

Práticas matemáticas ou musicais?...
Jogos de aproximações na construção de instrumentos musicais

Mathematical or musical practices?...
Approximation-games in the construction of musical instruments

Chrisley Bruno Ribeiro Camargos¹

Ademir Donizeti Caldeira²

Resumo: O objetivo deste artigo é mostrar que algumas práticas que podem ser consideradas como matemáticas, na construção de instrumentos musicais conhecidos como idiofones, podem apresentar outras características que somente fazem sentido em uma forma de vida musical, imersa em peculiaridades de uma tendência musical experimental/contemporânea. O presente artigo expõe os resultados de uma pesquisa de abordagem qualitativa com um viés etnográfico, realizada em um Curso de Música de uma universidade pública. Os dados foram analisados seguindo preceitos de uma microanálise etnográfica. Observou-se que as práticas matemáticas se entrecruzavam ou se perdiam em meio ao que os músicos denominam de percepção musical. Assim, conjectura-se que as matemáticas encontradas participam de uma prática situada, de um jogo de aproximação, no qual se buscam sons característicos, peculiares, relacionados a alguma escala que os músicos pretendem encontrar.

Palavras-chave: Jogos de Linguagem; Práticas Matemáticas; Música; Formas de Percepção.

Abstract: The purpose of this article is to show that some practices that can be considered as mathematical in the construction of musical instruments known as idiophones, can present other characteristics that only make sense in a musical way of life, immersed in peculiarities of an experimental / contemporary musical tendency. This article is the result of a qualitative research that presents an ethnographic bias, carried out in a Music Course of a public university. The data were analysed according to the precepts of an ethnographic microanalysis. Was observed that mathematical practices were mixed or were lost amidst what musicians call musical perception. Thus, is conjectured that the mathematics found were participating in a situated practice, a game of approximation, in which were searched for peculiar, characteristic sounds and related to some scale that the musicians intended to find.

Keywords: Language-Games; Math Practices; Music; Ways of Perception.

Iniciando a melodia

Neste artigo, trazemos resultados de uma pesquisa de doutorado do Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal de São Carlos /SP (UFSCar). Com essa pesquisa foi possível mostrar como as práticas matemáticas manifestas nas relações, discussões e nos cenários das construções

1 Doutor em Educação pela Universidade Federal de São Carlos - UFSCar. Docente do Instituto federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - IFMG, Campus Formiga / MG. Membro do Grupo de Pesquisa em Educação Matemática e Cultura (EMAC - UFSCar). E-mail: chrisley.camargos@ifmg.edu.br

2 Doutor em Educação pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, São Carlos / SP. Vice-líder do Grupo de Pesquisa em Educação Matemática e Cultura (EMAC - UFSCar). E-mail: mirocaldeira@gmail.com

de instrumentos musicais não se restringiam apenas a uma matemática que pudesse ser adjetivada como escolar ou acadêmica, mas podiam ser interpretadas e discutidas também sob uma perspectiva das práticas situadas (LAVE, 1988, 1996, 2002). Dessa forma, colocaremos em evidência que as práticas matemáticas presentes na construção de alguns instrumentos musicais, inicialmente baseadas em algum modelo ou algoritmo, podem-se perder em meio às práticas situadas em uma forma de vida musical.

Também serão debatidas regras que emergiram do processo de construção de instrumentos, provenientes do meio musical, que perseguem sons de uma escala almejada pelos músicos. Com esse propósito, apresentaremos exemplos de práticas ocorridas em aula, relativamente problemáticas se considerarmos como – ou se as compararmos com uma prática matemática – tais práticas se assemelham a situações vindas de experiências ou saberes musicais. Para isso, discutiremos momentos presenciados durante a construção de instrumentos musicais denominados idiofones³, cujo som é emitido mediante a vibração de seu próprio corpo, como, por exemplo, o agogô, o carrilhão, o chocalho, a marimba, dentre outros.

A pesquisa de campo foi realizada no decorrer de dois anos, período em que um ex-músico e pesquisador da Educação Matemática dedicou-se a vivenciar e experienciar disciplinas de um Curso de Licenciatura em Música de uma universidade pública para analisar as práticas matemáticas implícitas na construção de instrumentos musicais. Apesar desse contato do pesquisador de aproximadamente dois anos com o Curso de Música para o desenvolvimento da pesquisa, os trechos aqui expostos foram delimitados a atividades decorridas em dois semestres.

Como instrumentos para a produção dos dados, foram utilizados: um diário de campo, gravações de vídeo e entrevistas com os participantes da pesquisa. Conforme discute Chizzotti (2014), entendemos que esta pesquisa consiste em uma investigação que apresenta elementos da etnografia, tais como: o tipo de análise, a observação participante, a produção ou construção dos dados para pesquisa e as descrições, e na qual se detecta e estuda os diferentes modos como os grupos culturais entendem, trabalham e validam conceitos e práticas, tendo ou não este grupo cultural um conceito matemático pré-definido. Este artigo mostrará momentos da pesquisa que remetem a um debate de caráter qualitativo, em que os dados produzidos e analisados partilharam de ideias e procedimentos de uma microanálise etnográfica, descritos em Erickson (1996, 2009) e Mattos e Castro (2011).

Arranjos que compõem as próximas seções...

Autores como Abdounur (1999), Cunha (2006), Du Sautoy (2007) e Bromberg (2014) relatam-nos que as relações entre matemática e música podem ser identificadas já no período de Pitágoras de Samos (aprox. 500 a.C.), quando este matemático e filósofo pré-socrático, em sua escola em Crotona (região no sul da Itália), valeu-se de um aparelho denominado monocórdio para estabelecer experimentalmente analogias entre frações mais simples ($1/2$, $2/3$, $3/4$) e os sons do monocórdio. Tal fato seria um marco das experiências com interpretações matemáticas da música: notas musicais *versus* frações, constantemente lembrado em trabalhos ou artigos que abordam esse tema.

3 No contexto da disciplina investigada, os alunos trabalharam com instrumentos acústicos; tais instrumentos foram classificados de acordo com suas características físicas de produção do som, utilizando um sistema criado em 1914, por Erich von Hornbostel (1877-1935) e Curt Sachs (1881-1959), denominado “Hornbostel-Sachs”. Trata-se de um tipo de classificação comumente adotada ao se tratar de instrumentos musicais acústicos, de acordo com Pires Filho (2009, p. 18), “para elaborar essa classificação, o elemento usado foi o tipo de vibração causado pelo material usado no corpo vibratório, a partir do qual o som é produzido”.

Quando tratamos das interações entre matemática e música, podemos instituir nexos entre frações e sons (experiência do monocórdio pitagórico), entre progressões geométricas no cálculo de frequências sonoras, entre modelos matemáticos usados na construção de instrumentos, além de outras relações. Neste artigo, enfatizaremos algumas possibilidades observadas na construção (criação) de instrumentos acústicos, em que se vê uma alternância entre o fazer uma prática matemática e o utilizar uma prática musical, musical no sentido de permeada por saberes do campo da música.

No sentido de obter um melhor entendimento do contexto em que as atividades se desenvolveram, discorreremos um pouco a respeito das perspectivas musicais que giravam em torno das atividades.

