

ANÁLISE QUALITATIVA DA ASSINATURA ACÚSTICA DO VIOLINO

José Carlos de Moraes Silva ¹; Professor Francisco Lopes Laudares ²

1. Bolsista do grupo PET-Física e voluntário de iniciação científica, Discente do Curso de Licenciatura em Física, DEFIS/UFRRJ; 2. Professor do DEFIS/UFRRJ.

Palavras-chave: software livre; violino; acústica; audacity; scilab; formantes.

Introdução

Neste trabalho, analisaremos o espectro de frequências de algumas notas do violino, de forma a demonstrar qualitativamente as frequências de ressonância do instrumento, excitadas pelas frequências emitidas pelas cordas.

Emprestaremos aqui o conceito de *formantes*, muito usado em *análise fonética* e que se encaixa bastante bem ao nosso trabalho, por modelar frequências de ressonância do trato vocal como filtros acústicos; procedimento este que será também empregado em nosso trabalho.

Tendo esses objetivos em vista, faremos toda a análise utilizando apenas programas de licença gratuita, afim de promover e incentivar a produção científica e desconstruir a ideia de ciência como algo distante da realidade cotidiana. Dentre os programas utilizados, estão:

- Praat (programa de análise fonética);
- Audacity (editor de áudio);
- Scilab (programa de computação numérica, semelhante ao MatLab);
- QtiPlot (programa de processamento de tabelas, semelhante ao Origin).

Metodologia

Neste trabalho foram utilizados apenas equipamentos acessíveis e materiais de baixo custo, como mostrado na lista abaixo:

- 1x Laptop Acer;
- 1x Microfone com entrada para computador;
- 1x violino 4/4;
- 1x abafador de madeira;
- 2x pregadores domésticos.

Com o material listado acima em mãos, começamos a proceder como instruí o passo-a-passo mostrado logo abaixo:

1. O microfone deve ser acoplado próximo ao cavalete do violino, utilizando-se fita crepe;
2. O programa *Audacity* deve ser inicializado e logo clica-se em *gravar*;
3. Com o violino sem abafador, foram tocadas sequências de notas soltas com o arco, com mais ou menos a mesma duração e força, a fim de manter um som uniforme. O mesmo procedimento foi repetido com o abafador e pregadores domésticos (também muito utilizados por músicos em ensaios);
4. Foi utilizada a opção *Efeitos>>Remover Ruído*, do *Audacity*, a fim de refinar o som gravado;
5. Selecionamos as ondas correspondentes à mesma nota, que tinham mais semelhança em aspecto e utilizamos a opção *Análise>>Espectro de Frequência*, a fim de calcular o espectro de frequências, por meio da *Transformada Rápida De Fourier* (FFT) e utilizamos a opção *Exportar Espectro* para gerar um arquivo “.dat”, legível ao *QtiPlot* e ao *Scilab*.
6. Por meio do programa *Praat*, serão analisados os espectrogramas obtidos de maneira mais completa, após o processamento e refinamento por meio do *Audacity*. Analisaremos então as

curvas de formantes, para obtermos uma assinatura acústica do violino utilizado em neste trabalho;

7. Procede-se de maneira análoga aos quatro últimos itens, mas desta vez tangendo as cordas com os dedos, ao invés de tocar as notas com o arco;
8. Processamento dos dados através do programa *Scilab*, utilizando-se ferramentas de análise e processamento de sinal, como a *FFT*. Por meio do *Scilab*, faz-se a separação do sinal de excitação fornecido pelas cordas do violino, quando tocadas, e do sinal de filtragem pela curva de ressonância do violino.

Resultados e Discussão

Pode-se notar dos resultados obtidos que há uma grande diferença qualitativa nos espectros obtidos. Nos espectros das notas arcadas, tanto com abafador como sem abafador, podemos ver que não há o “casamento” de seus harmônicos. Isto deve-se ao fato de a tração do arco nas cordas causar um acréscimo na tensão e por conseguinte, em suas frequências naturais.

Das diferenças observadas entre as curvas de espectro de frequência e de formantes obtidas, pode-se notar que a presença dos abafadores e massas acopladas ao instrumento tiveram a ação de modificar sua curva de ressonância e assim, a forma que o instrumento seleciona certas frequências. Isto mostra que o abafador, como o próprio nome sugere e o uso comum entre os músicos sugere, não é apenas o de abafar ou reduzir o volume do som do instrumento, mas antes, de modificar seu timbre, que pode passar do som mais brilhante (sem abafador) para o aveludado (com abafador).

Conclusão

Os resultados obtidos mostram diferenças quantitativas evidentes nos espectros obtidos, tanto com, como sem abafador e pregadores. Pode-se notar destes resultados que o acoplamento dos elementos citados no violino causaram uma mudança sensível em seu timbre, o que se refletiu em seu espectro de frequências e curva de formantes.

Dessa forma, fica claro neste trabalho que a curva de formantes pode ser utilizada como assinatura acústica do instrumento, assim como ela evidencia a assinatura biométrica da voz de uma pessoa, o que é objeto de estudo em análise fonética.

Notamos que para o instrumento já afinado, observou-se um deslocamento dos harmônicos fundamentais no espectro. Como observado na seção anterior, isto se deve ao próprio músico que executa as arcadas. A inconstância na execução da arcada é a principal responsável pelo deslocamento dos harmônicos. Caso tivéssemos à disposição um mecanismo que mantivesse uma tração uniforme ao longo da arcada, seria possível cancelar os efeitos da mudança de tração do arco sobre a corda ao longo do tempo e assim anular os efeitos do deslocamento dos harmônicos ou pelo menos minimizá-los. Este será tema de trabalhos vindouros.

Neste trabalho podemos também apreciar o emprego de programas de licença gratuita em pesquisa e ensino, bem como na comprovação de conceitos físicos estudados. Notemos que a falta de recursos financeiros não se mostrou um grande impedimento para a condução dos experimentos e análises conduzidos neste trabalho, graças ao poder de processamento de um computador pessoal e dos recursos oferecidos pelos programas utilizados.

Esperamos assim, com este trabalho, incentivar a pesquisa livre e fundamentada no cotidiano, utilizando-se de recursos acessíveis e softwares gratuitos.

Referências Bibliográficas

PRAHALLAD, K. *Speech Technology: A Practical Introduction*. Carnegie Mellon University & International Institute of Information Technology Hyderabad: Fall 2005.

NUSSENZWEIG, H. MOYSÉS. *Curso de Física Básica II*. Sao Paulo. Edgard Blücher: 1981.