. A distribuição dos instrumentos criados nesta primeira abordagem, que depende da instalação de um aplicativo novo no dispositivo móvel, também se mostrou uma limitação desta abordagem pois nem sempre os usuários possuem espaço de armazenamento em seus dispositivos ou querem instalar uma nova aplicação em seus dispositivos. Além disto, estes instrumentos são específicos para a plataforma Android e se não encontram disponíveis para outras plataformas como iOS ou Windows Phone.

Podemos apresentar a comparação entre estes conjuntos de instrumento no Quadro 1 abaixo:

	Instrumentos em Android	Instrumentos em HTML 5
Linguagem de Programação	Java + Pure Data	Javascript + HTML
Cooperação na criação de instrumentos	Maior por integrar sintetizadores feitos no Pure Data	Exige conhecimento em programação na linguagem Javascript
Interface	Integração dos sensores de dispositivos móveis	Integração dos sensores de dispositivos móveis e também de dispositivos convencionais como controladores MIDI e joysticks
Execução colaborativa	Direta por meio de mensagens Multicast / broadcast	Depende de um servidor centralizado para a troca de mensagens Unicast
Distribuição dos instrumentos	Por meio de uma aplicação a ser instalada nos dispositivos	Acesso a uma página com navegador compatível com HTML5
Plataforma	Apenas Android mas com possibilidade de integrar outras aplicações por meio de mensagens OSC	Qualquer plataforma que possua um navegador compatível
Manutenção	Empacotamento de nova aplicação	Distribuição de nova página web

Quadro 1 - Comparação entre os conjuntos de instrumentos

Já o segundo conjunto de instrumentos, desenvolvidos utilizando o HTML5, se mostrou mais simples de ser distribuído pois sua utilização depende apenas do acesso a uma página web utilizando

um navegador web compatível com esta tecnologia. Com isto, a distribuição destes instrumentos não depende de instalação de novas aplicações e os mesmos podem ser acessados por dispositivos de qualquer plataforma ou sistema operacional além, é claro, de dispositivos convencionais como laptops ou computadores pessoais. Por esta razão, do ponto de vista da distribuição, este conjunto de instrumentos se mostrou mais viável. Já o desenvolvimento deste conjunto de instrumentos, feito exclusivamente por meio da programação em Javascript, apresentou menor possibilidade de colaboração entre músicos e programadores. Mesmo com a implementação do instrumento em partes modulares como GUI, sensores e síntese a colaboração nesta abordagem se mostrou pouco eficaz. Além disto, este conjunto de instrumentos não permite a troca de mensagens direta entre instâncias da ferramenta, o que não torna possível a colaboração e cooperação na execução musical se não por meio de um servidor centralizado.

6. Discussão

A proposta deste projeto traz uma lista de requisitos funcionais e não funcionais para a criação de instrumentos para práticas musicais colaborativas e em conjunto. Partindo destes requisitos o próximo passo foi partir para um desenho arquitetural de aplicativos, desacoplando as funcionalidades desejadas em componentes específicos. Uma vez que as funcionalidades foram desacopladas, foi possível pensar em soluções específicas para o desenvolvimento de cada uma delas em um primeiro conjunto de instrumentos musicais. No primeiro momento foram escolhidas as seguinte tecnologias: a) a plataforma Android, escolhido por ser uma plataforma aberta e bem documentada para os desenvolvedores; b) libpd como a biblioteca para geração sonora e síntese, escolhida por desacoplar a síntese, geração de sons e mixagem de todos os instrumentos; c) Multicast para a transmissão de mensagens, por permitir a comunicação de rede em grupo sem aumentar consideravelmente o tráfego na rede; d) o modelo OSC para o empacotamento de mensagens por ser um formato de mensagens focado no controle de aplicações musicais de tempo real compatível com diversas ferramentas existentes para práticas musicais.

Esta aplicação, desenvolvida no primeiro momento, trouxe a possibilidade de colaboração tanto na criação dos instrumentos, por integrar Pure Data como motor de síntese, quanto na execução de peças por permitir a troca de conteúdo musical em tempo real. No entanto, tal aplicação precisa ainda passar por um amadurecimento ao ser incorporada por compositores na criação de peças musicais. A necessidade de instalar uma aplicação no dispositivo móvel torna a distribuição desta aplicação mais complicada pois nem sempre é possível que isto ocorra devido a vários fatores como, por exemplo, uma capacidade de armazenamento em seu aparelho reduzida ou não suficiente para a instalação de

novas aplicações.