As atividades que detalharemos, assim como os *jogos de linguagem* em sala de aula, encontram-se no interior de uma mudança de paradigma sugerida por Koellreutter (1997), em que as formas fundadas em sistemas newtonianos de tempo e espaço cedem lugar a sistemas com diferentes possibilidades. Abordaremos aqui um tipo de música experimental que, de certa forma, seguiu-se a essa transformação do paradigma científico. Compreendemos que as formas de percepção, o acaso e a imprevisibilidade detectados no perfil de música experimental analisado, não podem ser traduzidos literalmente por grandezas escalares em função do tempo nem em modelos do temperamento igual eventualmente empregados na construção de algum tipo de instrumento de cordas, por exemplo.

Tais constatações nos levam a dizer que a música tradicional europeia veio sofrendo influências de um logicismo matemático arraigado no Iluminismo, nessa aventura em busca de frações, potências ou seqüências numéricas menos complexas para se traduzir um determinado tipo de som (nota).

A estética musical até um período chamado pelo músico Koellreutter (1997) por Pré-nuclear⁴ revelava-se entrelaçada e instigada pela forma mecanicista do mundo, por um determinismo rigoroso, e isso influenciou até mesmo os moldes da partitura musical, sendo esta acomodada numa estrutura que obedece a padrões lógicos, “lógico no sentido da lógica racionalista”, “vista como algo incontestável e definido” (KOELLREUTTER, 1997, p. 46).

Se mostrarmos uma partitura tradicional a um matemático e dissermos que se trata de um tipo de gráfico bidimensional que alude a frequências e duração (altura *versus* tempo), o matemático poderá estranhar, mas vai perceber algumas semelhanças entre uma de suas ferramentas de interpretação matemática de fenômenos, que seria um gráfico cartesiano, com a ferramenta que permite a leitura musical.

Este tipo de notação musical, a partitura clássica, pode ser vista como um sistema fundamentado em estruturas que, por sua vez, pressupõem uma divisão simétrica dos intervalos de frequência e tempo. Nesse sentido, a partitura parece operar como uma ferramenta correlata à lógica de precisão típica do raciocínio cartesiano.

Outra ferramenta lógica da música pré-nuclear que permitiu que ela estabelecesse um sistema de divisões simétricas entre os sons (notas) foi o temperamento igual. Esse tipo de temperamento na música, em termos técnicos, sugere uma divisão da oitava em 12 notas de forma tal que os semitons⁵ tenham tamanhos iguais.

4 Entende-se esse período pré-nuclear como uma época em que a arte e os fundamentos dos conhecimentos científicos eram influenciados pelo modelo mecanicista newtoniano do universo. “Modelo que constituía a estrutura sólida da física clássica e da imagem do mundo que dominava todas as culturas ocidentais, e sobre a qual se apoiava toda a ciência e, naturalmente, também toda a arte” (Koellreutter, 1997, p. 45).

5 Um semitom corresponde à menor distância entre duas alturas na música diatônica e cromática ocidental.

É importante deixar claro que houve várias tentativas no decorrer da Idade Média para padronizar a afinação, das quais podemos destacar “os cinco tratados sobre teoria musical, encontrados em um manuscrito anônimo do século XIV, datado em Paris (12 de janeiro de 1375)” (ABDOUNUR, 2015, p. 163); as experiências do teórico espanhol Bartolomé Ramos de Pareja (aprox. 1482) (p. 163); os estudos do padre italiano Gioseffo Zarlino (1517-1590), que utilizou um instrumento chamado mesolábio para fazer médias mecânicas (geométricas) em busca de frações para um possível temperamento (RODRIGUES, 1999); e a experiência de Vincenzo Galilei, por volta do ano de 1584, na qual utilizou seus conhecimentos teóricos e sua prática musical, deixando um manuscrito para alaúde, com vinte e quatro conjuntos de um estilo musical denominado *passamezzo*, 12 em tonalidades maiores e 12 em tonalidades menores, explorando assim as variações tonais do instrumento (BROMBERG, 2012 e 2014).

Assim, por volta do século XVIII, uma forma de interpretação matemática do temperamento igual veio a ser mostrada pelo matemático suíço Leonhard Euler e estudada pelo famoso músico Johann Sebastian Bach em sua obra “O Cravo Bem Temperado”.

Euler afirmou que o temperamento igual poderia ser expresso como um problema de interpolação geométrica de 11 termos entre uma frequência inicial, f_0 de valor $2^0 = 1$ e uma frequência final com o dobro do valor $2f_0 = 2^1 = 2$. Para fazer tal interpolação, basta encontrar uma razão correspondente ao intervalo de semitom, que, após multiplicar 12 vezes uma frequência inicial (f_0), correspondente a uma determinada nota, atingisse a sua oitava referente a uma frequência que seria o dobro da primeira nota ou tônica ($2f_0$), obtendo assim a razão do temperamento igual que seria .

A primeira grande forma tonal surgiu no início do século XVIII, quando, com a adoção do temperamento musical, Bach pôde escrever o primeiro volume do “Cravo Bem Temperado” (1722), mesmo ano em que Rameau publica o seu “Tratado de Harmonia” (WISNIK, 2007, p. 115). Bach, por meio de seu estudo musical das possibilidades de transposições sonoras propiciadas pela standardização das notas dentro de um sistema de afinação com características matemáticas, criou tal obra, que consistia em um estudo no qual o músico executava 12 músicas em 12 tons diferentes, fazendo suas composições navegarem pelas possibilidades tonais, tanto no modo maior, quanto no modo menor.

Tais possibilidades alcançadas pela nossa música polifônica baseada no temperamento igual, de padronização intervalar, de transposições tonais, etc., conforme argumenta Lévy (1998), eliminaram, em certa medida, as variações de sentidos embutidas na harmonicidade de cada modo, aquilo que os próprios gregos interpretavam como o *ethos* musical. Assim, ao final do século XVII e início do século XVIII, consoante Lévy (1998), nada mais se opôs “ao jogo formal das transposições” porque a escala temperada veio aos poucos alterando “levemente os sons naturais em proveito de uma total standardização da escala sonora” (LÉVY, 1998, p.74).

A neutralidade que fundamenta a música europeia é uma das causas de seu sucesso junto às outras culturas. Fenômeno esse que não é isolado. A ciência moderna, as técnicas de ponta, a economia monetária capitalista (fundada num equivalente geral) são ao mesmo tempo produtos típicos da sociedade ocidental e dispositivos epistemológicos, práticos e sociais que tiram todo seu poder de uma fundamental neutralidade. Ciência, técnica ou capital não são neutros por serem bons ou maus apenas em função do seu uso, mas sim por cruzarem as fronteiras das identidades culturais por baixo demais do solo histórico para que as alfândegas das diversas tradições possam reconhecer a tempo a passagem do estranho radical (LÉVY, 1998, p. 75).

Dessa forma, a consolidação do temperamento igual e da notação musical ocorreu no interior desse jogo de relações metafóricas entre a física newtoniana e os modelos matemáticos que se integraram no centro das buscas pelas virtualidades polifônicas.

