ABORDAGENS DE CONTEÚDOS MATEMÁTICOS ATRAVÉS DE SONS DE GARRAFAS E INSTRUMENTOS MUSICAIS

Evert Elvis Batista de Almeida

Programa de Pós-Graduação em Biometria e Estatística Aplicada , UFRPE,

R. Dom Manoel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos 52171-900 – Recife,PE

evertelvis@yahoo.com.br

Sheila Maria Sobral dos Santos

Escola São Francisco de Assis - Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco, SEDUC

Recife,PE

sheilamaria4s@yahoo.com.br

Resumo: *A escassez de estratégias de ensino que abordem diversos conteúdos matemáticos fazendo uso de recursos computacionais atualmente disponíveis na rede mundial de computadores, é um dos motivos que colocam o professor tanto da rede pública quanto da particular a margem de uma educação que atraia o aluno. Este trabalho propõe o uso de algumas atividades em sala de aula objetivando uma melhor visualização de conteúdos como, por exemplo, as funções trigonométricas. Utilizando um software chamado Winscope e outros disponíveis gratuitamente na web, poderemos simular um osciloscópio na tela do computador, onde o aluno pode calcular a freqüência e a amplitude de uma onda senoidal. As ondas sonoras são geradas através de instrumentos musicais e garrafas usando o fenômeno de ressonância. As práticas foram realizadas com sucessos em sala de aula de turmas do ensino médio da rede pública, melhorando o entendimento das relações existentes entre física e a matemática. Mostrando um caráter interdisciplinar e contextualizado, as contribuições apresentadas neste trabalho induzem o aluno na busca de ligações entre a matemática e outras disciplinas como a biologia no que diz respeito à percepção humana do som.*

Palavras-chave: Trigonometria, Análise de ondas, Modelagens matemáticas, Transformada de Fourier.

Introdução

A motivação dos alunos para estudar os conteúdos matemáticos encontra-se cada vez mais escassa, procurar um meio para desenvolver as atividades didáticas é uma obrigação quase que diária do professor. Este trabalho propõe-se a buscar o encanto pela ciência através do estudo do elo existente entre a matemática e práticas relacionadas com os sons produzidos por instrumento musicais ou objetos como garrafas, resgatando alguns conhecimentos que ficaram esquecidos no passado e utilizando-os para resolução de alguns problemas atuais. Leibniz certa vez disse "A música é um exercício de aritmética secreta e aquele que a ela se consagra ignora que manipula números", utilizar os sons como instrumento motivador do aluno será uma tentativa de resgatar o interesse.

Na construção dos mais diversos instrumentos musicais, bem como na forma de tocá-los, observamos princípios físicos e equações matemáticas. A importância da matemática está presente na concepção mais fundamental do que é som e ritmo. Assim, o trabalho trás algumas informações e práticas sobre a relação entre a matemática e os sons gerando subsídio para estabelecer experimentos didáticos para serem aplicados em sala de aula auxiliando o processo de aprendizagem do aluno.

Este trabalho não terá só uma conotação didática pedagógica, mas pode se configurar como um instrumento de socialização do cidadão marginalizado, no momento que é possível desenvolver uma habilidade musical ainda adormecida em alguns alunos. Outro aspecto observado é o uso de software para captação de dados e o uso de outros para o tratamento destes dados, fazendo uma abordagem de conteúdos de difícil contextualização em situações didáticas.

As práticas sugeridas neste trabalho nos remetem a ligações e questionamentos sobre as ligações existentes entre a matemática e outras ciências como, por exemplo, a biologia. Esta interdisciplinaridade pode ser provocada ao indagar o aluno sobre como o ser humano percebe o som.

Material e método

Antes da atividade didática cabe ao professor fazer alguns questionamentos sobre a origem do som e como ele é percebido. Com o auxílio alguns materiais encontrados na internet ou a ajuda de um professor de biologia pode tornar a atividade mais envolvente para o aluno.

Toda a exposição do processo de percepção do som pode remete o aluno a observações como, por exemplo, no formato da cóclea a fazer uma relação com conhecimentos matemáticos existentes em um espiral, visto na figura 01.

.

Figura 01: Mostra o formato da cóclea e seu formato espiral.

