

# UMA PROPOSTA DE ENSINO DE MECÂNICA ONDULATÓRIA E ACÚSTICA PARA UM CURSO DE FORMAÇÃO UNIVERSITÁRIA PARA PROFESSORES DE MATEMÁTICA UTILIZANDO TIC

A TEACHING PROPOSAL FOR WAVE AND ACOUSTIC MECHANICS FOR A UNIVERSITY TRAINING COURSE FOR MATHEMATICS TEACHERS USING ICT

Marcio Luciano Costa de Carvalho<sup>1</sup> 

Everton Lüdke<sup>11</sup> 

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil. Doutorando em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. E-mail: marcioluciano.mlcc@gmail.com

<sup>11</sup> Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: eludke@hotmail.com

**Resumo:** Neste trabalho é apresentada uma descrição sobre o desenvolvimento de uma proposta de ensino para uma turma do sexto semestre do curso de Matemática da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), realizada no decorrer do primeiro semestre de 2017, constituída por 29 alunos, que apresentam uma média de idade de 25 anos. O objetivo desta proposta é ofertar uma forma alternativa de apresentação dos assuntos elencados no título, com o propósito de explorar diferentes alternativas para o ensino de ciências que possam contribuir para o desenvolvimento e andamento do processo de ensino-aprendizagem de Mecânica Ondulatória e Acústica. Seguindo esta premissa foi escolhido como recurso didático o experimento de Melde e a linguagem de programação Python. O desdobramento deste trabalho utilizou como referência a perspectiva qualitativa do tipo pesquisa-ação associada a teoria de Lev Semionovich Vigotski, aplicadas a área de ensino. É importante pontuar que a sequência de estratégias desenvolvidas pode servir como inspiração e referencial de atividades contextualizadas que podem auxiliar a vida profissional destes futuros docentes, visto que estas práticas contribuem para a aquisição de novos conhecimentos, criando pontes entre os conceitos físicos estudados e suas representações matemáticas. Assim, com base na observação da participação dos discentes durante a realização das atividades propostas em sala de aula, correção das rotinas de programação entregues e no desempenho apresentado em suas provas escritas, acredita-se que esta abordagem dos conteúdos colaborou para a assimilação dos novos saberes e para o desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos.

**Palavras-chave:** Métodos de ensino com TIC. Experimentos em acústica e mecânica ondulatória. Ensino de física.



DOI: <https://doi.org/10.31512/vivencias.v16i30.58>

Recebido em: 22.07.2019

Aceito em: 10.10.2019



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

**Abstract:** This paper presents a description of the development of a teaching proposal for a sixth semester of the Mathematics course of the Federal University of Santa Maria (UFSM), held during the first semester of 2017, an average age of 25 years. The purpose of this proposal is to offer an alternative form of presentation of the topics listed in the title, with the purpose of exploring different alternatives for science teaching that may contribute to the development and course of the teaching-learning process of Wave and Acoustic Mechanics. Following this premise was chosen as a didactic resource the Melde experiment and the Python programming language. The development of this work used as reference the qualitative perspective of the research-action type associated with Lev Semionovich Vigotski's theory, applied to the teaching area. It is important to point out that the sequence of strategies developed can serve as inspiration and reference for contextualized activities that can help the professional life of these future teachers, since these practices contribute to the acquisition of new knowledge, creating bridges between the physical concepts studied and their representations mathematics. Thus, based on the observation of students' participation during the activities proposed in the classroom, on the correctness of the delivered programming routines and on the performance presented in their written tests, it is believed that this approach to content contributed to the assimilation of new knowledge and for the development of students' critical thinking.

**Keywords:** Classroom methods with ICT. Acoustics and wave mechanics experiments. Higher education physics teaching.

## 1 Introdução

Com o objetivo de ampliar e aprimorar o conhecimento de discentes sobre a temática apresentada neste trabalho, é descrita uma proposta de ensino que pode potencializar a realização de conexões entre o estudo teórico dos tópicos elencados e suas representações matemáticas, auxiliando-os na apreensão dos significados implícitos nas representações matemáticas, com a intenção de contribuir com a formação de alunos do Ensino Superior e estimular o seu processo de aprendizagem. O presente trabalho foi desenvolvido e aplicado em sala de aula, no início de 2017, para alunos do sexto semestre do curso de Matemática da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – RS, na disciplina de Física II (FSC 104). A atividade aqui relatada é parte de um trabalho maior, realizado para a obtenção