Em contraposição a esse sistema típico ocidental calcado em uma “dialética das alturas” (FENERICH, 2015, p.16), aos poucos, artistas passaram a empregar outras formas de composição, outros sons além de notas definidas, outras formas temporais, mais além dos compassos, para assim exporem sua arte, arte essa que não podia mais ficar somente sob uma égide construída sobre notas definidas, tempos cronométricos e um sistema de escrita cartesiano.

Outras formas musicais pareciam querer ultrapassar esses limites, e isso foi aos poucos assumindo diferentes formas com diferentes artistas do século XX, como: Luigi Russolo, em 1913, quando expôs à sociedade seu manifesto proclamado de “A arte do ruído (*L'arte dei rumori*)”; Pierre Schaeffer e suas experiências sonoras com gravações em fitas magnéticas, manipulando os sons e utilizando esses sons como “objetos sonoros” em suas composições; John Cage que utilizava a poética do silêncio em suas obras, que modificava a estrutura de instrumentos convencionais temperados, como o piano, para que pudesse auferir resultados distintos daqueles regulados por uma estética musical ocidental temperada.

A forma musical clássica passou a sofrer influências de diferentes formas de querer fazer/criar música. Assim, a música contemporânea, vivenciada por nós em certos momentos da pesquisa, parecia aportar-se em sistemas particulares como centros de referência, os quais se espalhavam por distintos caminhos em contraposição ao modelo racional (altura *versus* tempo), não se concentrando somente em um sistema pré-determinado por um jogo de alturas definidas.

Para entender alguns dos aspectos musicais que pareciam transbordar dos limites expressos por uma lógica passível de ser descrita por meio de modelos matematizados, valemo-nos de algumas ideias do Wittgenstein das Investigações filosóficas (WITTGENSTEIN, 2014), em especial, ideias inerentes aos jogos de linguagem e formas de vida.

Quando empregarmos a noção wittgensteiniana de forma(s) de vida, não estamos criando uma definição, até porque tal filósofo não se permitiu defini-la, estaremos aludindo a uma noção que identificamos etnologicamente como formações culturais e/ou sociais envoltas em sistemas e contextos, nos quais se articulam regras, costumes e hábitos compartilhados, mas que podem ser modificados ou não, e, dentro de tais formações, os jogos de linguagem se constituem. Digamos que diferentes jogos de linguagem se estabelecem em uma forma de vida, e é nesta que nossas expressões linguísticas podem ser compreendidas.

Sobre os jogos de linguagem, a própria ideia de jogo nos mostra diferentes regras, modos de agir e características do que podemos entender como um jogo. Podemos pensar em jogos de tabuleiro, em jogos de cartas, ou, como nos ilustra Vilela (2008), se pensarmos em crianças jogando bola uma para outra, sem regras específicas como as de outro jogo qualquer, não estariam essas crianças jogando? A própria ideia de jogo é maleável, pode conter regras específicas, regras do que fazer ou não, e até mesmo burlar – digamos, pois, que as regras poderiam ser características comuns; porém, não podemos indicá-las como essência dos jogos.

As reflexões suscitadas nos jogos de linguagem wittgensteinianos podem nos auxiliar a compreender os significados de gestos e diálogos que se fazem acompanhar de práticas situadas no meio musical – em especial, nesse meio musical experimental em que as regras conhecidas do ambiente musical tradicional (temperamento igual, partitura) podem ser também decodificadas no interior do jogo metafórico de precisões ou imprecisões.

Conforme descreve Vilela (2013), a filosofia wittgensteiniana das Investigações defende a ideia de que “os significados se constituem e se transformam em seus usos em diferentes contextos” (VILELA, 2013, p. 30); desse modo, regidos pelos jogos de linguagem que os permeiam, os significados não fazem parte de um mundo externo à linguagem, de um mundo platônico, de ideias ou essencialista – os significados formam-se, ou fazem sentido, no mundo linguístico, no uso dos jogos de linguagem, dentro de uma práxis da linguagem.

Nesse sentido, o significado das ações, das decisões tomadas pelos sujeitos da pesquisa, ou a significação de algo utilizado nos jogos observados, desvelam-se nos jogos de linguagem, nos usos de certa palavra ou expressão em uma linguagem habitual, em meio aos cenários e práticas, segundo uma forma de vida, nesse caso, uma forma de vida que se aporta (com regras) em aspectos do mundo musical.

Assim, chegamos ao ponto de questionar se as práticas acompanhadas em certos momentos seriam matemáticas ou musicais, o que nos leva a pensar em algumas constatações feitas por Gelsa Knijnik (2017), com as quais a autora nos sugere que, se nos valermos da noção wittgensteiniana de semelhanças de famílias, possivelmente podemos relacionar outras formas de raciocínio como “outras matemáticas”. Tal noção “nos permite argumentar sobre a existência de jogos de linguagem de formas de vida escolares não ocidentais que podem ser consideradas como ‘matemáticos’” (KNIJNIK, 2017, p. 51), assim, dizemos que tal noção também pode nos auxiliar na argumentação sobre formas de vida ocidentais que, dentro de um contexto diferente do escolar, segue regras advindas de outras ciências (ou artes). Ainda acompanhando as ideias da autora, podemos aproveitar tal critério “para decidir se jogos de linguagem de uma determinada forma de vida são ‘matemáticos’ ou não” (p. 51).

Mesmo que os jogos de linguagem e algumas práticas a eles vinculadas sejam por nós descritos como matemáticos ou não, queremos deixar claro que as características peculiares da música experimental, as possibilidades de criações musicais e improvisações com outros sons, acaso e indeterminação, os objetos sonoros não limitados a frequências definidas ou tempos cronométricos, o espaço da academia, os palcos, os cenários e os grupos de músicos que se propõem a criar esse tipo de arte fazem parte de uma forma de vida que emana esse tipo de música. Assim como determinada ação só faz sentido em uma forma de vida, determinado estilo musical só será compreendido por aqueles que, de alguma maneira ou outra, conhecem as regras que derivam daquela arte musical – dizemos que são práticas sociais específicas. De acordo com o que nos aponta Mauro Lúcio Condé (2004), “é a partir de nossos usos, de nossos jogos de linguagem, enfim, de nossa forma de vida, que estabelecemos nossas significações, etc., com as quais damos sentido ao que nos cerca” (CONDÉ, 2004, p. 81).

Na análise que apresentaremos a seguir, tomaremos as relações musicais, os jogos de linguagem observados e as práticas que os acompanhavam como fazendo parte de uma forma de vida que, numa visão simplista, poderia ser constituída pelos músicos que praticam e seguem “regras” do que classificamos neste trabalho como um tipo de música experimental.

Uma análise de práticas envolvendo construções/criações de instrumentos musicais

Os trechos apresentados aqui são frutos de um trabalho de campo de aproximadamente dois anos, em que o primeiro autor deste artigo se insere e acompanha disciplinas do Curso de Música de uma universidade pública. Especificamente, nesta pesquisa foram detalhados e analisados cenários de duas disciplinas (Disciplinas I e II) acompanhadas no decorrer de um ano, que envolviam construções e experimentações de instrumentos musicais.

