

Dr. Thiago Corrêa de Freitas
Universidade Federal do Paraná
Setor de Educação Profissional e Tecnológica
Rua Dr. Alcides Vieira Arcoverde, 1225
Jardim das Américas
Curitiba, PR 81520-260
Brasil

6 de Julho de 2017

Assunto Respostas aos pareceristas

Título Violão: aspectos acústicos, estruturais e, históricos

Autores Monicky E. Zaczéski, Carlos H. Beckert, Thales G. Barros, Ana L. Ferreira e, Thiago C. Freitas

Periódico Revista Brasileira do Ensino de Física

Identificação RBEF-2017-0192

Autores: Nós agradecemos aos assessores pela leitura cuidadosa do manuscrito, pelas sugestões e correções propostas e, pelos comentários positivos sobre o nosso trabalho

Respostas ao Assessor 1

Assessor 1: Comentários: No manuscrito submetido os autores fazem uma revisão de alguns aspectos importantes associados ao violão, incluindo um breve histórico do instrumento e uma discussão dos princípios físicos na sua montagem e funcionamento. O tema abordado é interessante e compatível com o escopo da Revista Brasileira de Ensino de Física. A revisão apresentada é bem feita, tanto nos seus aspectos históricos como na análise física. O material apresentado pode ser utilizado por estudantes e professores como uma ferramenta no processo ensino-aprendizagem da graduação em física. Na minha opinião, o artigo pode ser aceito para publicação na RBEF. Por outro lado, eu sugiro alguns pequenos ajustes no texto, no intuito de aperfeiçoar a apresentação do trabalho. Estes pontos estão listados a seguir.

Assessor 1: Na linha 48 da página 9, parece que existe um "/"a mais em "Leque/em X/radial".

Autores: Neste ponto queremos dizer que existem três disposições principais das barras da estrutura interna do violão, sendo elas “Em forma de leque”, “Em forma de X” e, “Em disposição radial”. Para deixar claro para o leitor, modificou-se o trecho passando de

“**Leque/em X/radial:** Em forma de leque quando as barras têm seu início logo abaixo da cintura do instrumento e divergem a medida que se aproximam da extremidade do tampo. Em X quando existem duas barras que se cruzam logo abaixo da boca do instrumento. Radial quando as barras partem de uma barra transversal localizada abaixo do cavalete.”

para

“**Em forma de leque/Em forma de X/ Em disposição radial:** Em forma de leque quando as barras têm seu início logo abaixo da cintura do instrumento e divergem a medida que se aproximam da extremidade do tampo. Em forma de X quando possui duas barras que se cruzam logo abaixo da boca do instrumento. Em disposição radial quando as barras partem de uma barra transversal localizada abaixo do cavalete.”

Assessor 1: Na linha 22 da página 9, parece que existe um espaço a mais antes do ponto final em "(...) e Friederich [38] .".

Autores: De fato havia, correção feita.

Assessor 1: Na linha 33 da página 10, parece que existe um espaço a mais em "Leque em X :", antes dos ":".

Autores: De fato havia, correção feita.

Assessor 1: Um maior cuidado na pontuação das equações é necessário. Por exemplo, na eq.(1), um ponto final parece mais apropriado. Falta pontuação nas equações (4)-(7).

Autores: Correções feitas. No caso da equação (1), o texto passou de

"...e, a densidade linear da corda μ "

para

"...e, a densidade linear μ da corda."

Introduziu-se ponto final nas atuais equações (6) e (7), que devido a exclusão das eqs. (4) e (5) passaram a ser as eqs. (4) e (5) do manuscrito revisado.

Assessor 1: O desenvolvimento feito da eq.(4) para a eq.(6) parece trivial. Sugiro eliminar duas destas equações.

Autores: As equações (4) e (5) foram retiradas, ficando o texto

"A massa da fatia de ar deslocada é dada por $m = \rho SL$, sendo ρ a densidade do ar e, considerando a relação entre força, pressão e área $F = PS$, de forma que a segunda lei de Newton para o seu movimento passa a ser"

$$\frac{d^2x(t)}{dt} = \frac{PS}{\rho SL}.$$

Assessor 1: Na eq.(8) falta um quadrado em ω .

Autores: Correção feita.

Assessor 1: Na linha 47 da página 13, não parece claro o que os autores querem dizer com a expressão "principal origem".

