

# ONDAS ESTACIONÁRIAS E RESSONÂNCIA: UMA EXPERIÊNCIA DE ENSINO A PARTIR DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL DEMONSTRATIVA

Carla Valéria Ferreira Tavares<sup>1</sup>  
Ubiratan Luiz do Nascimento<sup>2</sup>  
Inaldo Jerfson Sobreira da Silva<sup>3</sup>

## RESUMO

O trabalho apresenta a descrição e aplicação de um aparato experimental e sua funcionalidade. O experimento foi construído com materiais de baixo custo e teve com objetivo simular as características inerciais e elásticas do meio na velocidade de propagação de uma onda mecânica longitudinal, relacionando-o com conceitos sobre ondas estacionárias e o comportamento da ressonância no ensino de Física. O percurso metodológico aconteceu por meio de uma sequência didática com a utilização de situações problemas. Durante a aplicação da intervenção didática o experimento foi utilizado como elo de articulação com as atividades investigativas na construção de conceitos sobre a Física. A funcionalidade do experimento demonstrativo foi de levar a liberdade intelectual ao estudante de modo que o mesmo expusesse suas ideias e questionamentos sobre o fenômeno estudado com maior clareza e eficiência.

**Palavras-chave:** Ensino de Física; Atividades Investigativas; Experimento Demonstrativo.

## I. INTRODUÇÃO

### 1.1 Atividades Experimentais e Ensino de Física

Trabalhar atividades experimentais no ensino de Ciências, em particular de Física, é de fundamental importância para a construção da aprendizagem dos conceitos científicos, não existe profissional professor ou pesquisador que discorde desse fato. Entretanto, essa prática não é vivenciada por parte da maioria dos professores, tanto em sala de aula, quanto em laboratórios e, às vezes que são utilizadas, adotam-se metodologias improvisadas, com presenças esporádicas e assistemáticas dentro do currículo (CARVALHO, 2013).

Muitos professores de Física se mostram preocupados e insatisfeitos com a situação de trabalhar atividades experimentais, porém esta insatisfação não se concretiza em ações que possam reverter o quadro em favor da presença de atividades investigativas nas salas de aulas de Ciências. No que refere a esse conformismo por parte dos profissionais, Gaspar (2014, p. 7), aponta que, “existe um despreparo de alguns professores em realizar atividades

---

<sup>1</sup> Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual da Paraíba – UEPB/ CCT , mail: [carmem186@hotmail.com](mailto:carmem186@hotmail.com);

<sup>2</sup> Mestre em Ensino de Biologia pela Universidade Federal da Paraíba – UFPB, mail: [ubiratanluiz@bol.com.br](mailto:ubiratanluiz@bol.com.br)

<sup>3</sup> Doutorando em Física pela Universidade Federal da Paraíba – UFPB/, mail: [inaldofisica88@gmail.com](mailto:inaldofisica88@gmail.com)

experimentais, pois, trata-se de uma decorrência na formação profissional, que teria sido deficiente nesse aspecto. De acordo com Gaspar (2014),

É muito comum que professores passem todo o ano letivo, quando não todo o curso, sem apresentar ou propor nenhuma atividade experimental aos estudantes, em discurso o professor diz que o tempo é curto para complementar o programa previsto e quase sempre as atividades experimentais são cortadas do planejamento (GASPAR, 2014, p.8).

O professor é uma das figuras chave no desenvolvimento das atividades experimentais, pois, é ele que vai introduzir pontos eficazes de trabalho com procedimentos adequados as necessidades dos estudantes, o mesmo deve incorporar atitudes que o diferencie da prática tradicional de ensino.

Em comentários sobre a eficácia do ensino de Ciências, Carvalho (2009), acrescenta que,

O ensino somente se realiza e merece ser este nome, se for eficaz, e se fizer o aluno de fato aprender. O trabalho do professor deve ser direcionado totalmente para a aprendizagem dos mesmos, pois não existe um trabalho de ensino se os alunos não aprendem. (CARVALHO, 2009, p. 16).