De acordo com o que nos evidencia o filósofo austríaco Wittgenstein em suas investigações, as palavras, frases, argumentações ou inferências feitas pelos sujeitos indicam seus possíveis significados dentro dos jogos de linguagem acompanhados de gestos e práticas dentro de determinados contextos. Desse modo, entendemos como imprescindível a pesquisa de campo, por permitir esta um contato significativo entre o pesquisador e os contextos em que se desenrolavam as atividades musicais dos sujeitos da pesquisa.

Sobre os participantes da pesquisa, os grupos foram formados pelo professor e pelos estudantes das Disciplinas I e II – tais disciplinas são obrigatórias e fazem parte do primeiro ano do Curso de Música que acompanhamos. A Disciplina I é ofertada nos primeiros semestres aos calouros do Curso e a Disciplina II é sequencial, ofertada nos segundos semestres.

Por mais que tratássemos de um grupo em um espaço limitado, a sala de aula, bastante comum em pesquisas caracterizadas como uma Etnografia Escolar (ERICKSON, 1984), constatamos que o grupo não deu mostras de estar restrito a um cenário regrado, com um ator principal, que seria o professor, onde tudo giraria ao redor de regras institucionais, ou em torno de uma voz principal que dominava os momentos dialógicos do ambiente. Apuramos também que as organizações das falas não eram totalmente limitadas a regras institucionais, assim como os significados das falas registradas e analisadas não eram apenas literais, os jogos de linguagem percebidos englobavam práticas matemáticas, práticas musicais, atitudes, relações, formas de cultura, gestos, etc., que emergiam nos cenários das discussões.

Dessa maneira, consideramos que tal grupo não se confinou a uma mera organização pautada em “trocas verbais entre pares de indivíduos, isolados dos outros membros ao seu redor” (ERICKSON, 1996, p. 31, tradução nossa), os diálogos surgidos deram-se em um contexto maior, dentro de perspectivas distintas do fazer musical desses estudantes e professor, tais diálogos eram carregados de aspectos culturais, de experiências individuais e coletivas, de influências musicais temperadas ou pós-temperamento.⁶

Sobre os meios e métodos da pesquisa, entendemos que esta pesquisa apresenta características de uma microanálise etnográfica com uma abordagem qualitativa, consoante Mattos e Castro (2011). Em pesquisas com tal característica, devemos acompanhar por um período longo de tempo uma escola, uma sala de aula, um professor, pois isso nos dá meios de particularizar algum processo interacional ou um fato que apontamos como microanaliticamente relevante.

Na microanálise etnográfica existe uma preocupação com o interesse dos atores sociais na escolha de certa forma de comportamento e com um possível significado dessa escolha. Mattos e Castro (2011) sugerem que o pesquisador deve enfatizar o significado da interação como um todo, isto é, o nexos que há entre a cena imediata da interação social de um grupo e o significado do fato social ocorrido em um contexto cultural mais amplo. Para tais autores, “a microanálise etnográfica leva em consideração não somente a comunicação ou interação imediata da cena, como também a relação entre esta interação e o contexto social maior, a sociedade onde este contexto se insere” (MATTOS & CASTRO, 2011, p. 56).

Sobre a construção dos dados para análise, foram feitas gravações de vídeo de momentos das construções dos instrumentos musicais e apresentações finais de trabalhos da Disciplina I e II dos alunos;

⁶ Pós-temperamento no sentido de que poderiam ser utilizados objetos sonoros que não se enquadram numa afinação temperada, que não seguiriam somente uma dialética baseada no sistema altura *versus* tempo.

porém, foi necessário evitar algumas gravações, no intuito de não constranger os participantes da pesquisa nem dificultar a espontaneidade deles. Logo, em momentos de nossa análise tivemos que confiar na riqueza de detalhes que conseguimos descrever no diário de campo, uma ferramenta comumente utilizada nesse tipo de pesquisa.

A microanálise etnográfica nos permitiu entender como os alunos interagem e porque tomavam caminhos distintos em alguns cenários observados, pois, conforme descreve Erickson (2009), quando olhamos de muito perto a riqueza de detalhes, as influências e entonações das conversas, “percebemos que há um tipo de ‘espaço de manobra (*wiggle room*)’, um tipo de espaço para improvisação” (ERICKSON, 2009, p. 283), como verificamos quando os alunos utilizam suas medidas ou suas percepções auditivas (manobras) para obter uma afinação que julgam relevante ou dentro do que o grupo almejava.

Jogos de aproximações: práticas matemáticas ou práticas musicais?

Nesta seção, discutiremos sobre alguns cenários observados na construção de instrumentos conhecidos no meio musical como idiofones. Como mencionado anteriormente, esses instrumentos têm como característica principal a emissão do som (ou notas) por meio da vibração de seu próprio corpo.

Em conformidade com algumas ideias de Gebauer (2013), podemos afirmar que esta pesquisa se assemelha à tarefa científica de descrição e análise de práticas sociais específicas, práticas situadas em um contexto acadêmico e musical, sobretudo envolvendo um grupo heterogêneo, influenciado por características, regras e práticas que fazem parte de uma forma de vida, uma totalidade cultural representada na música contemporânea.

Para introduzirmos a análise desses cenários, é necessário apontar um importante enunciado que denominaremos como “pitagórico”⁷, observado algumas vezes em sala de aula: “*se a tônica⁸ tiver comprimento igual a uma unidade, sua oitava será a metade dessa unidade*” (tendo como base o comprimento das teclas de madeira ou dos tubos de PVC⁹). Essa foi uma das regras a ser seguida, e, por meio dela, seria possível obter as outras notas.

Segundo observamos, os alunos deveriam criar uma escala pentatônica (uma escala com cinco notas, sendo quatro notas distintas entre a tônica e oitava), sem se preocupar com notas temperadas (definidas), mas a relação intervalar entre tônica e oitava deveria estar presente nos instrumentos e seria o limite para que pudessem construir as outras notas entre estas.

7 A experiência pitagórica comumente referida em escritos sobre relações entre matemática e música apresenta uma experiência feita com um aparelho sonoro de uma corda (monocórdio), em que se estabeleceram relações entre frações do comprimento da corda com os sons de uma escala (1.^a, 4.^a, 5.^a e 8.^a), sendo a relação entre a 1.^a nota e sua 8.^a estabelecida como de 1 para $\frac{1}{2}$, respectivamente. Apesar de o professor da disciplina ter mostrado aos alunos que em instrumentos como os idiofones de madeira ou de metal (occos ou não) essa enunciação possa não estabelecer uma relação, conforme trechos do livro “*Musical Instrument Design*” de Bart Hopkin, especificamente em: (HOPKIN, 1996, p. 32), utilizaremos tal denominação “pitagórica” para nos mantermos fiéis às discussões estabelecidas em sala de aula que, por vez ou outra, referenciava essa relação de 1 (1.^a) para $\frac{1}{2}$ (8.^a) como uma relação pitagórica.

8 Como os sujeitos da pesquisa utilizaram a denominação para 1.^a nota da escala de seus instrumentos construídos como “tônica”, utilizaremos essa denominação; por consequência, mesmo em momentos que alguns músicos possam julgar tal som como a “Fundamental” e não como tônica, manteremos tal descrição, porque entendemos que os músicos da pesquisa estão tratando de graus de uma escala.

