

SÉRIE HARMÔNICA E SUAS REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS: ANÁLISE DE PADRÕES E SUGESTÕES.

Carlos M. M. Kerber^{1*}, Cláudio A. Esteves²

1. Estudante de Bacharelado em Música e Tecnologia da UFSM

2. Professor Doutor do curso de Música da UFSM, Vice-Diretor do CAL/UFSM / Orientador

Resumo:

A série harmônica corresponde ao conjunto de ondas senoidais formado por uma frequência fundamental e as frequências que são seus múltiplos inteiros. As representações gráficas neste trabalho utilizam notação musical. O objetivo geral desta pesquisa é esclarecer a representação da série harmônica para a compreensão de suas características e sonoridade resultantes, com objetivos específicos que incluem sugerir resoluções para divergências encontradas na literatura, explicitar problemas encontrados no material pesquisado e desenvolver uma representação mais eficiente para a série harmônica. A metodologia consistiu na análise dos recursos visuais e matemáticos utilizados em diferentes representações da série harmônica encontradas na bibliográfica acadêmica da área e em referências digitais na internet. Concluiu-se que existem aprimoramentos necessários na numeração, explicitação de dados e escolhas visuais nas representações observadas.

Autorização legal:

Palavras-chave: Acústica Musical; Teoria Musical; Sistemas oscilantes.

Apoio financeiro:

Trabalho selecionado para a JNIC pela instituição: UFSM

Introdução:

A série harmônica corresponde ao conjunto de ondas senoidais formado por uma frequência fundamental e as frequências que são seus múltiplos inteiros. Cada frequência é resultado do sistema oscilante em movimento periódico. O sistema oscila segundo seus modos normais de vibração de acordo com as propriedades físicas de material, estrutura e meio. Os modos de vibração podem ser estudados como a distribuição energética entre estas frequências que são chamadas de harmônicos, sendo cada harmônico uma única onda senoidal. O conteúdo harmônico é um dos principais fatores determinantes de um resultado sonoro, juntamente com o conteúdo inarmônico. O conteúdo inarmônico é o conjunto de todas as frequências que não são múltiplos inteiros da fundamental e mesmo assim são produzidas pelo sistema. O envelope da onda é o resultado destes dois conteúdos representando seu comportamento em uma seção ou período de tempo.

A ideia de usar um recurso gráfico que represente nossa percepção do som é positiva por relacionar um evento físico a sua percepção sonora. Essa relação é especialmente benéfica em livros didáticos, por associar um conhecimento novo ao conhecimento já dominado pelo leitor. Porém, o problema constatado nos livros pesquisados é que a representação da série possui inconsistências que dificultam sua compreensão. Algumas dessas inconsistências mantiveram-se do livro mais antigo ao mais novo da pesquisa.

Este trabalho explana características da série harmônica e apresenta-as numa representação mais eficiente. Isto proverá ferramentas de análise para que este possa avaliar o material referencial que encontrar durante suas próprias pesquisas. Desta forma o leitor poderá aperfeiçoar sua própria capacidade de pesquisa. Há também o incentivo para uma reavaliação da literatura da área de Acústica Musical e o reforço da preocupação com a eficiência na transmissão do conhecimento escrito para o leitor.

O objetivo geral deste trabalho é esclarecer a representação da série harmônica para a compreensão de suas características e sonoridade resultantes. Objetivos específicos incluem: analisar os padrões de representação da série harmônica em material referencial da área de acústica musical, sugerir resoluções para divergências encontradas na representação, explicitar problemas encontrados no material pesquisado, desenvolver uma representação compreensível e mais precisa da série harmônica e explicar a diferença entre harmônicos e sobretons.

Metodologia:

A metodologia utilizada consistiu na análise dos recursos visuais e matemáticos utilizados em diferentes representações da série harmônica encontradas na bibliográfica acadêmica da área e em referências digitais na internet. Depois de feita a pesquisa inicial, os padrões encontrados nas representações estudadas foram analisados, com comentários sobre suas consequências na leitura. A partir disso as divergências

gráficas na literatura serão identificadas, com a explicitação de quais autores utilizaram cada recurso gráfico. Também foi feito um estudo sobre o sistema de igual temperamento, por ser o mais utilizado atualmente, para definir quais alturas devem ser utilizadas para representar a série harmônica tendo este sistema como referência. Esta parte da metodologia envolveu a produção de dados matemáticos não encontrados em nenhuma referência na literatura. Os problemas encontrados nas representações da série harmonia na bibliografia e na internet receberam sugestões de modificações, encerrando com a escrita de uma representação onde serão aplicadas resoluções sugeridas na pesquisa.

Resultados e Discussão:

Considera-se uma representação da série harmônica com 16 harmônicos ideal por abranger um intervalo de quatro oitavas justas da fundamental e por apresentar uma quantidade suficiente de harmônicos para representar os primeiros intervalos entre harmônicos que precisam ser notados como semitom diatônico e semitom cromático.

As séries harmônicas cuja escrita possuem menos acidentes ocorrentes e menos acidentes cromáticos na representação dos 16 primeiros harmônicos são as com a fundamental em sol ou fá. Entretanto a maioria do material utiliza representações com a fundamental em dó.