do título de Mestre na área de Ensino de Física, nesta instituição. Portanto, neste trabalho, serão compartilhadas as impressões e os resultados obtidos durante a aplicação dessa proposta, a fim de oportunizar aos docentes uma reflexão sobre suas práticas de ensino em sala de aula, oferecendo um caminho alternativo para o desenvolvimento dos conteúdos, de forma a contribuir para o processo de ensino-aprendizagem. Destaca-se, ainda, a figura do professor como essencial nesse processo pois, como mediador, ele deve estimular seus alunos a tornarem-se cidadãos críticos e reflexivos, dispostos a colaborar com o desenvolvimento da sociedade em que vivem.

Assim, a seqüência de atividades descritas neste texto se mostra interessante, visto que suscita a participação de alunos de forma mais ativa no processo de construção do seu conhecimento, viabiliza elementos que irão compor sua rede de saberes e poderão servir como um referencial de atividades contextualizadas para os futuros profissionais da área de educação. Além disso, acredita-se que esta proposta de ensino permite a construção de uma base de conhecimentos mais ampla e sólida e que contribui para a compreensão e articulação dos temas elencados a outros assuntos presentes no conhecimento dos estudantes.

Por esta razão, foi utilizada como referência a teoria sócio-construtivista de Lev Semionovich Vigotski (1896 – 1934) destinada à área de ensino e aprendizagem, combinada ao uso de um experimento físico conhecido como “Experimento de Melde” e com a aplicação da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), a saber, o uso da linguagem de programação Python. Esses elementos, quando combinados, constituem uma excelente proposta de ensino para o estudo da Mecânica Ondulatória e Acústica. Diante desse contexto, por meio desta atividade pretende-se, com base em interações sociais orientadas pelo professor, possibilitar aos alunos uma abertura para captar os significados de conceitos físicos e de suas representações por meio de signos matemáticos compartilhados pela academia. Nesse sentido, para Moran (2013, p. 28), “um dos grandes desafios para o educador é ajudar a tornar a informação significativa, a escolher as informações verdadeiramente importantes entre tantas possibilidades, a compreendê-las de forma cada vez mais abrangente e profunda e a torná-la parte do nosso referencial”.

Isto posto, este trabalho apresentou resultados muito positivos e cooperou com o processo de aquisição de conhecimentos relacionados ao estudo da Mecânica Ondulatória e Acústica, no decorrer do processo de formação destes estudantes.

## 2 Metodologia

Conforme já exposto, esta pesquisa tem por base a teoria sócio-construtivista de Vigotski (1896–1934) destinada à área de ensino e aprendizagem. Metodologicamente, é considerada como qualitativa do tipo pesquisa-ação. Para Moreira (2011, p. 76), uma pesquisa qualitativa deve considerar o seguinte aspecto:

O interesse central dessa pesquisa está em uma interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos às suas ações em uma realidade socialmente construída, através de observação participativa, isto é, o pesquisador fica imerso no fenômeno de interesse.

Acompanhando esta perspectiva, entende-se que a pesquisa qualitativa oferece elementos que permitem um olhar mais amplo sobre o objeto de estudo, isto é, os pesquisadores qualitativos denotam interesse também no processo e não somente nos resultados ou produtos obtidos. Em relação à pesquisa-ação, essa pode ser “[...] aplicada em qualquer ambiente de interação social que se caracterize por um problema, no qual estão envolvidas pessoas, tarefas e procedimentos” (ENGEL, 2000, p. 3). Pode-se, ainda, concluir que:

[...] a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLENT, 2008, p. 16).

Ainda, foram elaborados quatro materiais (tutoriais), os quais foram entregues aos alunos durante o andamento do primeiro semestre e cuja discussão deu-se antes do desenvolvimento desta proposta.

