



FUNDAÇÃO
ARAUCÁRIA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Divisão de Pesquisa



PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA – PIBIC/CNPq-FA- UEM

1. TÍTULO DO PROJETO: Desenvolvimento e aplicação de experimentos auditivos psicoacústicos para aferir a pertinência e a validade de modelos matemáticos de propriedades harmônicas paradigmáticas criados pelo projeto de pesquisa docente 6182/2014.

2. INÍCIO: 01/08/2016

3. TÉRMINO: 31/07/2017

4. EQUIPE EXECUTORA:

a) Nome do Acadêmico: *Marion Cleiton de Almeida*

b) Nome do Orientador: *Prof. Dr. Marcus Alessi Bittencourt*

c) Nome do Co-Orientador (se houver): -----

Resumo.

Este projeto de pesquisa, que se insere como um complemento experimental ao projeto de pesquisa docente intitulado "Formalização e abstração de propriedades psicoacústicas paradigmáticas dos aglomerados de sons de altura definida como embasamento teórico para uma nova disciplina da Harmonia" (processo 6182/2014), visa o desenvolvimento e a realização de experimentos psicoacústicos para aferir a pertinência e a validade dos modelos matemáticos criados por aquele projeto de pesquisa docente em relação à quantização dos conceitos harmônicos de raiz, vértice, tonicidade, fonidade, comunalidade e potencial de aspereza para todas as configurações diferentes de classes intervalares possíveis com o temperamento igual de 12 notas por oitava. Esta pesquisa justifica-se na medida em que ela provê à pesquisa docente 6182/2014 um componente experimental psicoacústico como complementação e "zona-de-testes" de seus conceitos harmônicos teóricos, servindo-lhes como elemento validador e propondo-lhes ainda correções e calibrações mais precisas em suas modelagens matemáticas. A metodologia utilizada na pesquisa incluirá o levantamento, estudo e fichamento do material bibliográfico que fundamenta os conceitos harmônicos paradigmáticos a serem estudados, incluindo as propostas de quantização matemática destes conceitos, conforme os estudos realizados pelo projeto de pesquisa docente 6182/2014, e o desenvolvimento de testes auditivos psicoacústicos e seus protocolos para cada um daqueles conceitos harmônicos. Após isto, os testes projetados serão construídos e implementados computacionalmente no Laboratório de Pesquisa e Produção Sonora do DMU-UEM e efetivamente aplicados a pessoas, incluindo indivíduos amostrados especialmente dentre a população de discentes e docentes do curso de graduação em Música da UEM. Os dados experimentais colhidos pelos testes serão processados na forma de tabelas e gráficos e serão preparados comentários críticos a respeito da capacidade dos testes de validar os métodos de modelagem matemática dos conceitos harmônicos estudados. Ao final, esta pesquisa será formalizada com a preparação de um artigo científico e todo o material bibliográfico produzido será ainda acrescentado ao site wiki de documentação do Laboratório de Pesquisa e Produção Sonora (LAPPSO) da UEM.

Introdução.

Esta proposta de pesquisa de Iniciação Científica se integra como componente auxiliador e complemento experimental ao projeto de pesquisa docente coordenado por seu orientador, intitulado "Formalização e abstração de propriedades psicoacústicas paradigmáticas dos aglomerados de sons de altura definida como embasamento teórico para uma nova disciplina da Harmonia" (processo 6182/2014), que está desde 2014 sendo desenvolvido na Universidade Estadual de Maringá com financiamento da Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná na forma de bolsa de Produtividade em Pesquisa (convênio 473/2014 UEM/FA).