É de responsabilidade do professor, incorporar uma consciência de que sua ação durante o processo de ensino seja crucial para que o estudante venha a adquirir um desempenho satisfatório em sua aprendizagem. Faz-se necessário, que o mesmo busque independente das dificuldades estruturais ou do despreparo, se capacitar, se planejar, criando assim, um percurso metodológico útil para uma atividade experimental, que pode ir desde a viabilidade do experimento, a escolha da atividade mais adequada, a seleção do conteúdo a ser apresentado e a compatibilização desse conteúdo com o tipo de atividade.

Assim, como questão norteadora da pesquisa, as atividades experimentais demonstrativas potencializam o desenvolvimento de atitudes científicas na explicação dos conceitos sobre Ondas Estacionárias e suas propriedades?

Para tanto, colocamos os seguintes objetivos de pesquisa:

➤ **Geral**

Analisar a potencialização de atividades experimentais na compreensão dos fenômenos de Ondas Estacionárias e Ressonância.

➤ **Específicos**

1. Aplicar uma intervenção didática com atividade experimental sobre “Ondas Estacionárias e Ressonância” numa perspectiva de ação para o laboratório investigativo;
2. Expor as discussões e os questionamentos apresentados pelos estudantes ao decorrer do manuseio do experimento demonstrativo.

Diante do exposto, o objetivo dessa proposta foi de analisar a utilização de atividade com o uso de experimento demonstrativo, tendo como referencial teórico “interacionista de Vygotsky” que toma como base, a ideia de que o ser humano constitui-se enquanto tal, quando se relaciona com os demais e que este desenvolvimento é produzido pelo processo de internalização da interação social.

## **II. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA**

### **2.1 Atividades Experimentais Construtivistas e a Teoria de Vygotsky**

A teoria de Vigotski (1987) considera dois elementos fundamentais a qualquer processo em que há mediação: o “instrumento”, que tem a função de regular as ações sobre os objetos, e o “signo”, que regula as ações sobre o psiquismo das pessoas. A experimentação enquanto estratégia de ensino-aprendizagem tem sido defendida no ensino de Física há algumas décadas. Em especial nos anos 60-70 do século passado, a defesa por tal estratégia se intensificou por meio da incorporação dos projetos de ensino nacionais ou internacionais nas escolas brasileiras. Desde então, tal incorporação tem ocorrido sob diferentes concepções de Ciência, de ensino e de aprendizagem, por conta de que também tem sido objeto de pesquisas na área sob diferentes referenciais teóricos (HIGA; OLIVEIRA, 2012).

A aula prática é uma maneira eficiente de ensinar e melhorar o entendimento dos conteúdos estudados, facilitando a aprendizagem. Os experimentos facilitam a compreensão da natureza da ciência e dos seus conceitos, auxiliam no desenvolvimento de atitudes científicas e no diagnóstico de concepções não científicas. Além disso, contribuem para despertar o interesse pela Física. A experimentação também se constitui como uma prática científica, sendo definida por Pinho (2000), por meio de uma estrutura orgânica construída ao longo do tempo pelos filósofos, na tarefa de explicar os fenômenos dessa mesma natureza.

No entanto, atualmente, até mesmo avaliações externas à escola, como o Enem e os vestibulares, têm mudado essa perspectiva e começado a explorar mais do que a mera operacionalização de exercícios de Matemática envolvendo temas da Física: os saberes ligados à construção do conhecimento científico ao longo dos anos e as características sócio históricas dessa construção também começam a ser abordados, deixando-nos a evidência de que o ensino da Física precisa mostrar aos estudantes esse componente curricular como uma área de conhecimento da humanidade (CARVALHO, 2011).

A Física é de longa data, uma das ciências mais temidas pelos estudantes, principalmente pela fama de difícil compreensão, isso se deve ao fato de que seu ensino tradicionalmente vem sendo pautado na transmissão de conceitos e fórmulas, cujas relações com a realidade parecem inexistentes. Os trabalhos com atividades experimentais contribuem para minimizar este estereótipo, e oferecer aos estudantes um processo que os tornem ativos no processo de aprendizagem (FORÇA et al., 2016).