Para a apresentação e discussão dos materiais foram destinados quatro encontros de duas horas cada um, totalizando oito horas. Nestes encontros foram apresentados alguns conceitos de programação e desenvolvidas algumas rotinas que serviram de aporte para a formação da base de conhecimentos dos alunos. Foram, também, elencados alguns parâmetros norteadores que subsidiaram a escolha do experimento físico. O experimento de Melde foi escolhido pelos seguintes critérios:

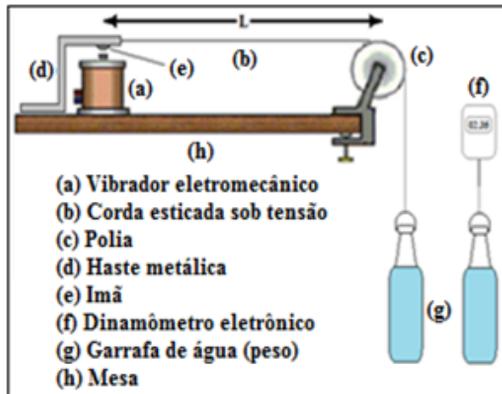
- Possui um apelo visual (um convite) que proporciona ao discente a oportunidade de exercitar o seu senso de observação e criticidade aos eventos observados a sua volta;

- A atividade encoraja uma participação mais ativa dos estudantes durante a realização dos experimentos, favorecendo o engajamento destes na construção de novos saberes;

- Favorece uma maior interação entre o professor e seus alunos, ao permitir a apresentação e a discussão de conceitos físicos e algumas formas de aplicação deste conhecimento. Como exemplo, pode-se citar os conceitos de período ( $T$ ), frequência ( $f$ ), comprimento de onda ( $\lambda$ ), velocidade de propagação da onda ( $v$ ), interferência, instrumentos musicais, etc.

Para melhor compreensão do desenvolvimento desta proposta, são apresentadas as figuras 1 e 2, que mostram um desenho ilustrativo e uma foto do experimento de Melde utilizado em sala de aula.

Figura 1 - Diagrama esquemático das partes do experimento.



Fonte: Os autores (2019).

O experimento de Melde, em sua versão mais atual (moderna), é constituído por um vibrador eletromecânico que está conectado a um amplificador de sinal (caixa preta da figura 2) e este, por sua vez, foi ligado a um gerador de sinal (figura 2) que foi previamente ajustado para produzir um sinal senoidal. Para uma melhor visualização da propagação das ondas sobre a corda, foi utilizada uma lanterna estroboscópica, que pode ser regulada para apresentar uma frequência de pulsos igual a frequência de oscilação da corda, posto que ela auxilia na observação das fases sucessivas de um movimento periódico.

A corda é presa em uma de suas extremidades na haste metálica que possui um pequeno ímã fixado, e é esticada passando por uma polia fixa presa na outra extremidade da mesa, conforme o esquema ilustrado na figura 1. Na outra extremidade da corda é fixada (presa) uma garrafa plástica, onde irá ser depositada

água. Como é possível medir o volume líquido que será colocado na garrafa com o auxílio de um copo medidor e se conhece a densidade absoluta da água, pode-se calcular teoricamente o peso da garrafa. Para obter a medida do peso da garrafa, utiliza-se um dinamômetro eletrônico, que possibilita confirmar o peso da garrafa calculado teoricamente e desta forma, é possível conhecer a tração no fio.

Figura 2 - Implementação do experimento de Melde para o uso didático no laboratório de Física



Fonte: Os autores (2019).

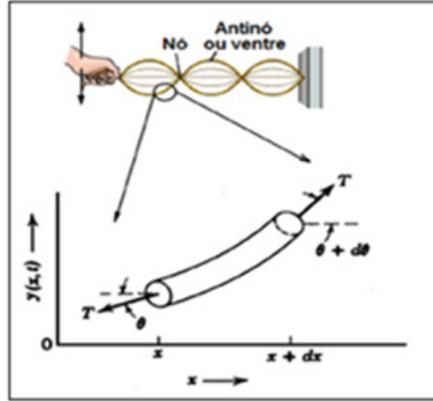
A figura 3 representa a ilustração de uma perturbação (pulso) que percorre um elemento infinitesimal da corda, entre as posições  $x$  e  $x+dx$ , de densidade linear  $\mu$ , submetida a uma tensão  $T$ , com o perfil de amplitude  $y(x, t)$  analisado. Tal que:

$$\mu = \frac{m}{L}$$

$m$  - massa  
 $L$  - comprimento do fio  
 $\mu$  - densidade linear

A análise deste elemento diferencial de corda, utilizado para a realização da modelagem matemática, possibilita chegar à equação diferencial da onda transversal que caracteriza a propagação. Por meio do desenvolvimento desta equação pode-se obter a expressão que permite calcular a velocidade de propagação da onda na direção do eixo  $x$ .