Em um segundo momento foram escolhidas as tecnologias presentes no HTML5 para a criação de instrumentos como a API webaudio, webmidi, gamepad, Canvas e SVG, permitindo com isto uma distribuição mais simples dos instrumentos criados pelo grupo. Apesar de esta abordagem ter mais restrições quanto a desempenho notamos que a mesma se mostra mais ideal para integrar participantes eventuais em nosso grupo devido ao fato de não ser necessário instalar novos aplicativos em seus dispositivos. Além disto, esta proposta é multiplataforma e permite integrar inclusive dispositivos convencionais como laptops.

7. Conclusão

É possível notar que o método de síntese musical, estilos e pluralidades culturais estão intrinsecamente ligados à época e a sua geração. A Geração Z, também conhecida como geração dos nativos digitais, influenciou no processo de criação e manuseio da música, incorporando os dispositivos móveis nesse processo. A possibilidade de integrar pessoas por meio de aplicações musicais para dispositivos móveis remete ao objetivo inicial destes aparelhos: a comunicação, mas amplia os limites desta comunicação permitindo e possibilitando a comunicação musical. Este artigo apresentou o projeto da Orchidea, uma Orquestra de ideias, e o desenvolvimento de dois conjuntos de instrumentos para criação e execução musical colaborativa / cooperativa em redes de computadores. Foram apresentadas as propostas iniciais destes conjuntos de instrumentos, os modelos arquiteturais propostos, as decisões de projeto e implementações.

Findado o desenvolvimento inicial, novos desafios surgem para que a Orchidea seja uma realidade musical e não apenas tecnológica. O desenvolvimento destas aplicações serviu como um primeiro passo para fortalecer uma pesquisa interdisciplinar envolvendo musicista e leigos na criação de um grupo de criação colaborativa digital na Universidade Federal de São João del-Rei como um projeto de pesquisa integrando alunos dos cursos de Ciência da Computação, Música, Artes Cênicas e Artes Aplicadas.

A computação se apropriou de dois termos utilizados na Arte para definir a organização de negócios em rede por meio de web services: Orquestração e Coreografia (PELTZ, 2003). Apesar de haver diferença entre os dois termos, especialmente em relação a colaboração entre pares, os mesmos são utilizados para definir a sincronização e troca de mensagens entre parceiros em um sistema computacional. Por ter sido criado em um Departamento de Computação, a Orchidea acabou se apropriando do termo orquestração da maneira que o mesmo é utilizado na configuração de servidores Web e não da forma como o mesmo é utilizado por Trueman em sua Orquestra de computadores

portáteis. Assim, este grupo não pretende buscar o virtuosismo computacional / instrumental ou tentar reproduzir práticas de orquestras, mas utilizar o termo orquestra como uma metáfora para a pensar a criação e a sincronização coletiva. Nesse contexto, orquestra de ideias é uma metáfora para a proposta transdisciplinar de integração artística por meio da tecnologia onde a utilização de computadores e telefones celulares como instrumento é uma maneira de aproveitar a tecnologia ubíqua existente na atualidade para discutir criatividade e expressão na arte digital. Vale notar que esta transdisciplinaridade não se propõe a uma apropriação dos ritos e organizações de uma orquestra tradicional ou mesmo de uma orquestra de computadores móveis tradicional mas pretende se espelhar na possibilidade de criação de música colaborativa, cotidiana (KELLER, 2018) e que pode proporcionar aos ouvintes / público uma atuação direta no processo de criação assim como se apropriar de espaços alternativos para a prática musical.

Diversas pessoas têm demonstrado interesse em participar da Orchidea e algumas propostas artísticas já estão em desenvolvimento. O próximo passo desta pesquisa é explorar ainda mais a portabilidade, conectividade e ubiquidade da tecnologia móvel de forma a atender prontamente os questionamentos artísticos dos participantes destes grupos. Entre as propostas estéticas e artísticas a serem implementadas estão intervenções musicais em espaços públicos, apresentações artísticas que deverão contar com a participação da plateia e a utilização do corpo na dança para a criação sonora baseado nos sensores dos dispositivos móveis. Com isto, pretendemos difundir a possibilidade de criação artística musical também entre leigos e permitir que a música ubíqua se torne uma realidade no dia a dia das pessoas.