Este projeto de pesquisa docente visa construir um embasamento teórico para uma nova disciplina da Harmonia Musical por meio da formalização e da abstração teórica de propriedades psicoacústicas dos aglomerados de sons de altura definida, e efetua a investigação e definição de conceitos paradigmáticos psicoacústicos deste tipo de sons, sua qualificação e quantificação matemática, e a enumeração e estudo qualitativo e taxonômico de um Universo Harmônico definido pelos estudos. Como exemplificação destes conceitos paradigmáticos harmônicos estudados estão uso do contínuo de alturas (microtonalidade, xenotonalidade), a relação entre as escalas e intervalos utilizados por uma tradição musical e o espectro tímbrico dos instrumentos musicais preferidos por esta tradição (ver SETHARES 1998, por exemplo); a ideia de intervalos primevos (ver BITTENCOURT 2011 e 2014), a afinação justa e o papel desempenhado pelos temperamentos (ver BARBOUR 1951); as ideias de Equivalência, Inclusão e Isomeria contidas nos métodos analíticos da Set Theory (FORTE 1973 e RAHN 1980); a Lei Universal da Atração das Alturas, os estudos de simetria e as taxonomias cardinais e tonais dos agrupamentos de notas (ver COSTÈRE 1954); as qualidades psicoacústicas dos sons tais como Aspereza (ou Rugosidade – ver HELMHOLTZ 1885), Fusão, Tonicidade, Raiz e Comunalidade (ver PARNCUTT 1989), além de outros conceitos mais experimentais como Fonicidade (OETTINGEN 1866), Vértice, Geratriz e Azimute (ver BITTENCOURT 2011).

Com este cenário de pesquisa em mente, a premissa inicialmente utilizada como elemento de validação de seus modelos e proposições teóricos é a de que se os modelos estruturais e conceitos harmônicos propostos e suas modelagens matemáticas forem capazes de corroborar e validar conceitos, ideias e pontos de vista comumente mantidos por importantes teóricos musicais da história em relação aos materiais e elementos musicais tradicionalmente utilizados pelos músicos através dos tempos, então é provável que o modelo estrutural seja válido não apenas como ferramental para a avaliação e estudo técnico das obras do passado, mas também igualmente válido para revelar detalhes e informações interessantes sobre aqueles outros materiais musicais não tradicionalmente utilizados e passíveis de experimentação pela contemporaneidade.

No entanto, uma vez que qualquer teoria harmônica é efetivamente a cristalização teórica de uma práxis de audição do universo sonoro musical, é também não somente possível como desejável testar experimentalmente as teses e conceitos desenvolvidos, avaliando se ouvintes humanos – e em especial ouvintes músicos e aprendizes de músicos, que são especialmente treinados para a escuta musical – são capazes de efetivamente perceber aquilo que a teoria harmônica criada postula e prevê como sendo audível e importante musicalmente, e ainda segundo as gradações previstas pelos modelos. É neste sentido que a presente proposta de pesquisa de Iniciação Científica se insere na pesquisa docente maior do projeto 6182/2014, propondo o desenvolvimento e a realização de experimentos psicoacústicos para aferir a pertinência dos modelos matemáticos de quantização dos mais importantes conceitos harmônicos criados pelo projeto docente original, tais como os conceitos de raiz, vértice, tonicidade, fonicidade, comunalidade e potencial de aspereza. Assim, esta pesquisa de Iniciação Científica pretende o provimento de

um componente experimental psicoacústico como complementação e "zona-de-testes" dos conceitos harmônicos teóricos criados por aquela pesquisa docente, servindo-lhe como elemento validador e propondo-lhe ainda correções e calibrações mais precisas das modelagens matemáticas teóricas criadas.

Justificativas.

Toda vez que um compositor tem que lidar com a montagem de ideias musicais a partir de sons de altura definida, este tem que tecer decisões a respeito da manipulação de combinações simultâneas de notas musicais e sobre a lógica de seu desenvolvimento na sucessividade temporal. Na realização desta tarefa, o compositor deve ser capaz de compreender o valor expressivo e as propriedades de mistura dos diferentes tipos de simultaneidades de notas musicais e de formular mecanismos lógicos para a progressão sucessiva destes amálgamas sonoros. Após todos os experimentos musicais do século XX e do intenso trânsito de informação deste nosso mundo globalizado, é óbvia a inconveniência da instrução e treinamento de compositores a partir de ideias arcaicas e fora dos contextos atuais, pois estas, contidas nos tratados acadêmicos históricos tradicionais de teoria da Harmonia Musical podem apenas, no melhor dos casos, estabelecer como a Harmonia costumava ser concebida e praticada no passado e em tradições musicais específicas.