Figura 3 - Análise de um elemento diferencial de corda para a modelagem matemática



Fonte: Adaptado de D. C. Giancoli “Physics, Principles and Applications”, 7ª ed., Pearson – NY (2013).

Equação diferencial da  
onda transversal

$$\frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial t^2} = \frac{T}{\mu} \frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial x^2}$$



Velocidade de propagação  
da onda na direção do  
eixo x

$$v = \lambda \cdot f = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

Ainda neste seguimento, ao desenvolver a equação diferencial da onda transversal, pode-se chegar a seguinte função:

$$y(x,t) = y_0 \text{ sen} \left[ 2\pi \left( \frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) \right]$$

O experimento de Melde foi dividido em duas partes:

1º) A primeira parte possui como objetivo medir a velocidade de propagação da onda na corda e permite compreender o que é e como ocorre a formação de uma onda estacionária, que representa a soma de ondas que possuem a mesma frequência de oscilação e comprimento de onda, que percorrem o fio em direções opostas e cujos nós coincidem no espaço e no tempo.

2º) A segunda parte possui a intenção de estudar o efeito da tensão mecânica sobre a velocidade de propagação das ondas transversais que são transmitidas ao longo do fio.

Na sequência, são apresentados os procedimentos associados a cada uma destas partes, sendo, neste primeiro momento, descrita a rotina de trabalho realizada para a medição da velocidade da onda na corda.

1) No primeiro momento, foi medida a massa líquida do volume de água depositada no interior da garrafa. Para tanto, partiu-se do conhecimento inicial de que 1 litro de água possui a massa de 1 kg, utilizando a relação de proporcionalidade, definiu-se arbitrariamente o volume líquido depositado na garrafa. Para o desenvolvimento desta proposta de trabalho, foi utilizado inicialmente um volume líquido de 0,25 litros, o que corresponde a uma massa de 0,25 kg.

2) Para desenvolver a parte associada à modelagem matemática, adotou-se o valor de  $9,8 \text{ m/s}^2$  para a aceleração da gravidade. Por conseguinte, foi possível calcular o peso da massa de água previamente estabelecida (2,45 N). Com o auxílio do dinamômetro, o resultado foi confirmado.

3) O gerador de sinal foi sintonizado em uma frequência de oscilação  $f_1$ , que deu origem a uma onda estacionária no sistema, formada por um ventre e dois nós. Com uma régua, foi medida a distância entre os nós e multiplicado este valor por 2, para obtenção do comprimento de onda  $\lambda_1$ .

4) Na tabela 1 foram anotadas as informações obtidas para a correspondente frequência e o comprimento de onda, para  $N=1$ , onde  $N$  representa o número de harmônicos. Através da multiplicação do comprimento de onda pela frequência, descobriu-se a velocidade de propagação da onda ( $v = \lambda \cdot f$ ).

5) Foi modificada a frequência de oscilação do sinal emitido pelo gerador de ondas até obter uma onda estacionária composta por dois ventres ( $N=2$ ) e três nós. Pode-se verificar o valor da frequência de oscilação  $f_2$  no gerador de sinal. Com essa informação, mediu-se o comprimento de onda associado  $\lambda_2$ . Os dados foram colocados na tabela e foi calculada a velocidade de propagação da onda no fio, com o auxílio da expressão ( $v = \lambda \cdot f$ ).

6) O procedimento foi repetido até a obtenção de cinco harmônicos ( $N=5$ ) e seis nós. O dispositivo utilizado para a realização do experimento não permite exceder este número de harmônicos e de nós.

Tabela 1 - Tabela de dados coletados para a medição da velocidade da onda na corda.

N	$f_N$ (Hz)	$\lambda_N$ (m)	$v = \lambda \cdot f$ (m/s)
1	12,77	2,33	29,75
2	23,83	1,165	27,76
3	36,97	0,78	28,74
4	49,37	0,58	28,63
5	68,06	0,466	31,72
Média			29,1

Fonte: Os autores (2019).

A rotina de trabalho consiste basicamente em modificar a tensão mecânica sobre o fio, adicionando água à garrafa plástica e assim modificando o seu peso. Ao modificar o peso do volume líquido contido na garrafa, conseqüentemente será modificada a tração no fio.

1) Foi adicionado um volume líquido de 0,13 litros de água na garrafa, o que corresponde a uma massa de 0,13 kg e, com o auxílio do dinamômetro, verificou-se o peso da garrafa.