Autores: Para melhorar e esclarecer o entendimento, alterou-se o texto de

"A origem dessa correção deve-se ao fato de o gargalo ser finito mas, sua principal origem é a variação de volume interno devido aos modos de vibração do corpo do violão, uma vez que este não é completamente rígido."

para

"Esta correção empírica advém do fato de o gargalo ser finito e, também da variação do volume interno do corpo do violão devido a sua estrutura flexível que apresenta modos de vibração próprios, os quais se acoplam ao ressonador de Helmholtz afetando suas frequências características."

Assessor 1: Na linha 46 da página 15, o número de rodapé "6" sobre 42 (na frase "... bitola AWG 42 ...") pode ser confundido com 42 elevado a 6 em uma primeira leitura. Eu sugiro mudar a posição do número de rodapé.

Autores: Para evitar eventual confusão na leitura, o texto foi modificado de

"de fio esmaltado, geralmente de bitola AWG 42⁶."

para

"de fio esmaltado, geralmente de bitola⁶ AWG 42."

Respostas ao Assessor 2

Assessor 2: Comentários:

Neste manuscrito os autores apresentam uma descrição geral do violão. O manuscrito está organizado em quatro partes. Na primeira parte os autores descrevem detalhadamente as mudanças que passou o instrumento ao longo do tempo. Na segunda parte é apresentada uma descrição geral do instrumento, destacando sua estrutura, as diferentes madeiras utilizadas na sua confecção, a colocação dos trastes e a função do leque harmônico. Na terceira parte os autores apresentam uma aplicação física: o cálculo da ressonância de Helmholtz da caixa do violão. Na última seção os autores abordam a guitarra elétrica descrevendo seus captadores e o princípio de seu funcionamento. Trata-se de um manuscrito muito interessante, bem redigido e com abundantes referências bibliográficas. Este assessor recomenda a sua publicação na Revista Brasileira de Ensino de Física. Antes porém, os autores devem esclarecer alguns pontos do manuscrito.

Assessor 2: Pagina 6: Com relação a afinação das cordas do violão, seria mais adequado dizer que elas estão afinadas nas notas Mi 2 , Lá 2 , Re 3 , Sol 3 , Si 3 e Mi 4 com frequências $f = 82, 110, 147, 196, 247$ e 330 Hz, respectivamente. Com relação ao comprimento das cordas, seria mais adequado colocar 65 cm no lugar de 650 mm. Dessa forma a unidade (cm) fica consistente com as utilizadas na Equação 10 (página 14).

Autores: Seguindo a sugestão do assessor, o texto foi modificado de

“... comprimento acústico de 650 mm [12] entre a pestana e o rastilho, afinadas geralmente nas notas mi (82 Hz), $lá$ (110 Hz), $ré$ (147 Hz), sol (196 Hz), si (247 Hz) e, mi (330 Hz) [18], ...”

para

“... comprimento acústico de $65,0$ cm [12] entre a pestana e o rastilho, afinadas geralmente nas notas mi_2 , $lá_2$, $ré_3$, sol_3 , si_3 e mi_4 com frequências $f = 82$ Hz, 110 Hz, 147 Hz, 196 Hz, 247 Hz e 330 Hz, respectivamente [18],...”

Assessor 2: Pagina 7 Com relação a colocação dos trastes, este assessor recomenda que os autores revisem essa parte esclarecendo a regra que rege seu posicionamento (ref. [34], Fletcher Rossing, The Physics of Musical Instruments). O posicionamento dos trastes é um dos aspectos mais importantes na resposta acústica do violão e merece por tanto uma descrição mais cuidadosa no manuscrito.

Autores: Agradecemos a sugestão do autor, considerando que a correta colocação dos trastes é um dos elementos importantes para o bom funcionamento do instrumento, acrescentamos o seguinte parágrafo na seção 2.1.