Considera-se que a escolha das alturas apropriadas para representar os harmônicos deve ser feita através da diferença em cents entre a altura do harmônico e a nota no sistema referencial. Um valor em cents menor significa maior proximidade entre o que está sendo representado por notação e a altura real, por este motivo, busca-se obter o menor valor em cents possível.

Partindo desta premissa e tendo o SIT como referência, a escolha ideal para representar o 13º harmônico seria uma segundo menor acima do 12º, que está cerca de 19 cents mais próxima do que a escolha da maioria dos autores, que escolheram representar uma segunda maior acima, sendo esta uma diferença perceptível segundo o JND. Ao considerar-se o JND também para decidir quais harmônicos devem receber uma marcação diferenciada em função de sua altura, conclui-se que os harmônicos 5º, 7º, 10º, 11º, 13º, 14º e 15º devem receber uma notação diferenciada.

O conjunto de sugestões aqui apresentado evita os problemas de grafia e informação listados nesta pesquisa. Desta forma uma representação gráfica para a série harmônica que siga estas sugestões facilitará ao estudante compreender o fenômeno físico que se busca representar, não apresentando nenhuma dificuldade de leitura, ao mesmo tempo em que será uma representação eficiente da sonoridade da série.

Conclusões:

Concluiu-se então que:

- a) Com uma fundamental abaixo do dó3, considera-se mais eficiente a utilização de uma única pauta com mudança de clave por gerar a representação mais compacta verticalmente.
- b) A utilização de símbolos musicais não tão usuais, como cabeças de nota sem haste e acidentes musicais menores que semitom, traz uma dificuldade a mais devido a possibilidade de que o leitor não tenha experiência anterior com símbolos musicais posteriores ao período de prática comum;
- c) Características específicas dos harmônicos podem ser explicitadas através de notação não musical. Dentre os símbolos não musicais mais empregados, os de adição, subtração e as setas são os mais eficientes.
- d) Os numerais arábicos utilizados nas representações estão escritos de forma cardinal, sendo que deveriam estar em forma ordinal. O uso de ordinais se justifica pelo fato de cada harmônico possuir uma posição específica na série.

Referências bibliográficas

ABDOUNUR, Oscar João. Matemática e música: o pensamento analógico na construção de significados. 3º ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2003.

Anne, How to play heavenly harmonics. Disponível em: <<http://harp mastery.com/how-to-play-heavenly-harmonics/>>. Acesso em: 18 de junho de 2017

BACKUS, John. The acoustical foundations of music. 2nd ed. London: W. W. Norton & Company, 1977.

BENWARD, Bruce; SAKER, Marilyn. Music in theory and practice. 8th ed. New York: The McGraw-Hill Companies Inc., 2009.

Bob Gillis, Bb trumpet fingering chart and overtone series. Disponível em: <<https://bobgillis.wordpress.com/2012/08/24/bb-trumpet-fingering-chart-and-overtone-series/>>. Acesso em: 18 de junho de 2017

Daniel M M, Assuntos complexos na música, parte 1: Série harmônica. Disponível em: <<http://euterpedespedacada.blogspot.com.br/2012/04/assuntos-complexos-na-musica-parte-1.html>>. Acesso em: 18 de junho de 2017

David Ozab, Digital Audio and the Mac. Disponível em: <<http://www.atpm.com/6.02/digitalaudio.shtml>>. Acesso em: 18 de junho de 2017

HOWARD, David Martin; ANGUS, Jamie A. S. Acoustics and psychoacoustics. 4th ed. Oxford: Focal Press, 2009.

KOSTKA, Stefan M. Tonal harmony with an introduction to Twentieth-Century Music. 3rd ed. New York: The McGraw Hill, Inc., 1994.

MED, Bohumil. Teoria da música. 4º ed. Brasília: Musimed, 1996.

Música sacra e adoração, Teoria musical online – Acordes – Acordes e as séries harmônicas. Disponível em: <<https://musicaeadoracao.com.br/26097/teoria-musical-online-acordes-acordes-e-as-series-harmonicadas/>>. Acesso em: 18 de junho de 2017

OLAZABAL, Tirso de. Acustica musical y organologia. Buenos Aires: Ricordi Americana S. A., 1954.

Quinta Essentia, Intonation – Hunting the myths. Disponível em: <<http://quintaessentia.com.br/en/afinacao-acabando-com-os-mitos/>>. Acesso em: 18 de junho de 2017

Richard K. Jones, Harmonic Series. Disponível em: <http://wt.pauken.org/?page_id=60>. Acesso em: 18 de junho de 2017

ROSSING, Thomas D; MOORE, F. Richard; WHEELER, Paul A. The science of sound. 3º ed. San Francisco: Pearson Education, Inc., 2002.

The Middle Horn Leader, Evolution of the Bugle: A very brief history of the trumpet and bugle through the 18th century. Disponível em: <<http://www.middlehornleader.com/Evolution%20of%20the%20Bugle%20--%20Section%201.htm>>. Acesso em: 18 de junho de 2017

Wikipedia, Piano acoustics. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Piano_acoustics>. Acesso em: 18 de junho de 2017

WISNIK, José Miguel. O som e o sentido. 2º ed. São Paulo: Companhia das letras, 1999.