2) O gerador de frequência foi ajustado de modo a ter uma onda estacionária composta por três ventres e quatro nós.

3) O valor do comprimento de onda para uma onda estacionária composta por três ventres foi medido.

4) Foram anotadas, na tabela 2, as informações obtidas para a correspondente frequência e o comprimento de onda. Através da multiplicação do comprimento de onda pela frequência descobriu-se a velocidade de propagação da onda ( $v = \lambda \cdot f$ ).

5) O procedimento foi repetido para coletar cinco pontos experimentais, adicionando a cada vez, uma massa de água correspondente a 0,055kg para modificar a tração no fio.

Tabela 2 - Tabela de dados coletados para a verificação da relação entre a velocidade de propagação da onda e a tensão na corda. Para as medições foram utilizados três ventres e quatro nós ( $N = 3$ ).

<b>m (kg)</b>	<b>T(N)</b>	<b>f<sub>N</sub> (Hz)</b>	<b>λ<sub>N</sub> (m)</b>	<b>v = λ · f (m/s)</b>
0,13	1,27	28,9	0,78	22,38
0,185	1,81	33,12	0,78	25,83
0,240	2,35	36,97	0,78	28,83
0,295	2,89	39,66	0,78	30,93
0,350	3,43	44,04	0,78	34,35

Fonte: Os autores (2019).

Após a realização dos experimentos, os alunos recebem um prazo para analisar os dados e extrair informações que devem ser justificadas ao entregar as rotinas de programação das seguintes questões:

Questão M.1 - Faça um gráfico do comprimento de onda  $\lambda$ , da onda estacionária versus frequência  $f$ , que é a mesma do vibrador eletromecânico, para o número de ventres entre 1 e 5 e para uma mesma tensão no fio  $T$ .

Questão M.2 - Ajuste os pontos com uma relação tipo  $v = \lambda \cdot f$  e obtenha o melhor ajuste experimental para valor da velocidade da onda na corda.

Questão M.3 - Faça um gráfico da velocidade da onda  $\lambda$  no fio em m/s versus tensão mecânica  $T$  na corda em Newtons.

Questão M.4 - Ajuste os pontos com uma relação tipo  $v = T^n$  e obtenha o expoente dessa relação, que deve ser 1/2 pela teoria que prevê que  $v \propto T^{1/2}$ .

Para que os alunos pudessem realizar a implementação das rotinas de programação no Python e na sequência interpretar as informações obtidas nos gráficos, foi necessário estabelecer relações de significado. A articulação desses diferentes saberes torna a aprendizagem mais rica e significativa para esses futuros docentes.

### 3 Discussão

A combinação de um experimento físico associado à utilização de uma linguagem de programação (Python) mostrou ser um caminho interessante, pois permite ao aluno desenvolver o seu senso de observação, criticidade e trabalho em equipe, além de fornecer subsídios que podem servir como um referencial de atividade para a prática docente. É importante que em sua formação, o futuro profissional da área de ensino seja encorajado a buscar novas formas de apresentar os assuntos presentes no currículo, com vistas à exploração de alternativas inovadoras para auxiliar o desenvolvimento e a compreensão dos conteúdos.

A representação matemática da velocidade de propagação da onda na direção do eixo  $x$  obtida por meio do experimento de Melde, inicialmente idealizado no século XIX, permite inferir algumas considerações.

1) A “rapidez da vibração”, que é a frequência de oscilação ( $f$ ), de diferentes fios de mesmo comprimento e espessura é inversamente proporcional a raiz quadrada de sua densidade linear.

2) A “rapidez da vibração” é diretamente proporcional a raiz quadrada da tensão mecânica a que este fio está submetido.

Estas considerações podem ser verificadas por meio da articulação das informações obtidas na coleta de dados feita durante a realização do experimento e a subsequente modelagem matemática empregada no desenvolvimento das rotinas no Python.