Neste sentido, o projeto de pesquisa docente "Formalização e abstração de propriedades psicoacústicas paradigmáticas dos aglomerados de sons de altura definida como embasamento teórico para uma nova disciplina da Harmonia" (processo 6182/2014) propõe uma tentativa unificada de codificação de princípios harmônicos básicos, de uma maneira relevante aos dias atuais de um mundo globalizado e compatível com a experimentação feita desde o início do século XX. Esta pesquisa está sendo realizada a partir da investigação de fenômenos psicoacústicos paradigmáticos e arquetípicos que são comuns a todos os seres humanos e que assim têm impacto direto e embasador na formulação de novas metodologias de ensino de Harmonia, propondo guias mestras para a experimentação dos compositores contemporâneos, estimulando o desenvolvimento de novas maneiras de pensamento harmônico. O levantamento de tais princípios fundamentais pode também ajudar a explicar as razões pelas quais as tradições musicais se cristalizaram historicamente em certos procedimentos harmônicos específicos, fornecendo inclusive uma contextualização mais contemporânea e intertextual a textos teóricos tradicionais históricos.

É neste contexto que a presente proposta de pesquisa de Iniciação Científica se insere na pesquisa docente maior do projeto 6182/2014, provendo uma complementação e "zona-de-testes" experimental psicoacústica dos conceitos harmônicos teóricos criados pela pesquisa docente. Uma possível validação por meio de testes experimentais psicoacústicos das teorias harmônicas criadas pelo projeto de pesquisa docente em questão terá grande impacto na conclusão de seus estudos, servindo não apenas como elemento validador de pertinência de tais estudos, mas também propondo correções e calibrações mais precisas das modelagens matemáticas teóricas neles criadas. Este projeto de Iniciação Científica ainda se integra de maneira expressiva nas atividades de pesquisa, ensino e extensão do Laboratório de Pesquisa e Produção Sonora (LAPPSO) do Departamento de Música da UEM, criado em 2006 e cadastrado no diretório de grupos de pesquisa do CNPq. Somando-se às atividades de pesquisa do LAPPSO, este estudo ajudará com os esforços de produção de material bibliográfico do laboratório, acrescentando os fichamentos, resumos, análises e escritos originais produzidos pela pesquisa ao website wiki de documentação do LAPPSO.

Objetivos.

Objetivo Geral:

1. Desenvolver e realizar experimentos psicoacústicos para aferir a pertinência e validade dos modelos matemáticos criados pelo projeto de pesquisa docente 6182/2014 para a quantização dos conceitos harmônicos de raiz, vértice, tonicidade, foncidade, comunalidade e potencial de aspereza, em relação a todas as configurações diferentes de classes intervalares possíveis com o temperamento igual de 12 notas por oitava.

Objetivos Específicos:

1. Criar procedimentos e métodos para a realização de experimentos auditivos que auxiliem a aferir a pertinência e a validade psicoacústica dos modelos matemáticos criados pelo projeto de pesquisa docente 6182/2014 para a quantização dos conceitos harmônicos raiz, vértice, tonicidade, foncidade, comunalidade e potencial de aspereza;
2. construir computacionalmente os procedimentos experimentais projetados, conforme os procedimentos e métodos apurados, de maneira a averiguar experimentalmente todas as configurações diferentes de classes intervalares possíveis com o temperamento igual de 12 notas por oitava;
3. aplicar em pessoas os procedimentos experimentais desenvolvidos, testando em especial indivíduos amostrados dentre a população de discentes e docentes do curso de graduação em Música da UEM;
4. processar os dados colhidos, preparando-os por meio da confecção de gráficos e tabelas;
5. discutir as experiências realizadas e o seu sucesso ou não na demonstração da validade e pertinência dos métodos matemáticos de quantização criados pelo projeto de pesquisa docente 6182/2014;
6. escrever um artigo científico formalizando as pesquisas realizadas;
7. acrescentar todo material bibliográfico produzido pela pesquisa no site *wiki* de documentação do Laboratório de Pesquisa e Produção Sonora (LAPPSO) da UEM;

Metodologia.