Ao estudar a função seno o professor tem uma dada dificuldade para encontrar situações onde o aluno possa visualizar o conteúdo exposto em sala de aula em fenômenos que ocorrem na natureza. Nesta proposta de uso de um modelo matemático que será discutido, teremos uma gama de situações para serem trabalhadas com o aluno, desenvolvendo uma habilidade de investigação ainda adormecida. Utilizando um software chamado Winscope disponível no endereço www.df.ufpe.br/~erimont, poderemos simular um osciloscópio na tela do computador, onde o aluno irá calcular a freqüência e a amplitude de uma onda senoidal. A onda será gerada por um instrumento que produza sons ou por uma garrafa soprada em sua extremidade, através de um fenômeno conhecido na física como ressonância sonora

Ao adicionar na garrafa uma quantidade determinada de água e soprando em seguida, o aluno estará variando a altura da coluna de ar e conseqüentemente a freqüência de ressonância. Com este tipo de experimento estaremos trabalhando não só com uma função senoidal, como mostrado na figura 02, mas também com outras funções a partir do momento que solicitamos ao aluno que faça um gráfico da freqüência em função da altura da coluna de ar ou da freqüência encontrada em função do volume adicionado. Outras sugestões podem ser trabalhadas, como a função de um dado volume de água adicionado à garrafa e sua altura. Cada nota musical possui uma freqüência característica, o aluno poderá calibrar a garrafa para emitir uma dada nota musica a partir de certa altura da coluna de água ou do volume de ar existente. Calibrando varias garrafas o professor pode montar uma orquestra de garrafas em sala de aula, e executar algumas músicas conhecidas ou analisar com o programa qual a função gerada quando emitimos duas ondas sonoras.

O programa supracitado além de permitir que o aluno calcule a freqüência de onda sonora de forma manual, possibilita o uso método matemático conhecido como Fast Fourier Transform(FFT), que efetua rapidamente a análise em freqüências de um sinal. Outra vantagem do programa é convenção do sinal em um arquivo de dados, que pode ser trabalhados em outros programa distribuídos gratuitamente, permitido que o aluno tenha uma previa visão no aspecto automação de experimentos.

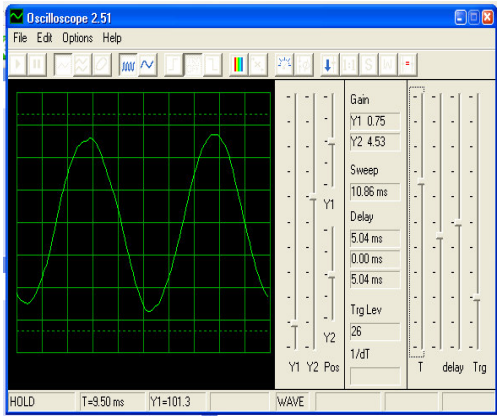

Figura 02:Mostra a tela do Winscope analisando uma onda produzida por uma onda sonora.

Segundo Abdounur [1], a possibilidade de construir experimentos utilizando as tecnologias abre horizontes não somente para o aprendizado de conceitos outrora inacessíveis sem arcabouço teórico suficiente, mas permite tal aprendizagem em nível informal, em períodos anteriores àqueles outrora considerados mais adequados.

Fazendo uso de conceitos sobre ondulatória e a escala temperada de Bach que está fortemente ligada à teoria dos logaritmos, podemos representar uma nota musical segundo uma notação matemática, cujo modelo tem a seguinte forma $F(t)=A * sen(2\pi f)$, onde A é a amplitude e f é a freqüência de vibração sonora, como visto na figura 03.

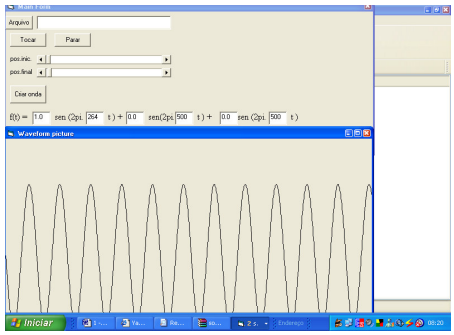

Figura 03:Mostra a tela de um software que gera uma onda senoidal e emite o som gerado pela função.

Com o uso de um software adquirido no site http://strato.impa.br/, é possível simular diversas notas musicais e escrevê-las na linguagem matemática e até mesmo escutá-las. O aluno terá a real visualização da função gerada, podendo trabalhar diversas situações

em busca da real compreensão desta notação matemática e as alterações provocadas ao variamos os parâmetros da expressão.

Uma combinação de notas, modificando a característica da função resultante, como mostra a figura 04. Esta ferramenta abre um leque de infinitas possibilidades para o aluno, pois estas funções trigonométricas são aplicadas nos mais diversos campos como a eletrônica e outras ciências.