Quanto ao uso da tecnologia, a atividade proporciona aos discentes uma oportunidade de conhecer uma nova ferramenta de estudo, a linguagem de

programação Python, que será somada a sua bagagem de conhecimentos. Quando uma proposta de ensino é desenvolvida e deixa nos alunos impressões positivas sobre as suas contribuições, apresenta potencial e possibilidade de ser replicada por eles (alunos) em sua prática profissional futuramente. Para Rosado (1998, p. 229),

O que se deseja salientar aqui é que a presença de novas tecnologias de ensino na sala de aula coloca o professor diante de um processo de reflexão, de redimensionamento em termos de sua função e papel sociais, e que muitas vezes, esse profissional se acha sozinho com essas complexas e sofridas reflexões, frequentemente apontado como divisor de águas limitador na implementação de um ensino de melhor qualidade, criticado com aspereza por vezes, por pesquisadores e estudiosos de educação e comunicação, mas sem que esses mesmos acadêmicos ofereçam alternativas, pistas que orientem e sustentem formas de operacionalização, de construção desse novo papel de professor que integre e utilize de maneira otimizada os recursos tecnológicos disponíveis.

Destaca-se que durante o processo de formação, os alunos pertencentes a essa pesquisa não foram apresentados à lógica de programação e algoritmos e por este motivo essa proposta de ensino tornou-se mais interessante e desafiadora. O objetivo central, ao utilizar essa tecnologia, é demonstrar o potencial desta ferramenta que pode ser incorporada pelos discentes e útil no processo de construção do conhecimento, proporcionando uma complementação em sua formação. Segundo Coutinho (2008, p. 2):

[...] a sociedade reclama por uma adequação da escola à evolução tecnológica, por outro, a investigação mostra que não há mudanças na escola sem professores e não há mudanças nestes últimos sem uma forte aposta num modelo de formação e desenvolvimento profissional que entenda os professores como colaboradores da tão desejada mudança do sistema educativo.

Guimarães declara que “[...] vários estudos apontam para a necessidade de formar professores capazes de fazer um bom uso das tecnologias e de prepará-los para assumirem um novo papel na sociedade do conhecimento” (GUIMARÃES, 2004, p. 5).

Nesse contexto, foi eleito o Enthought Canopy, para possibilitar o andamento das atividades relacionadas às TIC, em razão de ser um programa comercial que disponibiliza uma licença gratuita para a utilização da linguagem de programação Python no meio acadêmico. À medida que os alunos foram desenvolvendo suas habilidades relacionadas ao uso do Python, eles passaram a participar mais das aulas de Física, com o propósito de compreender melhor os assuntos elencados e suas relações com as representações matemáticas. Por este motivo, acredita-se que os discentes foram estimulados a interagir mais com a figura do professor durante as aulas no decorrer do semestre, para ampliar a sua

compreensão dos tópicos propostos e assim estabelecer conexões entre a teoria e suas representações matemáticas.

A implementação da linguagem de programação representa um elemento motivador, visto que para criar as rotinas de programação, os alunos necessitam compreender os conceitos físicos empregados e interpretar as suas representações matemáticas. O amadurecimento destas competências está vinculado ao desenvolvimento da criticidade do aluno ao implementar uma rotina de programação. Em vista disso, o programa Python foi selecionado para introduzir esta experiência inicial sobre o uso de uma linguagem de programação, para a análise e tratamento de informações e que mostrou ser capaz de possibilitar a implementação desta atividade.

#### **4 Considerações finais**

As interações orientadas pela figura do professor auxiliam os seus discentes no processo de desenvolvimento e amadurecimento das funções mentais superiores. Durante a realização do experimento, a fala dos alunos ao professor forneceu elementos que permitiram ao profissional da área de ensino inferir sobre o nível de compreensão dos estudantes a respeito dos conceitos discutidos e da interpretação das representações matemáticas.

Para a avaliação da efetividade desta proposta de ensino-aprendizagem foram considerados os seguintes elementos:

1º) Observação da participação e do interesse dos alunos, no decorrer das atividades realizadas em sala de aula. Neste sentido, destaca-se o maior envolvimento dos discentes durante as aulas teóricas, constatado por meio da percepção do aumento do número de questionamentos sobre os conteúdos de Mecânica Ondulatória e Acústica, e na execução dos procedimentos associados ao experimento de Melde;

2º) Análise das rotinas de programação apresentadas pelos estudantes que obedeceram aos seguintes critérios de avaliação:

- Compreensão da atividade proposta, verificada no desenvolvimento das rotinas de programação;

- Compreensão e interpretação dos conceitos físicos associados no desenvolvimento das relações matemáticas executadas nas rotinas de trabalho entregues;