Apesar de os conjuntos de instrumentos aqui propostos permitirem um baixo acoplamento de código, ainda é necessário conhecimento em programação para adicionar novos instrumentos a estes conjuntos. Para a primeira abordagem, utilizando Java e Pure Data, pretendemos pesquisar e desenvolver uma arquitetura de plugins que permita adicionar e remover instrumentos de maneira mais simples a esta aplicação de modo que não seja necessário a distribuição de uma nova versão da aplicação para a adição de novos instrumentos. É intenção também que a criação de novos instrumentos possa ser feita por leigos e não apenas por programadores experientes. Uma discussão teórica sobre a criação destes instrumentos pode ser encontrada em (SCHIAVONI, 2016). Outra possibilidade que pode ser interessante é a utilização da ferramenta MobMuPlat (INTERMEDIA; IGLESIA, 2016) para a utilização da biblioteca nativa do Android. Esta plataforma já foi empregada para a criação de atividades criativas em contextos ubíquos (BARREIRO; TRALDI, 2018).

Uma possibilidade futura é utilizar o ambiente de programação visual Mosaicode (SCHIAVONI; GONÇALVES, 2017), desenvolvido em nosso laboratório de pesquisa, para a criação e manutenção dos instrumentos digitais desta orquestra aliando assim o desenvolvimento tecnológico com a criação

artística de maneira similar ao que ocorre com as linguagens Chuck e a L2Ork e o ambiente Pd-L2Ork com a orquestra de dispositivos da Vírgina Tech - L2Ork. O Mosaicode é uma ferramenta de programação por blocos, propiciando um ambiente de computação musical livre de linguagem de programação. Este ambiente já possui capacidade para o desenvolvimento de aplicações na linguagem C, C++ e Javascript e pode ser estendido para o desenvolvimento de outras aplicações, como novos instrumentos para a plataforma Android. Nas linguagens C e C++, este ambiente conta com a possibilidade de desenvolvimento de aplicações de visão computacional, por meio da API openCV, computação gráfica, por meio da API openGL, computação musical, por meio das APIs Portaudio, PortMIDI, comunicação em rede e inclusão de controladores não convencionais, como joystick e sensores.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer aos participantes do Grupo de Estudo em Arte Digital do Departamento de Computação da Universidade Federal de São João del-Rei, especialmente os professores Ivana Cabral, Rogério Constante, Adilson Siqueira e Charles Figueiredo, e aos membros do ALICE (Arts Lab in Interface, Computers, and Everything Else) que auxiliaram nos debates e desenvolvimento deste projeto. O Coautor gostaria de agradecer o apoio financeiro institucional da Universidade Federal de São João del-Rei por meio da bolsa de Iniciação Científica da PROPE / PROAE.

Referências

- BARREIRO, D. L.; TRALDI, C. A.; Musical conceptions and strategies in creative activities with mobile devices. In *Anais do Oitavo Ubimus*. São João del-Rei – MG – Brasil. p. 132-143.
- BRINKMANN, P.; KIRN, P.; LAWLER, R.; MCCORMICK, C.; ROTH, M.; STEINER, H. C. Embedding pure data with libpd. In: *in Proceedings of the Pure Data Convention, Weimar*. [S.l.: s.n.], 2011.
- BUKVIC, I.; MARTIN, T.; STANDLEY, E.; MATTHEWS, M. Introducing L2Ork : Linux laptop orchestra. In *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME)*. Sydney, Australia. 2010. p. 170-173.
- DANNENBERG, R. B.; CAVACO, S.; ANG, E.; AVRAMOVIC, I.; AYGUN, B.; BAEK, J.; JACKSON, C. The carnegie mellon laptop orchestra. In: *Proceedings of the 2007 International Computer Music Conference, vol II*. [S.l.]: The International Computer Music Association, 2007. p. 340–343.
- ESSL, G.; ROHS, M. Shamus – a sensor-based integrated mobile phone instrument. In *Proceedings of the International Computer Music Conference (ICMC)*. [S.l.: s.n.], 2007. p. 27–31.