9 Nas aulas sobre idiofones, foram trabalhados materiais como barras de metal, cabos de vassoura (teclas de madeira) e tubos de PVC (policloreto de vinil), cortados em diferentes tamanhos para obtenção de teclas (ou notas) para construção dos instrumentos musicais.

Nos dias que antecederam a confecção e apresentação dos instrumentos construídos pelos alunos, o professor havia trabalhado vários tipos de materiais como: barras de metal, tubos de PVC e cabos de vassoura para construção de idiofones. Para construção de seus instrumentos, o professor sugeriu que utilizassem a “percepção sonora (usar o ouvido)”, “que seja algo experimental, partir de um princípio sensorial¹⁰” (que foi algo muito discutido em aulas anteriores). Se assim procedessem, poderiam obter um instrumento com uma escala com dois sons correspondentes a uma possível tônica e sua oitava e outros quatro sons dentre este intervalo, porém sem a preocupação com o temperamento igual (uma afinação padronizada), a ideia era privilegiar suas percepções sonoras.

Em ambas as práticas observadas, houve jogos muito mais voltados a aproximações do que a uma pretensão de seguir exatamente ao enunciado entre tônica e oitava, e tais jogos mesclavam-se, moldavam-se com outras regras evidentes de outras práticas... de um jogo musical. Tais aproximações usadas nas práticas de construções dos instrumentos pelos alunos pareciam preparar o terreno para as percepções musicais do que pretendiam encontrar em seu instrumento musical.

Neste artigo, abordaremos três trabalhos de forma mais detalhada, referentes aos Grupos 1, 3 e 4¹¹, devido às diferenças encontradas em suas medidas, tendo como modelo comparativo a regra pitagórica, que envolve tônica (ou fundamental) e oitava, respectivamente com medidas de comprimento proporcionais a um (tônica) e meio (oitava). Também optamos pela escolha do Grupo 3 em virtude das práticas peculiares com que criaram seu instrumento e do sistema de medida adotado, distinto dos outros grupos.

O primeiro grupo que analisaremos, o Grupo 1, construiu um idiofone de cabo de vassoura e base de isopor; tal base foi experimentada em aulas anteriores e funcionou como uma caixa de ressonância. Observe a Figura 1:

Figura 1: Idiofone do Grupo 1



Fonte: Dos autores

Inicialmente, destacaremos um extrato do diário de campo que mostra momentos da apresentação dos alunos, ao relatarem como construíram o idiofone:

De acordo com um dos alunos do Grupo 1, eles fizeram o instrumento por: “percepção auditiva ou no olho mesmo”; “a gente sabia que a oitava teria que ser metade da tônica” e que “os outros deveriam ter tamanhos entre os comprimentos da tônica e oitava”. Um dos alunos comentou que eles deveriam ter feito as notas um pouco maiores (comprimento), porque as notas de 15 cm e 13,9 cm não estavam soando muito bem.

10 Diário de campo, aula realizada no dia 22/4 (CAMARGOS, 2017, p. 157).

11 Grupos 1, 3 e 4 são notações referentes ao diário de campo, ocorridas em 13/5 (CAMARGOS, 2017, p.158).

Os alunos fizeram as seguintes notas:

Tônica: 28cm

Nota b: 24,5cm

Nota c: 21cm

Nota d: 16,5cm

Nota e: 15cm

Oitava: 13,9cm (Trecho diário de Campo). (CAMARGOS, 2017, p. 158)

Algo que nos chamou atenção foi a medida da oitava ser 13,9 cm, porque, se eles estivessem preocupados em ser matematicamente precisos, teriam feito a oitava com 14 cm e não com 13,9 cm. Sendo assim, mediante permissão dos alunos e professor, tivemos acesso aos relatórios dos alunos, para buscar entendermos o porquê da utilização da oitava como 13,9 cm e não com 14 cm.

Em consulta ao relatório dos alunos, descrevemos aqui o que relataram sobre essa situação:

Fizemos um corte de 28 cm na madeira resultando na frequência de D# (Ré sustenido), e com base nessa metragem fizemos um corte de 14 cm para chegarmos à oitava, no entanto, a nota a que chegamos foi a C# (Dó sustenido). Para chegar do C# a D# lixamos a madeira de 14 cm e foi necessário tirar quase 1 cm para a madeira soar como D# [...] (CAMARGOS, 2017, p. 159).

Apesar de terem utilizado padrões convencionais para medir os 14 cm, que, hipoteticamente, constituiriam uma oitava, notamos que os estudantes perceberam que aquela nota não soava a oitava, ou seja, naquele momento, abandonaram uma regra típica da prática algorítmica de calcular matematicamente o comprimento da nota que corresponderia à oitava e passaram a utilizar outras regras, provenientes de seus conhecimentos musicais. Eles passaram a lixar a madeira e a ouvir os sons quando percutiam, comparando com a tônica (1.^a nota) que já estava pronta, por meio do que podemos chamar de “percepção auditiva”. Aqueles estudantes deixaram de lado a regra que utilizaram inicialmente, buscando obter uma nota musical (oitava) que satisfizesse seus ouvidos musicais. Assim, o “exato” passou a participar de um jogo de linguagem do meio musical, de uma busca por uma sensação sonora entre a tônica e sua oitava por meio da percepção auditiva dos sujeitos.

Outra observação é que, se houvessem retirado “quase 1cm” da tecla que corresponderia à oitava, teriam ficado com valor inferior a 13,9cm, o que nos indica que pode ter havido algum erro de transposição de dados para o relatório.

Conforme verificamos, ao analisar o relatório deste grupo, as outras notas foram cortadas entre 28 e 14 cm para que pudessem obter uma escala, pois os alunos estabeleceram que os outros tamanhos deveriam ser maiores que 14 cm e menores que 28 cm. No decorrer da apresentação do grupo, entendemos que eles estipularam uma diferença inicial de 3,5 cm, foram cortando as madeiras e ouvindo, se ficassem com o “som legal”, eles as mantinham, se não, eles lixavam mais a madeira ou cortavam outro pedaço com outra medida.

O fato de estabelecer uma diferença inicial de 3,5cm, apesar de evidenciar uma prática matemática, foi perdendo força ao se colocarem os sons no jogo estabelecido, porque, para eles, o importante era formar uma escala pentatônica; logo, se as teclas não emitissem os sons que procuravam, eles modificariam as medidas.

Tais práticas conduzem ao que Lave (1991) descreve como uma atividade que se constitui em relação com os meios de estruturação, “[...] os recursos de estruturação do cenário” (LAVE, 1991, p. 168, tradução

nossa), como, por exemplo, as formas de estabelecer as medidas das teclas, a utilização da percepção auditiva para entender o tipo de som que desejam, “contribuem mais para a estruturação da atividade” (p. 168) do que simplesmente a utilização de um padrão de medida, modelo ou um princípio matemático a seguir.