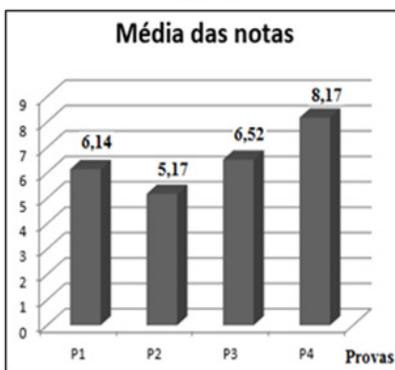
- Efetividade dos objetivos propostos nas atividades por meio da análise e implementação dos códigos criados;

3º) No início do semestre, em conjunto com o professor da disciplina de Física II e de posse do programa desta disciplina, foi determinado como seria apresentada a sequência dos conteúdos. Neste momento, foi definido que os assuntos deveriam ser abordados no final do curso e seriam também, o objeto de estudo da quarta e última avaliação discursiva do semestre.

Assim, com a intenção de buscar subsídios que possam inferir sobre o impacto desta proposta no aprendizado dos alunos, foi realizado o cálculo da média das notas dos discentes em cada uma das avaliações discursivas realizadas no decorrer do semestre. O resultado da média de cada uma das avaliações é ilustrado no gráfico 1.

Observando-se o gráfico 1, é possível perceber uma melhora nas notas dos alunos na quarta avaliação e assim, pode-se considerar este resultado como um indicativo muito positivo da efetividade deste trabalho.

Gráfico 1 - Média das notas dos alunos em cada uma das avaliações discursivas durante o semestre



Fonte: Os autores (2019).

Desta forma, ao refletir sobre todos os argumentos expostos durante o desenvolvimento deste texto, é possível perceber que a presente proposta de ensino colabora com o processo de aquisição de novos saberes pelos alunos. É interessante destacar também, a contribuição desta abordagem de ensino para o desenvolvimento do senso crítico dos estudantes na promoção da aprendizagem.

Agradecimentos: Os autores agradecem ao programa UFSM/FIEX 2017 e 2018 pela concessão de recursos que permitiram a realização da presente pesquisa.

## Referências

BORGES, Luís Eduardo. **Python para desenvolvedores**. Disponível em: [https://ark4n.files.wordpress.com/2010/01/python\\_para\\_desenvolvedores\\_2ed.pdf](https://ark4n.files.wordpress.com/2010/01/python_para_desenvolvedores_2ed.pdf). Acesso em: 22 jul. 2019.

ENGEL, Guido Irineu. Pesquisa-ação. **Educar**, Curitiba, v. 16, p. 181-191, 200. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S01044060200000200013&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S01044060200000200013&script=sci_arttext&tlng=pt). Acesso em: 22 jul. 2019.

GUIMARÃES, Sheila Denize. a formação do professor e a educação para as mídias. **Colabor@ - Revista Digital da CVA**. Disponível em: <http://www.pead.ucpel.tche.br/revistas/index.php/colabora/article/viewFile/54/48>. Acesso em: 22 jul. 2019.

LABAKI, Josué. **Grupo Python apresenta: Introdução a Python – Módulo A**. Disponível em <http://www.dcc.ufjf.br/~fabiom/mab225/pythonbasico.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2019.

MEYERS, et al. **Aprenda computação com Python 3.0**. Disponível em: [http://rodrigor.dcx.ufpb.br/\\_media/disciplinas/introprog/19939680-aprendacomputaocompython3k.pdf](http://rodrigor.dcx.ufpb.br/_media/disciplinas/introprog/19939680-aprendacomputaocompython3k.pdf). Acesso em: 22 jul. 2019.

MORAN, José Manuel. MASETTO, Marcos T. BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 21. ed. Campinas: Papirus, 2013.

MOREIRA, Marco Antônio. **Metodologias de pesquisa em ensino**. São Paulo: Livraria de Física, 2011.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: EPU, 2011.

ROSADO, Eliana Martins da Silva. Contribuições da psicologia para uso da mídia no ensino-aprendizagem. Águas de Lindóia: **Anais do IX encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino**, p. 217-237, 1998.

SEVERANCE, Charles. **Python para Informática**. Campo Grande – MS, 2015. Disponível em: <http://destacom.sites.ufms.br/files/2015/05/apostila.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2019.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 16. ed. São Paulo: Cortez, 2008.

VIGOTSKI, Lev Semenovich. **A construção do pensamento e da linguagem**; tradução Paulo Bezerra. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

VIGOTSKI, Lev Semenovich. **A formação social da mente**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1987.