- IAZZETTA, F.. Interação, Interfaces e Instrumentos em Música Eletroacústica. In: Proceedings of the II IHC-Interação Humano-Computador Conference. Campinas: Unicamp. 1998.
- IGLESIA, Daniel; INTERMEDIA, Iglesia. The Mobility is the Message: the Development and Uses of MobMuplat. In: Pure Data Conference (PdCon16). New York. 2016.
- KEEFE, P. O.; ESSL, Georg. The Visual in Mobile Music Performance. Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME). Oslo, Norway. 2011. p. 191-196.
- KELLER, D. Challenges for a second decade of ubimus research: Knowledge transfer in ubimus activities. *Música Hodie*, v. 18, p. 147–165, 2018.
- KELLER, D.; LAZZARINI, V.; PIMENTA, M. S. Ubiquitous music. [S.l.]: Springer, 2014.
- LAUBIER, S. de. The meta-instrument. *Computer Music Journal*, The MIT Press, v. 22, n. 1, p. 25–29, 1998.
- LAUBIER, S. de; GOUDARD, V. Meta-instrument 3: A look over 17 years of practice. In: Proceedings of the 2006 Conference on New Interfaces for Musical Expression. Paris, France, France. 2006. p. 288–291.
- LEE, S. W.; FREEMAN, J.; COLELLA, A.; YAO, S.; TROYER, A. V. Collaborative musical improvisation in a laptop ensemble with LOLC. In *Creativity and Cognition*. [S.l.]: ACM, 2011. p. 361–362. ISBN 978-1-4503-0820-5.
- MALCANGI, Mario et al. Meta-instrument and natural user Interface: A new paradigm in music education. In: International Academic Conference. International Institute of Social and Economic Sciences (IISES), 2014. p. 283-290.
- MATHEWS, M. V. The digital computer as a musical instrument. *Science*, American Association for the Advancement of Science, v. 142, n. 3592, p. pp. 553–557, 1963.
- OH, J.; HERRERA, J.; BRYAN, N. J.; DAHL, L.; WANG, G. Evolving the mobile phone orchestra. Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression. Sydney, Australia. 2010. p. 82–87.
- PUCKETTE, M. et al. Pure data: another integrated computer music environment. Proceedings of the second intercollege computer music concerts, p. 37–41, 1996.
- ROBERTS, C.; FORBES, A.; HÖLLERER, T. Enabling multimodal mobile interfaces for musical performance. Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME). Daejeon, Republic of Korea. 2013. p. 102–105.
- SCHIAVONI, F. L. Event-based ubiquitous music interaction with MCMM: A musical communication modeling methodology. In: SPRINGER. International Symposium on Computer Music Multidisciplinary Research. São Paulo – Brasil. 2016. p. 284–298.
- SCHIAVONI, F. L.; GONÇALVES, L. L. Programação musical para a web com o Mosaicode. In: Anais do XXVII Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Música. Campinas - SP – Brazil. 2017. p. 1–6.
- SCHIAVONI, F. L.; SILVA, E. X.; CANÇADO, P. G. N. (Orchidea) Uma primeira aplicação para práticas musicais. In Anais do Oitavo Ubimus. São João del-Rei – MG – Brasil. p. 120-131.
- SCHIEMER, G.; HAVRYLIV, M. Pocket gamelan: A pure data interface for mobile phones. In: Proceedings of the 2005 Conference on New Interfaces for Musical Expression. Singapore, Singapore: National University of Singapore, 2005. (NIME '05), p. 156–159.
- SCHMEDER, A.; FREED, A.; WESSEL, D. Best practices for open sound control. In: *Linux Audio*

Conference. Utrecht, NL: [s.n.], 2010.

TANAKA, A. Mobile music making. Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME). Hamamatsu, Japan. 2004. p. 154–156.

TRUEMAN, D. Why a laptop orchestra? Organised Sound, Cambridge University Press, v. 12, n. 2, p. 171–179, 2007.

TSABARY, E. Music education through innovation: The concordia laptop orchestra as a model for transformational education. INTED2014 Proceedings, IATED, p. 657–664, 2014.

WANG, G.; BRYAN, N.; OH, J.; HAMILTON, R. Stanford laptop orchestra (SLOrk). In: International Computer Music Conference. Montreal: [s.n.], 2009.

WANG, G.; ESSL, G.; TELEKOM, D.; PENTTINEN, H. Mopho: Do mobile phones dream of electric orchestras. In: Proc. Intl. Computer Music Conference (ICMC). 2008. [S.l.: s.n.], 2008. p. 29.