Esta pesquisa se iniciará com o levantamento, estudo e fichamento do material bibliográfico que fundamenta os conceitos harmônicos de raiz, vértice, tonicidade, foncidade, comunalidade e potencial de aspereza, incluindo as propostas de quantização matemática destes conceitos, conforme os estudos realizados pelo projeto de pesquisa docente 6182/2014, que inclui como referências, dentre outros autores, trabalhos tais como SETHARES (1998), BARBOUR (1951), FORTE (1973) e RAHN (1980), COSTÈRE (1954); HELMHOLTZ (1885) e PARNCUTT (1989), além de OETTINGEN (1866) e BITTENCOURT (2011 e 2014). A esta etapa segue-se o desenvolvimento de testes auditivos psicoacústicos e seus protocolos para cada um daqueles conceitos harmônicos mencionados anteriormente, no sentido de verificar se as percepções auditivas intuitivas daqueles conceitos por ouvintes humanos, em especial aquelas realizadas por ouvintes músicos e aprendizes de músicos, conseguem ser pertinentemente modeladas pelos modelos matemáticos de quantização propostos pelo projeto de pesquisa docente 6182/2014. O ponto de partida teórico para a criação destes testes será pensado conforme a taxonomia básica de experimentos psicofísicos descrita em GESCHEIDER (1985), e será embasado em diversos exemplos de experimentos

psicoacústicos publicados no periódico The Journal of the Acoustical Society of America, em especial experimentos dos anos 60 e 70 do século XX que tornaram-se experimentos clássicos na área de psicoacústica, tais como HOUTSMA & GOLDSTEIN (1972), PLOMP (1964 e 1967), PLOMP & LEVELT (1965), SCHOUTEN, RITSMA & CARDOZO (1962) e SHEPARD (1964). Após isto, os testes projetados serão construídos e implementados computacionalmente no Laboratório de Pesquisa e Produção Sonora do DMU-UEM e efetivamente aplicados a pessoas, incluindo indivíduos amostrados especialmente dentre a população de discentes e docentes do curso de graduação em Música da UEM, segundo os protocolos desenvolvidos. A esta fase de testes também segue-se o processamento dos dados experimentais colhidos na forma de tabelas e gráficos. O projeto finaliza-se com a confecção de comentários críticos a respeito da capacidade dos testes de validar os métodos de modelagem matemática dos conceitos harmônicos estudados e com a formalização dos estudos realizados em formato de artigo científico, o que incluirá ainda a transferência dos materiais bibliográficos gerados pela pesquisa para o website wiki de documentação do Laboratório de Pesquisa e Produção Sonora (LAPPSO) da UEM.

Plano de trabalho individual, detalhando as atividades específicas a serem desenvolvidas pelo acadêmico no período de 01/08/2016 a 31/07/2017.

- Etapa 1: levantamento e seleção de material bibliográfico que fundamenta os conceitos harmônicos de raiz, vértice, tonicidade, foncidade, comunalidade e potencial de aspereza, incluindo as propostas de quantização matemática destes conceitos conforme os estudos realizados pelo projeto de pesquisa docente 6182/2014;
- Etapa 2: desenvolvimento de testes auditivos psicoacústicos e seus protocolos para os conceitos harmônicos de raiz, vértice, tonicidade, foncidade, comunalidade e potencial de aspereza;
- Etapa 3: construção e implementação computacional dos testes auditivos psicoacústicos projetados, segundo os protocolos criados na etapa anterior;
- Etapa 4: aplicação dos testes auditivos psicoacústicos planejados a pessoas, incluindo indivíduos amostrados especialmente dentre a população de discentes e docentes do curso de graduação em Música da UEM, e processamento dos dados experimentais colhidos na forma de tabelas e gráficos;
- Etapa 5: formalização da pesquisa realizada em formato de artigo científico, incluindo comentários críticos a respeito da capacidade dos testes de validar os métodos de modelagem matemática dos conceitos harmônicos estudados;
- Etapa 6: transferência dos materiais bibliográficos gerados pela pesquisa para o website wiki de documentação do Laboratório de Pesquisa e Produção Sonora (LAPPSO) da UEM.