“A partir dessa descrição, percebe-se a importância de que o posicionamento dos trastes seja preciso para que as notas emitidas possuam as frequências corretas. A partir da eq.(1), considerando apenas a dependência da frequência com o comprimento da corda tem-se $f \propto \ell^{-1}$. Para que a frequência aumente o correspondente a mudança de um semitom ($f \rightarrow \sqrt[12]{2}f$), o comprimento precisa diminuir seguindo $\ell \rightarrow \frac{\ell}{\sqrt[12]{2}}$. A posição X_n do n -ésimo traste na escala, a partir da pestana, para $n \geq 1$, é dada por

$$X_n = \ell - \ell \left[\frac{1}{\sqrt[12]{2}} \right]^n. \quad (1)$$

Assessor 2: Pagina 14 Com relação ao cálculo da frequência de Helmholtz da caixa do instrumento utilizando a Eq. 10 do manuscrito, os autores obtêm $f = 664$ Hz. Este assessor sugere verificar o cálculo pois, com os parâmetros mencionados pelos autores, a Eq. 10 resulta na frequência de 516 Hz.

Autores: Agradecemos o parecerista pela atenção. O cálculo foi feito para parâmetros de um exemplo de Wolf. Para o nosso instrumento, o resultado é de fato 514 Hz. A correção foi feita no texto.

Assessor 2: Com relação à correção proposta por Wolf, que leva a uma frequência $f = 129$ Hz, os autores devem esclarecer a argumentação física dessa correção, esclarecer o que é o parâmetro R que foi introduzido (ele não está definido no manuscrito) e mostrar como fica a Eq. 10 depois da correção. Os autores poderiam mencionar também que a frequência da ressonância de Helmholtz, geralmente entre 120 Hz e 130 Hz, é identificada na literatura como *Air cavity mode A 0*, referindo-se ao movimento do ar encerrado na caixa do instrumento (ref. [14]).

Autores: Agradecemos a observação. O parâmetro R é o raio da boca do violão, o qual foi referenciado no frase

“A área da boca, que possui raio (R) de 4,5 cm, é de $S = 63,62 \text{ cm}^2$, equivale a área da abertura.”

Com relação a física associada a correção, o texto foi alterado de

“Se a eq. (10) for utilizada considerando a velocidade do som como 340 m/s , a frequência desta ressonância de Helmholtz é de $f = 664$ Hz, o que está bastante acima do que se verifica experimentalmente, que geralmente fica entre 120 Hz e 130 Hz. Considerando que o comprimento do gargalo é finito, pode-se incluir na eq. (10) a correção proposta por Wolf [33], de que o comprimento do mesmo passa de $L \rightarrow L + 1,7R$, de forma que a frequência fundamental passa a ser $f = 129$ Hz. A origem dessa correção deve-se ao fato de o gargalo ser finito mas, sua principal origem é a variação de volume interno devido aos modos de vibração do corpo do violão, uma vez que este não é completamente rígido.”

para

“Se a eq. (9) for utilizada considerando a velocidade do som como 34000 cm/s , a frequência desta ressonância de Helmholtz, também chamada de *Air cavity mode A₀* (em inglês) [34], é de $f = 514$ Hz, o que está bastante acima do que se verifica experimentalmente, que geralmente fica entre 120 Hz e 130 Hz. Pode-se incluir na eq. (9) a correção proposta por Wolf [33], de que o comprimento do gargalo na eq. (9) passa de $L \rightarrow (L + 1,7R)$, de forma que a frequência fundamental passa a ser $f = 129$ Hz. Esta correção empírica advém do fato de o gargalo ser finito e, também da variação do volume interno do corpo do violão devido a sua estrutura flexível que apresenta modos de vibração próprios, os quais se acoplam ao ressonador de Helmholtz afetando suas frequências características.”

Assessor 2: Com relação à indutância e a resistência interna dos captadores de guitarras elétricas, seria interessante que os autores mencionem a ordem de grandeza destes parâmetros.

Autores: Agradecemos a sugestão do parecerista e, incluímos a seguinte frase na seção 4.2

“De maneira geral, a resistência interna de um captador, medida em corrente contínua, pode variar de $5 \text{ k}\Omega$ a $10 \text{ k}\Omega$ conforme a arquitetura do mesmo, já a indutância, apresenta valores que vão de 1 H a 10 H [57].”

Assessor 2: Figuras. Para melhorar a visualização este assessor recomenda que os autores aumentem o contraste nas figuras 1, 2 e 3.

Autores: Agradecemos a sugestão e, adotamos tons de cinza e de “cor de madeira” mais escuros com a finalidade de melhorar o contraste das figuras 1, 2, 3 e 5.

Atenciosamente;

Thiago C. Freitas