Carvalho et al., (2011) trazem algumas considerações sobre pontos que acham necessários para os futuros professores de Física e mesmo para aqueles já em exercício, de modo que a disciplina possa ser apresentada aos estudantes do Ensino Médio como uma área de conhecimento em constante construção, cujos conhecimentos propostos façam parte do dia a dia dos mesmos. Estes autores mostram a importância de um ensino contextualizado, onde é possível considerar os aspectos que regulam a construção e a proposição de novos conhecimentos, e sua prática como uma atividade científica juntamente com seu exercício.

### **III. METODOLOGIA**

Em decorrência do enfoque dado ao objeto a ser estudado, optou-se por uma pesquisa de natureza qualitativa que de acordo com Richardson (2008, p.17), visa a encontrar as semelhanças entre fenômenos, cujos pressupostos teóricos não estão claros, ou são difíceis de encontrar. Nessa circunstância, a proposta da pesquisa não é apenas para conhecer o tipo de relação existente, mas, sobretudo para determinar a existência de relação.

Assim, com base na descrição e realização da atividade experimental, a mesma apresentou uma intervenção didática, que possibilitou o estudante a pensar sobre determinadas hipóteses e a tomar decisões, logo, adquirido autonomia ao longo da abordagem do problema (CAMPOS et al., 2012), provocando-o a dizer o que pensa sobre o fenômeno físico estudado.

Quanto às atividades experimentais demonstrativas Gaspar (2014), esclarece os seguintes aspectos:

A montagem deve ser levada pronta ou previamente testada para evitar frustrações, o tempo de apresentação deve ser bem menor que a duração da aula, para que seja possível a exposição dos objetos da demonstração e a troca de ideias, quanto à observação deve ter a certeza de que todos os alunos observaram corretamente o fenômeno, caso não, repete-se o experimento quantas vezes forem necessário, a viabilidade o experimento deve ter dimensões adequadas e estar em local de fácil visualização, a eficiência do material do experimento deve apresentar interações sociais mantendo o foco dos objetivos e quando a intervenção do professor terá que ser constante e necessária em atividades cuja manipulação seja perigosa (GASPAR, 2014, p. 28).

O trabalho foi estruturado em cinco momentos. A organização metodológica da atividade investigada encontra-se descrita no **Quadro 1**.

Quadro 1. Sequência metodológica das atividades didáticas.

<b>Momentos</b>	<b>Procedimentos</b>	<b>Objetivos</b>
<b>Momento I: A montagem</b>	Construção do aparato experimental, por meio de uma sequência com três problemas relacionados ao comprimento de onda e sua representação gráfica, e a identificação das frequências naturais de oscilação da corda e sua tração.	Introduzir os conceitos sobre ondas estacionárias e ressonância, apresentando procedimentos de manipulação previamente testados.
<b>Momento II: O tempo de demonstração do experimento</b>	Expor o objeto da demonstração com um menor tempo, focando o maior tempo para manipulação das equipes e trocas de ideias.	Apresentar o experimento e sua viabilidade.
<b>Momento III: A observação dos resultados</b>	Observar corretamente o fenômeno apresentado durante a manipulação do objeto, e havendo uma necessidade de nova observação. Todo o processo será refeito como embasamento para garantir os efeitos esperados.	Demonstrar o fenômeno físico da ressonância no aparato experimental.
<b>Momento IV: A visibilidade demonstrativa e eficiência do experimento</b>	Aparato visualizado nos seus mínimos detalhes, com explicação de cada uma das componentes.	Visualizar a formação da onda, e solucionar as questões propostas.
<b>Momento V: Intervenção da professora</b>	Intervenção no sentido de construir e solidificar o conhecimento sobre o conteúdo: ondas estacionárias em uma corda fixa nas duas extremidades.	Explorar o experimento com liberdade intelectual.

Fonte: Dados para fins de pesquisa, TAVARES (2018).

Participaram da intervenção 35 estudantes do 2º ano do Ensino Médio, com duração de 50 minutos cada aula, por cerca de uma semana. Durante a atividade experimental demonstrativa, os estudantes foram distribuídos por equipes.

#### IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta etapa objetiva a discussão dos relatos da atividade experimental demonstrativa. Durante essa atividade, foi utilizado o método de levantamento de hipóteses que foi admitido como recurso pedagógico eficiente para a promoção das interações sociais e conceituais (Gaspar 2014, p. 29). Quanto mais esses recursos forem utilizados, melhor será a construção cognitiva e a compreensão conceitual do fenômeno físico abordado em sala de aula.

Para isso, tomaram-se como base os seguintes aspectos de aprendizagem: a montagem, o tempo de apresentação, observação dos resultados, visibilidade demonstrativa, eficiência do experimento e a intervenção da professora.

##### **Momento 1: A montagem**

Nessa etapa da aula demonstrativa utilizou-se uma sequência de atividades práticas do livro didático adotado pela rede estadual de ensino – Compreendendo a Física Vol. 2 do autor (Gaspar, 2016, p 26). A atividade introduz os conceitos de ondas estacionárias, apresentando procedimentos de manipulação previamente testados.

Para a construção do aparato experimental, seguiram-se as instruções do livro didático, agregando a essa prática, com os seguintes problemas: a) *comprimento de onda durante a manipulação*, e b) *a identificação das frequências naturais de oscilação da corda e sua tração*.

##### **Momento 2: Tempo de demonstração do experimento**

Durante esta etapa, procurou-se expor o objeto da demonstração com um menor tempo, focando o maior tempo para manipulação das equipes e trocas de ideias Figura 1.



Figura 1. Demonstração do aparato experimental.



Fonte: Tavares (2018).

### Momento 3: Observação dos resultados

Nessa fase, o cuidado maior foi direcionado para que o estudante observasse corretamente o fenômeno apresentado durante a manipulação do objeto Figura 2. Havendo a necessidade de nova observação, todo o processo foi refeito como embasamento para garantir os efeitos esperados.

Figura 2. Observação dos resultados do aparato experimental.



Fonte: Tavares (2018).

### Montagem 4: Visibilidade demonstrativa e eficiência do experimento

Neste momento a preocupação foi de que o aparato fosse visualizado nos seus mínimos detalhes. Nesse sentido foi feita uma explicação de cada uma das partes que compunham o aparato. Essa explicação foi fundamental, para que o experimento não

apresentasse problemas, e as equipes pudessem visualizar o fenômeno da ressonância numa corda fixa nas duas extremidades com muita clareza.

Na demonstração Figura 3, os estudantes visualizaram a formação da onda, e puderam solucionar as três questões propostas, apresentando interações sociais e mantendo o foco na atividade.

Figura 3. Visibilidade e eficiência do aparo experimental.



Fonte: Tavares (2018).

#### **Momento 5: Intervenção da professora**

Nessa etapa, intensificou-se a intervenção no sentido de construir e solidificar ainda mais o conhecimento sobre o conteúdo: ondas estacionárias em uma corda fixa. Os estudantes exploraram bem o experimento Figura 4, e com liberdade intelectual, expuseram suas ideias e questionamentos sobre a importância de uma aula motivadora e diferenciada.

Figura 4. Visibilidade do aparo experimental.



Fonte: Tavares (2018).



Naturalmente que, durante a manipulação do experimento, houve alguns questionamentos e um deles foi: Como vamos encontrar o comprimento de ondas, formado pelas quantidades de ondas observadas no experimento?

Os grupos já haviam explorado o experimento, sua funcionalidade e material a se utilizado na manipulação, logo foi comentado pela professora de forma a ajudar na solução do problema de (letra a), que para encontrar o comprimento de onda, a corda deveria ser submetida a uma força de tração modular.