As práticas matemáticas examinadas aqui não se restringem a uma prática puramente algorítmica, mas participa de um “jogo de aproximações”; os estudantes passam a empregar a matemática para aproximar dos sons que querem, eles não a aproveitam simplesmente para formatar os tamanhos das teclas¹² de seus instrumentos musicais, mas para aproximar, mediante a escuta, a percepção dos sons que essas teclas emitem, eles decidem se devem continuar a alterar tais medidas ou mantê-las.

Entendemos esses “jogos de aproximações” inspirados nos escritos do Wittgenstein das Investigações sobre os *jogos de linguagem*, que apresentam seus significados e regras acompanhados das práticas, dos usos e costumes, em relações que se dão na práxis sociocultural dentro de uma forma de vida. Ou seja, as práticas, diálogos e gestos imersos em cenários que se relacionam quando os alunos buscam, inicialmente, medidas que seriam próximas de um modelo algoritmo entre tônica e oitava, de diferentes formas, seja usando medidas ou medidores convencionais (acadêmicos), seja utilizando formas e meios não acadêmicos. Assim, esses jogos podem se valer de regras de uma matemática (escolar ou acadêmica) conhecida ou práticas de medir advindas de nosso cotidiano, como também podem aproveitar outras regras, provenientes de práticas musicais, que põe em evidência o uso do que os músicos chamam de percepção auditiva, na procura pelas aproximações dos sons que pretendem conseguir na escala musical, interferindo em medidas antes calculadas.

Nos próximos grupos analisados, também averiguamos momentos em que se percebia esse interesse por aproximações que inicialmente incluíam práticas matemáticas, mas que se fundiam, se misturavam e acabavam cedendo espaço para as formas de percepção auditiva, as quais usavam outras regras.

Ao analisarmos o trabalho do Grupo 3, que também criou um idiofone de cabo de vassoura e base de isopor, constatamos uma prática de medição peculiar, diferente da usada por outros grupos. Os alunos usaram os palmos de suas mãos como uma forma de unidade de medida para calcular os tamanhos dos pedaços de cabo de vassoura para construção de seu idiofone (Figura 2):

Figura 2: Idiofone do Grupo 3



Fonte: Dos autores

Para retratar como foram as práticas de medição e construção deste instrumento, descrevemos um

12 Utilizaremos o termo tecla para nos referirmos aos pedaços de madeira (cabos de vassouras) dos idiofones cortados para emissão dos sons.

trecho do relatório feito pelos alunos (grifo nosso):

O critério utilizado para acharmos a tônica foi a medida da abertura (da mão) de um dos integrantes do grupo. Dividimos essa medida em duas, encontrando a nossa oitava, que infelizmente não foi exata, foi necessário lixar alguns milímetros. As demais notas foram estabelecidas considerando as mãos de outros três integrantes: (Nome dos alunos) (CAMARGOS, 2017, p. 160).

De acordo com a explicação do aluno Mauro¹³ em sala de aula, e, pelo que foi constatado no relatório desse grupo, o instrumento foi construído da seguinte forma:

Tônica: 1 palmo (do aluno Antônio)

Nota b: 1 palmo (do aluno Junior)

Nota c: 1 palmo (do aluno Mauro)

Nota d: 1 palmo (do aluno Marcos)

Oitava: metade do palmo (do aluno Antônio)

Nessa prática dos alunos, observamos o que Lave (2002) narra como uma prática matemática (de calcular tamanhos das teclas) assumindo “formas específicas de acordo com a situação”; segundo a autora, “isso implica que as propriedades matemáticas formais dos problemas potenciais não são suficientes para determinar quais questões emergirão na prática” (LAVE, 2002, p.71). Pelo que pudemos notar, os alunos não empregaram o sistema de medida formal (sistema métrico decimal) e passaram a utilizar um sistema que para eles representaria o que queriam mostrar com aquela atividade. Esse tipo de prática exercida pelos alunos caracteriza-se como uma prática situada, seguindo a perspectiva de Lave (1988, 1996, 2002).

Apesar de estarmos dentro da universidade e de haver possibilidades de ter-se uma prática matemática acadêmica que envolva aproximações, como em aplicações da matemática na física, estamos tratando de práticas situadas em um contexto musical e, portanto, podem emergir outras regras. As regras matemáticas até agora participam de jogos de aproximações dentro de um cenário musical, dessa vez mediante um novo sistema de medidas; uma prática matemática que, de acordo com os alunos, “infelizmente não foi exata”; porém, “exata”, não num sentido matemático, mas num sentido musical, pois o que o aluno Mauro quis dizer com essa expressão é que a oitava não estava exata em relação à tônica (1.^a nota), ou seja, “foi necessário lixar alguns milímetros” para que pudessem obter uma relação melódica que satisfizesse os objetivos do grupo.

As práticas presentes na construção desse idiofone remetem a uma forma de medir peculiar; se há uma prática matemática aqui, seu significado permeia o sentido firmado nas práticas conduzidas pelos alunos, pois, lembrando o Wittgenstein das Investigações, o significado está para o seu uso, os jogos de linguagem são acompanhados de práticas, costumes, dentro de uma forma de vida.

Seguindo os extratos do diário de campo, de acordo com o relato do aluno Mauro, eles fizeram assim por quererem refletir a partir do som: “[...] sem precisar de uma métrica (se referindo ao sistema tradicional de medidas cm, m etc.), para ficarmos atentos ao timbre e à percepção musical” (CAMARGOS, 2017, p. 161).

O aluno Mauro relatou que, após cortarem os cabos, eles os lixaram para obter “sons melhores”. Sobre essa afirmação, em uma das partes de seu relatório, os alunos descrevem que: “Instintivamente lixamos a 3.^a nota, ela estava muito dissonante em relação às outras, depois de alguns milímetros o som ficou consideravelmente mais agradável que o anterior” (CAMARGOS, 2017, p. 162).

13 Para preservar a identidade dos envolvidos na pesquisa, todos os nomes de estudantes utilizados são fictícios.

Chamamos a atenção para o fato de os alunos destacarem a não utilização do sistema métrico decimal, que poderia ser considerado um modelo convencional, para que pudessem focar nos sons, no timbre, usando “a percepção musical”; portando, mesmo que tenham empregado um princípio aparentemente matemático (baseado no modelo: palmo e meio palmo) para encontrar tônica (fundamental) e oitava, isso para eles parecia não ser tão relevante quanto as características sonoras que pretendiam obter.

Essa instrumentação manejada para criar seus instrumentos, tanto as relações métricas conhecidas, quanto os “palmos” desses alunos, são instrumentos de medidas diferentes entre si, mas utilizáveis nesta ou em outras situações. São instrumentos recorrentes que nos permitem medir ou estabelecer um jogo de comparação de tamanhos, conforme nos diz o filósofo austríaco:

A linguagem é um instrumento. Seus conceitos são instrumentos. Pensa-se talvez que não pode fazer *grande* diferença *quais* conceitos empregamos. Como, afinal, se pode fazer física com pés e polegadas, assim como com m e cm; a diferença é apenas uma diferença de comodidade. Mas isto também não é verdadeiro quando, por exemplo, os cálculos num sistema de medidas exigem mais tempo e mais esforço do que podemos despende (WITTGENSTEIN, 2014, p. 203).