Cronograma de execução abrangendo o período de 1/08/2016 a 31/07/2017.**

**Cronograma de execução												
DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES	Assinalar o mês em que a atividade será executada											
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°
Etapa 1 (ver acima)	X	X										
Etapa 2 (ver acima)		X	X	X								
Etapa 3 (ver acima)				X	X	X						
Etapa 4 (ver acima)							X	X	X	X		
Etapa 5 (ver acima)									X	X	X	X
Etapa 6 (ver acima)												X

Referências Bibliográficas.

- BARBOUR, J. M.. *Tuning and Temperament: A Historical Survey*. East Lansing: Michigan State College Press, 1951.
- BITTENCOURT, Marcus Alessi. Sketches for the foundations of a contemporary experimental treatise on Harmony. In: *Anais do II Encontro Internacional de Teoria e Análise Musical*. São Paulo: UNESP-USP-UNICAMP, 2011.
- BITTENCOURT, Marcus Alessi. *Tratado de Harmonia, demonstrado à maneira dos geômetras, Livro Um*. Trabalho representativo da consolidação da linha de pesquisa apresentado e defendido como requisito para a promoção à classe de Professor Associado do Magistério Público da Universidade Estadual de Maringá, Paraná, Brasil, 2014.
- COSTÈRE, Edmond. *Lois et Styles des Harmonies Musicales*. Paris: Presses Universitaires de France, 1954.
- FORTE, Allen. *The Structure of Atonal Music*. New Haven: Yale University Press, 1973.
- GESCHEIDER, G. A.. *Psychophysics: method, theory and application* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1985.
- HELMHOLTZ, H. L. F.. *On the Sensations of Tone as a Physiological Basis for the Theory of Music*. Translated by A. J. Ellis. 2nd edition. New York: Dover Publications, Inc., 1954 [1885].
- HOUTSMA, A.J.M. & GOLDSTEIN, J.L.. Perception of musical intervals: Evidence for the central origin of the pitch of complex tones. In: *The Journal of the Acoustical Society of America*, volume 51, no. 2, part 2, p. 520-529, 1972.
- OETTINGEN, Arthur von.. *Harmoniesystem in Dualer Entwicklung*. Leipzig: W. Glaser, 1866.
- PARNCUTT. R.. *Harmony: A Psychoacoustical Approach*. Springer-Verlag, 1989.
- PLOMP, R.. The Ear as a Frequency Analyzer. *The Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 36, no. 9, p. 1628-1636, 1964.
- PLOMP, R.. Pitch of complex tones. *The Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 41, no. 6, p. 1526-1533, 1967.
- PLOMP, R. and LEVELT, W. J. M.. Tonal Consonance and Critical Bandwidth. *The Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 38, pp. 548-560, 1965.
- RAHN, J.. *Basic Atonal Theory*. New York: Schirmer Books, 1980.
- SCHOUTEN, J. F., RITSMA, R. J. & CARDOZO, B. LOPES. Pitch of the Residue. *The Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 34, no. 8, part 2, p. 1418-1424, 1962.
- SETHARES, W. A.. *Tuning, Timbre, Spectrum, Scale*. London: Springer-Verlag, 1998.
- SHEPARD, Roger N.. Circularity in Judgements of Relative Pitch. *The Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 36, no. 12, p. 2346-2353, 1964.

Maringá, 28 de Março de 2016