*– Logo um estudante perguntou: Professora, o que é uma força de tração modular e onde eu a identifico no experimento?*

*– Força modular é a força de tração aplicada sobre cordas ou fios. Nesse caso do experimento você encontra a força de tração por meio de um objeto. Você observou qual foi o objeto que utilizei na demonstração do experimento?*

*– Sim, a senhora usou um peso que media 100 gramas, não foi isso?*

*– Sim, isso mesmo. No experimento concluímos que a tração da corda é o próprio peso do objeto, que foi uma barra de ferro que pesava 100 gramas.*

*– Uma dúvida, contestou outro estudante: então para a gente encontrar o comprimento da nova onda devemos colocar, um novo peso de 200 gramas?*

*– Sim, vocês irão observar a vibração da corda. Quando ligarem a fonte vibratória, que nesse caso é o alto-falante, vocês devem anotar quantos modos de vibração a corda deve apresentar.*

*– Ah! Então eu vou poder calcular o comprimento de onda, quantas vezes a corda ressonar, ou vibrar, é isso?*

*– Sim, e pra cada alteração no peso do abjeto, a força de tração aumentará.*

*– Vou fazer agora mesmo, quero vê se vou acertar! (risos).*

Nesse ponto da atividade os estudantes foram deixados a sós por um tempo, para solucionar a questão, uma vez que já estavam motivados a achar o valor do comprimento de onda. Esse processo interpessoal o estudante reproduz a manipulação (Carvalho, 2013, p.32), porém de maneira que se construa e interiorize uma nova estrutura de pensamento.

Do ponto de vista vigotskiano, essa reprodução torna o estudante capaz de solucionar passo a passo o problema, interagindo entre eles na apresentação do enunciado, no encaminhamento da solução, na sugestão de procedimentos e análise de cálculo, como também, na obtenção dos resultados.

Por outro lado, em alguns momentos, o estudante necessita da ajuda do professor para preencher as lacunas, para mostrar as contradições e lavá-los a tomar consciência da falta de coordenação entre as diversas situações (CARVALHO, 2010; CARVALHO et al., 1992).

Nesse último bloco, as respostas da (letra b) do problema proposto, indagava sobre as frequências naturais de oscilações da corda quando submetida à força de atração, durante o manuseio dos estudantes.

Oposta à interação espontânea da (letra a), esta apresentou uma dificuldade na hora da resolução. Os estudantes apresentaram dúvidas em definir as variáveis da equação utilizada para encontrar as frequências naturais de uma onda.

Nesse momento, as equipes questionaram como era o cálculo matemático pra encontrar essas frequências naturais e como definir cada componente da expressão de vibração das frequências naturais?

Diante da situação, foi necessário intervir no sentido de aprofundar um pouco mais os conceitos e o formalismo associado ao modelo das ondas estacionárias; esclarecendo o significado das variáveis que compõem a expressão e como utilizá-las na obtenção da resposta do problema exposto.

Logo surgiram os primeiros questionamentos:

- Professora, então para calcular as frequências ( $n_1$ ,  $n_2$  e  $n_3$ ) vai ter que precisar de uma fonte, é isso?
- Sim, é uma frequência constante, você sabe qual é essa fonte?
- O estudante! Seria o alto-falante?
- Ok! E qual é o papel do alto falante?
- É de fazer a corda vibrar, professora?
- Sim, correto! Mas, você observou na manipulação do experimento, existe um agente externo que traciona a corda e que essa corda apresenta uma densidade linear?
- O estudante! O agente externo da tração eu sei, é o peso que a gente usou pra encontrar o comprimento de onda na outra questão, mas, não sei como se faz a densidade da corda, eu não tenho a mínima ideia (risos).
- Veja: a densidade linear é a relação entre a massa ( $m$ ) e o comprimento ( $L$ ) da corda, logo, dentro da equação é representada pela letra ( $\mu$ ).
- Então professora, toda vez que eu colocar um peso diferente, eu vou encontrar as frequências naturais de oscilação da onda?

– Isso! Você chegou aonde o problema queria! – É exatamente quando o módulo da força exercida pelo agente externo que é a frequência da fonte, se coincide com a frequência do primeiro modo de vibração da corda ( $n = 1$ ), dando origem à primeira ressonância em que a corda vibrou.

– Professora, uma última pergunta! Então nos valores ( $n_{1, 2 e 3}$ ) eu vou colocar o peso de 200 gramas, e modifico apenas a ordem das frequências naturais que o problema pedi?

