

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

Marion Cleiton de Almeida (PIBIC/CNPq/UEM) e-mail: marion.mxt@hotmail.com, Marcus Alessi Bittencourt (Orientador), e-mail: mabittencourt@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Ciências Humanas, Linguística, Letras e Artes/Maringá, PR.

Palavras-chave: Psicoacústica, Teoria da Música, Harmonia Musical.

Resumo:

Esta pesquisa de Iniciação Científica desenvolveu um aplicativo online em PHP, Javascript e HTML5 de aplicação de um teste auditivo psicoacústico para aferir a validade de um dos modelos matemáticos criados pelo 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 de Harmonia” (processo 6182/2014), referente à classificação dos tipos T_n tricordes quanto à sua suavidade. Após o desenvolvimento do aplicativo, que propõe aos respondentes diversas votações entre dois tricordes por vez, houve a sua aplicação efetiva a diversos respondentes, o que resultou na coleta de 9.866 respostas que foram posteriormente processadas pelo método probabilístico de Bradley-Terry para gerar uma classificação de preferência por suavidade dos 19 tipos T_n tricordes. Comparada à classificação dos mesmos realizada por meios puramente teóricos desenvolvidos pela pesquisa docente 6182/2014, esta classificação obtida experimentalmente serve como um possível elemento validador e como elemento norteador para correções e calibrações mais precisas em suas modelagens matemáticas.

Introdução

O projeto de pesquisa docente 6182/2014 visa a formalização e a abstração de propriedades psicoacústicas paradigmáticas dos aglomerados de sons de altura definida, com a finalidade de providenciar um embasamento teórico para uma nova disciplina de Harmonia. Dentre os elementos desenvolvidos por este corpo teórico estão diversas modelagens matemáticas de aspectos da compreensão musical da escuta humana. A premissa inicialmente utilizada como elemento de validação destes modelos teóricos é a de que se eles forem capazes de corroborar e validar conceitos, ideias e pontos de

vista comumente mantidos por importantes teóricos musicais da história, então é provável que o modelo estrutural seja válido não apenas como ferramental para a avaliação e estudo das técnicas musicais 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, é também interessante testar experimentalmente as teses e conceitos desenvolvidos, avaliando se ouvintes humanos, quer leigos, aprendizes ou profissionais, são capazes de perceber aquilo que a teoria harmônica criada postula e prevê como sendo audível e importante musicalmente. Para isto, esta pesquisa de Iniciação Científica buscou o desenvolvimento e a realização de um experimento psicoacústico para aferir a validade do modelo teórico de suavidade para tipos transposicionais de três notas (tricordes) desenvolvido pela pesquisa docente em questão. Na teoria dos conjuntos aplicada à música (Set-Theory), um tipo transposicional, ou Tipo T_n , é uma classe de equivalência que representa a configuração única de classes intervalares compartilhada por todas as transposições de um conjunto de classes de altura diferentes (RAHN, 1980: 74-77). No universo do temperamento igual de doze notas por oitava há exatamente 351 destas configurações intervalares únicas, das quais 19 apenas são tricordes (COSTÈRE, 1954: 62). O objetivo deste estudo foi o de obter, por meio de um experimento psicoacústico online, uma classificação entre os 19 tipos T_n tricordes, visando a comparação desta classificação com a proposta pelo corpo teórico desenvolvido pela pesquisa docente em questão.

Materiais e métodos

Para este estudo pensou-se realizar a experiência psicoacústica em questão por meio de uma página online na internet, cujo código foi criado especialmente para esta pesquisa por meio das linguagens computacionais PHP, Javascript e HTML5. A página online do experimento contém um pequeno formulário no qual o ouvinte se identifica por meio de um pseudônimo e informa o nível de sua formação musical, dentre 5 categorias (leigo, aluno de música com menos de 5 anos de estudo, aluno de música com entre 5 a 10 anos de estudo, aluno de música com mais de 10 anos de estudo e músico profissional). Isto foi considerado importante na pesquisa para tornar possível uma filtragem dos resultados coletados tanto individualmente por respondentes como por níveis de conhecimento musical. Aos respondentes do experimento são tocadas duas sonoridades tricordais provenientes de tipos T_n diferentes, sobre as quais é feita a seguinte pergunta: “qual é a sonoridade mais suave (ou menos densa ou menos complicada) aos seus ouvidos?”. Nos experimentos, foram utilizados tanto sons sintéticos quanto sons pré-gravados de vozes humanas. Após a audição das duas sonoridades, o respondente tem a opção de escolher entre uma delas apenas ou ainda indicar um empate entre elas. Após enviada a resposta, o sistema inclui o resultado em seu banco de dados e apresenta ao respondente um novo teste de comparação entre dois tricordes

diferentes, reiniciando o processo nos mesmos moldes. A cada respondente foi solicitado que respondesse a pelo menos 171 testes, que é o número de comparações diferentes entre dois elementos que se pode formar com uma população de 19 elementos distintos. No sistema online, existe um algoritmo de monitoramento dos testes já realizados que impede que uma comparação entre os mesmos tricordes seja novamente apresentada aos respondentes antes que as outras 170 tenham sido realizadas, isto para sempre garantir a aquisição de coleções completas de comparações. A partir do conjunto de todas as respostas das votações coletadas, foi utilizado o método de Bradley & Terry para compilar uma classificação de preferência dos 19 tricordes. O Modelo de Bradley-Terry (BRADLEY & TERRY, 1952) é um modelo probabilístico bastante utilizado atualmente e que permite determinar ou prever uma ordem classificatória de preferência entre os elementos de uma determinada população por meio da análise dos resultados de comparações individuais realizadas entre dois elementos por vez. Após a aplicação do experimento psicoacústico, a classificação resultante de suavidade dos 19 tipos Tn tricordes foi comparada à classificação dos mesmos fornecida pelos métodos puramente teóricos desenvolvidos pelo projeto de pesquisa docente 6182/2014.