Segundo verificamos, trata-se de outras regras, mesmo que os instrumentos de medição denotem uma linguagem matemática, ela se mistura às regras musicais. Os músicos não querem fazer matemática, as aproximações são apenas mais uma de suas ferramentas para construir ou modificar seus instrumentos. Em suas pesquisas por sons e timbres, perpassando pela criação de seus instrumentos, eles querem ouvir sons que os agradem, que se encaixem na melodia que almejam criar.

No caso descrito anteriormente, além do uso de outro sistema de medida, que constou como uma etapa para se aproximarem daquilo que pretendiam erigir como instrumento musical, os alunos prezaram a percepção auditiva nos ajustes de sua obra. As práticas iniciais vão aos poucos cedendo lugar a outras práticas, que adotam regras musicais também peculiares, não há uma afinação padronizada ali, dentro de um sistema musical rígido que dite o valor de uma possível exatidão para as frequências que corresponderiam à tônica ou à oitava, algo do tipo: “a oitava deve ter exatamente o dobro da frequência da tônica” – isso porque os alunos não estão seguindo regras preocupados com relações que estão por trás da percepção auditiva destes sons, eles estão se servindo de suas próprias regras, suas formas de percepção dos sons, como músicos.

O importante nesse cenário observado foram os sons emitidos pelo instrumento, obtidos por um jogo de aproximações que envolveu, principalmente, as percepções musicais do que queriam ouvir com aquele instrumento, o que nos leva a acreditar que, mais importante que qualquer sistema que utilizem para cortar os tamanhos de tubos ou teclas, eles sempre darão prioridade ao som, à percepção dos sons que pretendem ouvir enquanto músicos, profissionais ou aprendizes.

Para finalizar esta parte, esboçaremos algumas considerações sobre o trabalho realizado pelo Grupo 4. Este grupo também construiu um idiofone de cabo de vassoura e base de isopor; observemos a Figura 3 a seguir:

Figura 3: Idiofone do Grupo 4



Fonte: Dos autores

A seguir, seguem as medidas fornecidas pelos alunos para que possamos tecer algumas observações:

Tônica: 30 cm (1.^a nota - tônica)

Nota b: 27 cm (Ré não temperado)

Nota c: 21,9 cm

Nota d: 19,25 cm (8.^a do Ré não temperado)

Nota e: 18 cm

Oitava: 15,2 cm (oitava)

Para discussão, consideraremos duas observações relevantes no trabalho do Grupo 4. Ambas contrariam o princípio (pitagórico) utilizado que pressupõe uma relação inicial entre os comprimentos de tônica e oitava.

A primeira, podemos entrever no relato do aluno Bryan: “[...] a gente cortou a oitava um pouco maior pra tentar ir lixando até a gente obter a oitava certinha” (CAMARGOS, 2017, p. 163).

Nas medidas fornecidas pelos alunos, podemos constatar que a oitava não se restringe à metade do comprimento da 1.^a nota, como poderia ser esperado, caso os alunos prezassem por seguir à risca o modelo algorítmico dado. Uma das diferenças que apuramos foi que, no Grupo 1, a oitava ficou com comprimento menor do que a metade da 1.^a nota, já no caso do (Grupo 4) a oitava ficou maior do que o estabelecido pelo modelo pitagórico.

A outra observação é que a segunda tecla do instrumento deu uma nota “Ré não temperado” e a quarta tecla deu a “8.^a do Ré não temperado”, sendo as medidas dessas notas respectivamente 27 cm e 19,25 cm, o que não corresponde à relação de comprimento baseada no modelo descrito anteriormente.

Novamente podemos destacar uma prática de medição que tentava aproximar as teclas do idiophone a um valor que corresponderia à tônica e oitava; sobretudo, mais uma vez, tal prática cedeu lugar ao que os participantes chamam de percepção musical.

De acordo com o relato do aluno Bryan, eles foram lixando os cabos de vassoura até obterem “a oitava certinha” (frase dita pelo aluno), e, consoante argumentamos anteriormente, isso não se refere a obter uma medida de comprimento exata, mas uma nota que emitisse um som que correspondesse com a nota que procuravam, algo que satisfizesse a percepção musical dos alunos, como uma oitava, ou melhor, como uma relação entre oitava e tônica que representasse um intervalo aceito por eles.

Em meio à microanálise que fizemos desses momentos da aula, pudemos registrar evidências daquilo que Lave (1988, 1991) detalha como meios de estruturação que surgem e se estabelecem com as atividades, que contribuem para o desenrolar destas em uma prática situada. Decerto existem práticas matemáticas que antecedem a finalização dos instrumentos, mas que pertencem ao jogo estabelecido na construção deles. Para compreender esse tipo de prática, devemos entender o jogo do qual ela faz parte, não podemos simplesmente reduzi-la a uma prática matemática escolar, ela participa de um jogo de aproximações gerado por regras integrantes da forma de vida musical que os estudantes vivenciam.

Assim como palavras em pedaço de papel podem ser incompreensíveis fora dos jogos de linguagem (GEBAUER, 2013), não conseguimos entender práticas exteriores aos cenários, são práticas situadas, que se estabelecem no interior de um jogo de aproximações, conforme destaca Lave (1988, 1991); se há alguma matemática em certo momento, ela parece perder espaço para outras práticas no decorrer da atividade e cede lugar ao que descrevemos aqui como “percepção musical”, “percepção auditiva” ou “sensação auditiva”.

De fato, em determinados momentos, pudemos notar certo abandono de um possível modelo pitagórico e a sua substituição por outras práticas, pois os estudantes não estavam tratando de um problema de matemática, havia uma busca por sons, e, isso envolve muito mais o aproveitamento de conhecimentos musicais pelos alunos do que uma prática algorítmica. Em práticas como essas, frisamos a importância das formas de percepções (KOELLREUTTER, 1997), que medeiam o encontro de sons, a criação de instrumentos e de diferentes escalas, dentro de um espaço de possibilidades com linhas tênues.

Melodias finais

Essa prática de cortar as teclas dos instrumentos, com base em um princípio que busca dimensões entre um limite entre tónica e oitava, pôde ser considerada como uma prática matemática, porque em tais práticas também houve transformações e/ou combinações de relações de quantidade pelos participantes, assim como em ocasiões analisadas pela antropóloga Jean Lave (1996, 2002) no Projeto de Matemática para Adultos (PMA).

Nas práticas analisadas, verificamos que os participantes da pesquisa não se valem apenas de resoluções regradas por uma matemática formalizada – como, por exemplo: siga o modelo pitagórico de tónica e oitava para calcular tais notas –, eles empregam estratégias que vão além do tipo de resolução formal para chegar ao objetivo, tais estratégias não podem ser reduzidas, por exemplo, a uma prática matemática escolar.

Nesses cenários que envolveram a construção dos idiofones, notamos que as práticas denotativas de alguma característica matemática se fundiam, se misturavam ou cediam lugar às práticas musicais atinentes às percepções auditivas dos estudantes. Assim, entrevimos práticas dos membros do grupo participante que implicavam transformações ou combinações de relações de quantidade e medidas, como também o aproveitamento de sistemas de medidas peculiares. Digamos que as práticas matemáticas presenciadas desvelaram seus significados dentro dos cenários, em certos momentos tomando caminhos distintos de uma resolução do tipo formal, ou melhor, perdendo espaço para outras práticas, que entendemos como situadas.