– Sim, exato! Mas querendo usar o experimento para vê como se comporta a onda, com uma tração menor ou maior, vocês podem manipular sem qualquer problema.

Durante essa etapa da aula, o cuidado de evidenciar o papel do ensino ao longo de toda atividade, a intervenção foi imprescindível no sucesso da aprendizagem.

## V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na pretensão de responder a pergunta norteadora da pesquisa: as atividades experimentais demonstrativas potencializam o desenvolvimento de atitudes científicas na explicação dos conceitos sobre Ondas Estacionárias e suas propriedades?

O aparato experimental, construído com materiais de baixo custo, que foi utilizado nas atividades investigativas de cunho demonstrativo, como também, relacionou os conceitos físicos com a propagação de ondas longitudinais, além de ter auxiliado na materialização e compreensão fenomenológica sobre a velocidade de propagação e as propriedades inerciais e elásticas de um meio sólido durante a aplicação das atividades.

Assim, concluímos que: as propostas de atividades experimentais de demonstração são de fato um grande auxílio na construção do conhecimento, a intervenção ofereceu ao estudante um subsídio para discussão sobre o fenômeno de propagação de ondas mecânicas em meios sólidos, e estimulou a participação do mesmo com uma contribuição significativa na aprendizagem dos conceitos abordados em sala de aula.

Diante do exposto, os estudantes observaram fenomenologicamente os efeitos do meio sobre a propagação do pulso de onda e tiraram suas conclusões sobre a dependência da velocidade de propagação da onda estacionária, reforçando que o uso de atividade experimental demonstrativa não só potencializa, mas proporciona a apropriação dos conhecimentos e desperta o interesse dos estudantes em compreender e entender os conceitos sobre Ondas Sonoras.

## REFERÊNCIAS

- ANTUNES, C. **Vygotsky, quem diria?!**: Em minha sala de aula. 10<sup>a</sup> ed. – Petrópolis, RJ: Vozes, 2015.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de et. Al., **Ciências no Ensino fundamental**, São Paulo, Editora Scipione, 2009. (Coleção Pensamento e ação na sala de aula).
- CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativo (SEI). In: Longhini, M. D. (org). **O uno e o diverso na educação**. Uberlândia, MG: EDUFU, 2010. Cap. 18, p. 253- 266.
- CARVALHO, A.M.P.; etal.**Ensino de Física** – Coleção Ideias em Ação. 2011.
- CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativa. IN: Carvalho, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por Investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo, Cengage Learning. 2013.
- CAMPOS, B. S.; Fernandes, S. A.; Ragni, A. C. P. B.; Souza, N. F. (2012). **Física para crianças: abordando conceitos físicos a partir de situações-problema**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 34, n. 1. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/341402.pdf>. Acesso em: 22 de março de 2019.
- FORÇA, A. C.; LABURÚ, C.E.; MOURA, O.H. **Atividades experimentais no ensino de física**: teoria e práticas. 2016. Disponível em: <http://loos.prof.ufsc.br/files/2016/03/ATIVIDADES-EXPERIMENTAIS-NO-ENSINO-DE-F%C3%8DSICA-TEORIA-E-PR%C3%81TICAS.pdf> Acesso: outubro/2017.
- GASPAR, A. **Experiências de Ciências**. 2<sup>a</sup> ed. – São Paulo: Livraria da Física, 2014.
- GASPAR, A. **Compreendendo a Física Vol. 2**. –São Paulo, Ed. Moderna, 2016.
- HIGA, I.; OLIVEIRA, O. B. de. A experimentação nas pesquisas sobre o ensino de Física: fundamentos epistemológicos e pedagógicos. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 44, p. 75-92, 2012.
- OLIVEIRA, J. B. A.; CHADWICK, C. **Aprender e ensinar**. São Paulo: Global, 2008.
- RICHARDSON, R. J et al. Pesquisa social: **métodos e técnicas**. 3<sup>a</sup> ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- PINHO ALVES, J. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. v. 17, n. 2, p. 174-188, 2000
- VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**: interação entre aprendizagem e desenvolvimento. São Paulo: Martins Fontes, 1987.