Resultados e Discussão

No banco de dados de respostas do sistema online foram colhidas 9.866 respostas de testes, provenientes de algumas dezenas de respondentes de vários níveis de experiência. Após processamento integral deste banco de respostas pelo método Bradley-Terry, foi gerada uma classificação de preferência de suavidade dos 19 tipos Tn tricordes, tendo sido atribuída a cada um deles uma pontuação normalizada entre 0 e 1. A figura 1 a seguir mostra um histograma com os resultados computados a partir de todos os dados obtidos, sem nenhuma filtragem, comparados à pontuação calculada por meios puramente teóricos (que são os retângulos mais escuros):

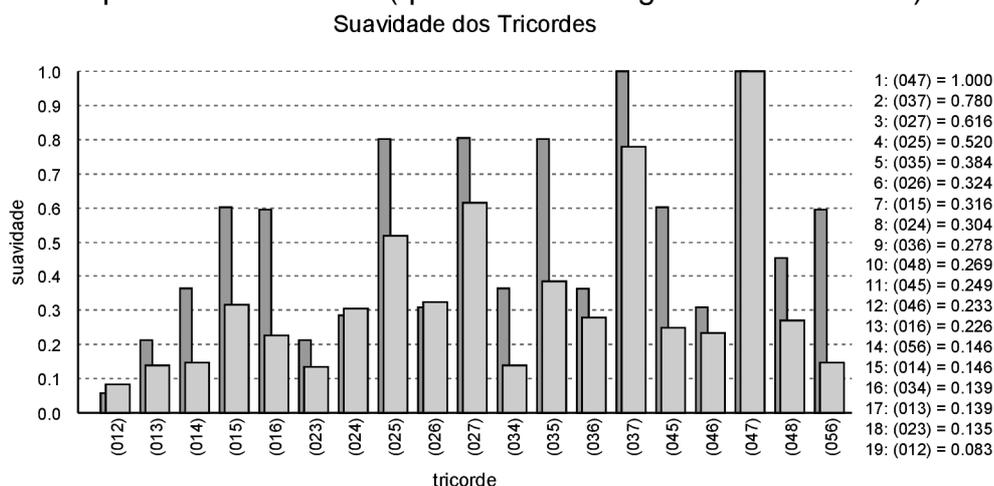


Figura 1.

Classificação experimentalmente obtida dos 19 tipos Tn tricordes quanto à sua suavidade, comparada à classificação teoricamente obtida (retângulos mais escuros).

Estes resultados encontram-se atualmente em processo de comparação com a classificação gerada pelo modelo puramente teórico da pesquisa docente, aferindo-se os pontos de concordância e divergência, em especial testando diferentes filtragens dos dados experimentalmente obtidos segundo quesitos como o nível de experiência do respondente. Os casos nos quais há concordância podem indicar que o modelo teórico está modelando corretamente a audição dos respondentes. Os casos discordantes podem indicar que existem aspectos no modelo teórico que devam ainda ser aperfeiçoados e apontar diretrizes específicas para a correção. No geral, a comparação entre as classificações experimental e teórica apresentam muitas similaridades, mas divergem marcadamente em vários pontos específicos.

Conclusões

O sistema online de testes foi preparado para realizar testes entre todos os 351 tipos Tn e não apenas os 19 tricordes. Neste sentido, realizar o experimento apenas com tricordes serviu para testar a operacionalidade do sistema em um âmbito mais restrito de possibilidades. No entanto, o experimento pode futuramente continuar testando tipos Tn de outras cardinalidades, como díades, tetracordes e pentacordes, por exemplo. A pesquisa possibilitou também a aquisição de um maior conhecimento das linguagens PHP, Javascript e HTML5, úteis tanto para o aperfeiçoamento deste experimento como na criação de novos, além de ter possibilitado a criação de um aplicativo que foi bem sucedido na aquisição de dados experimentais psicoacústicos bastante relevantes para a pesquisa docente original.

Agradecimentos

Agradecimentos primeiramente a Deus, e ao meu orientador, Prof. Dr. Marcus Alessi Bittencourt, pelo grande aprendizado em cada orientação. Em especial aos órgãos responsáveis pelo financiamento da pesquisa realizada através do PIBIC/CPNq – Fundação Araucária, PPG/UEM. E a todos que participaram das votações que proporcionaram estes resultados.

Referências

BRADLEY, Ralph Allan; TERRY, Milton E.. Rank analysis of incomplete block designs. I. The method of paired comparisons. **Biometrika**, United Kingdom, vol. 39, no. 3/4, December, p. 324-345, 1952.

COSTÈRE, Edmond. **Lois et styles des harmonies musicales**. Paris: Presses Universitaires de France, 1954.

RAHN, John. **Basic Atonal Theory**. New York: Schirmer Books, 1980.