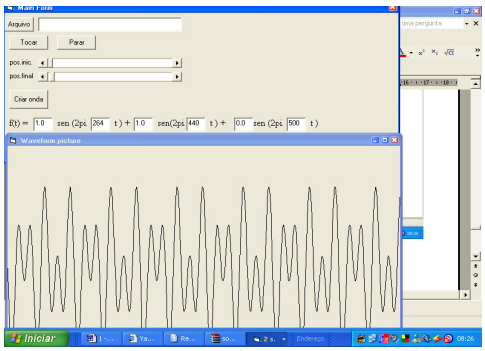

Figura 04:O função gerada por duas notas musicais.

Uns dos conteúdos que o aluno tem uma dada afinidade são à busca do M.M.C. e M.D.C. de dois ou mais números, só que as aplicações deste assunto vai além do uso em frações. Segundo Simonsen [3], se tomarmos simultaneamente duas notas musicais com freqüência de onda iguais a, respectivamente, m e n ciclos por segundo, onde m e n são números inteiros. As duas ondas sonoras geram, por interferência, uma onda resultante, com freqüência igual ao Maximo divisor comum de m e n. Essa nota mais grave, de freqüência igual ao Maximo divisor comum de m e n, é a raiz harmônica (ou base harmônica) das duas notas tocadas. Assim, por exemplo, o $dó_3$ (264Hz) e o sol_3 (396Hz) têm pó raiz harmônica à nota de freqüência igual a 132Hz, ou seja, o $dó_2$. A sensação que se tem quando se ouve a combinação $dó_3$ e sol_3 é que se está ouvindo um $dó_2$ desfalcado de alguns harmônicos (inclusive da senóide fundamental), observado na figura 05.

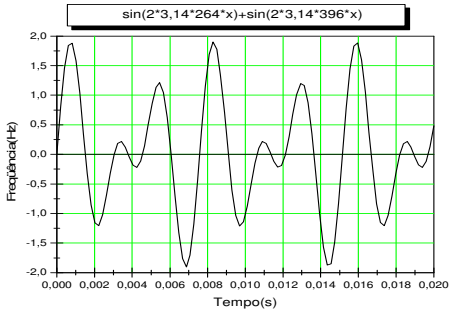

Figura 05: Função resultante de duas notas musicais geradas no origin.

É comum para o professor se deparar com identidade sen(p)+cos(q)=2sen((p+q)/2)cos((p-q)/2), mostrar ao aluno a aplicação de conteúdo torna-se uma tarefa quase impossível e incapaz de saciar a cede visualização. Fazendo uso de um software que simula um analisador de freqüência, um microfone e um teclado eletrônico o professor pode mostrar esta identidade, de forma prática. O experimento é executado da seguinte forma; apertando duas teclas próximas no teclado como o dó e o dó sustenido, obtemos um som que ao ser analisado na tela do computador pelo winscope tem a característica da figura 06:

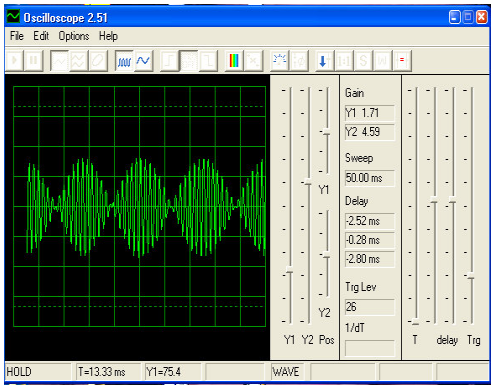

Figura 06:Tela do Winscope mostrando o fenômeno de batimentos.

Segundo o Courant [2], tal vibração não tem uma amplitude constante, sendo a variação de amplitude dada pela expressão: 2cos[1/2(p-q)t], período: $4\pi/(p-q)$.

Este fenômeno é conhecido como batimento e freqüente encontrado em acústica, eletrônica e radio transmissão.

Estas práticas foram aplicadas com sucesso na escola São Francisco de Assis, e foram bem recebidas pelos alunos do ensino médio, despertando o interesse pelos conteúdos muitas das vezes de difícil compreensão. O contato com a informática foi umimportante aspecto abordado no desenvolvimento do trabalho, tornando possível para aluno e professor um iniciar o uso de novas tecnologias no processo de aprendizagem, saindo das aulas só expositivas. O uso destes modelos matemáticos dá uma abertura para a introdução de vários outros, nos mais diversos conteúdos, bastando apenas ao professor e ao aluno o ato de se questionarem sobre os porquês das coisas.

Referências

[1]ABDOUNUR, O. J. Matemática e música: o pensamento analógico na construção de significados. 3. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2003. 334 p.

[2]COURANT, R. Cálculo Integral V. 2. Alberto Nunes Serrão Et. Al. 2. ed. Porto Alegre: Globo, 1951.

[3]SIMONSEN, M. H. Ensaios analíticos. N/C ed. São Paulo: Editora FGV, 1994. N/C p.