De conformidade com o que nos ensina o filósofo austríaco Wittgenstein, o fato de os comprimentos das teclas não se pautarem pelo padrão estabelecido geraria um caráter inexato? Será que “[...] o inexato não atinge o seu alvo tão perfeitamente como o mais exato” [...]? (WITTGENSTEIN, 2014, p. 64). No

dizer do filósofo, “depende, pois, do que chamamos ‘o alvo’” (p. 64). Nos casos descritos até o momento, julgamos que o inexato pode se referir a uma prática de mensurar que não se preocupou prioritariamente com uma exatidão, e mais, refere-se à percepção que os jovens aprendizes tinham daquilo que seria o seu “alvo”. Voltando em Wittgenstein (2014, p. 63):

Quando digo a uma pessoa “Detenha-se mais ou menos aqui!” – esta explicação não pode funcionar perfeitamente? E uma outra não pode também falhar? “Mas a explicação não é de fato inexata?” – Sim; por que não se deve chamá-la “inexata”? Se ao menos entendêssemos o que “inexata” significa! Porque não significa “inutilizável”.

Então, quando os alunos se detiveram mais ou menos ali, entre uma tônica e uma oitava inexata, isso seria inutilizável? Isso não se resume a um problema de matemática, digamos que se trata de uma prática embasada em percepções musicais, em práticas experimentais. Ou melhor, o que orchestra as práticas aqui não é um sistema rígido, mesmo que instituídas algumas regras, como num jogo, mas as quais seus jogadores podem extrapolar (tal como blefar num jogo de pôquer), ou podem firmar outros preceitos, que foram constituídos em suas formas de vidas musicais, transbordando assim os limites de um único modo de agir, obedecendo às suas percepções sobre o melhor caminho a seguir.

Referências

- ABDOUNUR, O. J. **Matemática e música: pensamento analógico na construção de significados**. São Paulo, SP: Escrituras, 1999. 351 p.
- ABDOUNUR, O. J. The emergence of the idea of irrationality in Renaissance theoretical music contexts. **Mathematical Journal for Interdisciplinary Sciences (MJIS)**, v. 3, p. 155-172, 2015.
- BROMBERG, C. Ainda assim o som se move. **Revista FAPESP**, São Paulo, p. 82 - 85, 30 jul. 2012. Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2012/07/Pesquisa_197-26.pdf?78fdbe>. Acesso em: fev. 2019.
- BROMBERG, C. Do Experimento com Instrumentos Musicais em Tratados de Música do século XVI. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA, 14., 2014, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2014. v. 1. p. 1-10.
- CAMARGOS, C. B. R. **Músicas que ultrapassam as estruturas regidas por números: Uma análise de práticas matemáticas em construções de instrumentos musicais**. Tese (Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2017.
- CONDÉ, M. L. L. **As Teias da Razão: Wittgenstein e a crise da racionalidade moderna**. Belo Horizonte: Argvmentvm Editora, Scientia/UFGM, 2004.
- CUNHA, N. P. da. **Matemática & música: diálogo interdisciplinar**. Recife, PE: Ed. Universitária da UFPE, 2006. 132 p.
- DU SAUTOY, M. **A música dos números primos: história de um problema não resolvido na matemática**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2007. 351 p.
- ERICKSON, F. What makes school ethnography ‘ethnographic’? In: **Anthropology Educational Quarterly**, v.15, 1984. p. 51-66.
- ERICKSON, F. Going for the zone: the social and cognitive ecology of teacher-student interaction in classroom conversations. In: HICKS, D. **Discourse, learning, and schooling**. New York: Cambridge University Press, 1996. p. 29-62.

- ERICKSON, F. Ethnographic microanalysis. In: MCKAY, S. L.; HORNBERGER, N. H. **Sociolinguistics and Language Teaching**. Cambridge Books Online. Cambridge University Press: New York, 2009.
- FENERICH, A. S. Obra musical opaca: a confluência de valores da música experimental em Pierre Schaeffer e John Cage. **Revista Poiésis**, Tubarão, n. 25. p. 13-26, 2015.
- GEBAUER, G. **O Pensamento Antropológico de Wittgenstein**. Trad.: Milton Camargo Mota. Edições Loyola; São Paulo, 2013.
- HOPKIN, B. **Musical Instrument Design**: Practical information for instrument making. Tucson, AZ: See Sharp Press, 1996. 181 p.
- KNIJNIK, G. A ordem do discurso da matemática escolar e jogos de linguagem de outras formas de vida. **Perspectivas da Educação Matemática**. Campo Grande, v. 10, n. 22, 2017.
- KOELLREUTTER, H. J. Por uma nova teoria da música, por um novo ensino da teoria musical. In: KATER, C. (Org.). **Educação musical**: cadernos de estudo. Belo Horizonte, Travez/EMUFMG/FEA/FAPEMIG, nº 6, 1997. p. 45-52.
- LAVE, J. **Cognition in Practice**: Mind, mathematics and culture in everyday life. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.
- LAVE, J. **La cognición em la práctica**. Barcelona - Buenos Aires - México: Paidós Iberica Ediciones S a. 1991.
- LAVE, J. A selvageria da mente domesticada. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, n. 46, p. 109-133, out. 1996.
- LAVE, J. Do lado de fora do supermercado. In: FERREIRA LEAL, M. **Ideias matemáticas de povos culturalmente distintos**. São Paulo: Global, 2002, p. 65-98.
- LÉVY, P. **A máquina universo**: criação, cognição e cultura informática. Porto Alegre: ArtMed, 1998.
- MATTOS, C. L. G., & CASTRO, P. A., (Org.). **Etnografia e educação**: conceitos e usos [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2011. 298 p. ISBN 978-85-7879-190-2. Available from SciELO Books <<http://books.scielo.org>>.
- PIRES FILHO, J. C. **Classificação de Instrumentos Musicais em Configurações Monofônicas e Polifônicas**. 2009. 190 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <<http://www.pee.ufrj.br/teses/textocompleto/2009090801.pdf>>. Acesso em: fev. 2019.
- VILELA, D. S. Conceitos da Filosofia de Wittgenstein e Programa Etnomatemático. **Quadrante**, vol. XVII, nº 2, 2008. p. 3-22.
- VILELA, D. S. **Usos e jogos de linguagem na matemática**: diálogo entre filosofia e educação matemática. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2013.
- WISNIK, J. M. 2007. **O Som e o Sentido**. 2. ed., São Paulo: Companhia das Letras, 2007.
- WITTGENSTEIN, L. **Investigações Filosóficas**. Trad.: Marcos G. Montagnoli; revisão da tradução e apresentação: Emmanuel Carneiro Leão. 9. ed., Petrópolis: Vozes; Bragança Paulista: Editora Universitária São Francisco, 2014. 350 p.
- WITTGENSTEIN, L. **Investigações Filosóficas**. Trad.: José Carlos Bruni. Coleção: Os Pensadores. São Paulo: Editora Nova Cultural, 1999. 207p.

Recebido em: 14/03/2019

Aprovado em: 19/11/2019

