



UEPB

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

PEDRO HENRIQUE LEITE DE SÁ

**A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA PARA O ENSINO DO FENÔMENO DE
RESSONÂNCIA**

**CAMPINA GRANDE
2022**

PEDRO HENRIQUE LEITE DE SÁ

**A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA PARA O ENSINO DO FENÔMENO DE
RESSONÂNCIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação de Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Física.

Área de concentração: Ensino de Física

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Raquel Pereira de Ataíde.

**CAMPINA GRANDE
2022**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S111e Sá, Pedro Henrique Leite de.
A experimentação investigativa para o ensino do fenômeno de ressonância [manuscrito] / Pedro Henrique Leite de Sa. - 2022.
18 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2022.

"Orientação : Profa. Dra. Ana Raquel Pereira de Ataíde, Departamento de Física - CCT."

1. Ensino de Física. 2. Abordagem Investigativa. 3. Ressonância. I. Título

21. ed. CDD 530.7

PEDRO HENRIQUE LEITE DE SÁ

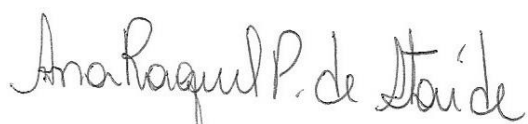
A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA PARA O ENSINO DO FENÔMENO DE
RESSONÂNCIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação de Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Física.

Área de concentração: Ensino de Física.

Aprovada em: 25/07/2022.

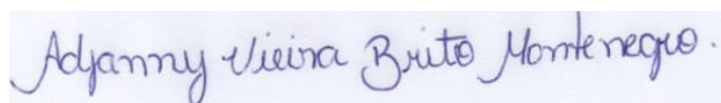
BANCA EXAMINADORA



Prof^a. Dr^a. Ana Raquel Pereira de Ataíde (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof^a Me. Janaina Guedes da Silva
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof^a. Me. Adjanny Vieira Brito Montenegro
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	6
2.1	O Ensino por Investigação	6
3	METODOLOGIA	7
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	8
4.1	A Proposta de Intervenção	8
4.1.1	<i>Sequência de Atividades</i>	8
4.1.2	<i>Atividades da Sequência</i>	8
4.1.2.1	<i>Taças em Ressonância</i>	10
4.1.2.2	<i>Cordas do Violão que Vibram Juntas</i>	11
4.1.2.3	<i>Sistema de Pêndulos Simples</i>	12
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	14
	REFERÊNCIAS	15
	APÊNDICE A – POR DENTRO DA RESSONÂNCIA	16
	APÊNDICE B – QUIZ: RESPONDA SE PUDER - RESSONÂNCIA	17

A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA PARA O ENSINO DO FENÔMENO DE RESSONÂNCIA

Pedro Henrique Leite de Sá

RESUMO

As ciências naturais e exatas, apesar de extremamente importantes, comumente não integram de maneira satisfatória a formação acadêmica, social e pessoal do estudante. O ensino de física ainda tem como grande desafio fugir das aulas tradicionais e trazer abordagens que favoreçam o aprendizado real. Contrapondo a visão tradicionalista de ensino, esta proposta traz um enfoque na experimentação através de uma abordagem investigativa, com objetivo de fazer os estudantes refletirem a respeito dos conceitos. A experimentação em conjunto com a abordagem investigativa pode estimular o senso crítico do estudante, tornando-o figura central em sala de aula. Ao final, é colocada uma sugestão de proposta de intervenção, na qual os estudantes são conduzidos a resolverem uma situação-problema relacionada ao fenômeno de ressonância através de problematizações, conhecendo, trabalhando, modelando e ressignificando conceitos relacionados às ondas sonoras. Em resposta à intervenção, é esperado como resultado uma aprendizagem efetiva, que capacita o estudante a aplicar aqueles conhecimentos em seu cotidiano de maneira natural.

Palavras-chave: Ensino de Física. Abordagem Investigativa. Ressonância.

ABSTRACT

The natural and exact sciences, although extremely important, commonly don't satisfactorily integrate the student's academic, social and personal training. The physics teacher still has a great challenge to escape from traditional classes and bring approaches that favor real learning. Opposing the traditionalist way of teaching, this proposal brings focus on experimentation through an investigative approach, with the objective of making students reflect on the concepts. Experimentation together with the investigative approach can stimulate the student's critical sense, making him a central figure in the classroom. At the end, a suggestion for an intervention proposal is made, in which students are led to solve a problem-situation related to the phenomenon of resonance through problematizations, knowing, working, modeling and resignifying concepts related to sound waves. In response to the intervention, effective learning is expected as a result, which enables the student to apply that knowledge in their daily lives in a natural way.

Keywords: Physics Teaching. Investigative Approach. Resonance.

1 INTRODUÇÃO

Quando se fala em Ensino de Física, rapidamente a maioria dos ouvintes contraem o rosto e se mostram insatisfeitos, de forma que os principais motivos disto advêm dos percalços enfrentados na época de escola. Rapidamente é lembrado daquele professor que copiava no quadro e se mostrava uma figura imponente e inquestionável, que não explorava a dinamicidade que as ciências naturais nos oferecem, nem aproximava os exemplos conceituais com a realidade individual dos estudantes. Este tipo de prática antiquada corrobora com a efetivação do pensamento de que a Física é complexa e instrumento de trabalho apenas dos cientistas e pessoas muito adeptas a resolver problemas matemáticos.

A Física contempla vários tipos de fenômenos naturais. É a linguagem oficial que faz com que sejamos capazes de nos apropriar de como a natureza se comporta. A Física nos permite compreender fenômenos simples, como o porquê de o céu ser azul, e como prever o comportamento futuro de uma partícula dados alguns parâmetros. Estuda situações que ocorrem no nosso cotidiano e que muitas vezes passam despercebidas. Odiar a Física é sinônimo de odiar a linguagem que explicita as leis da natureza. As Ciências Naturais fazem parte do currículo escolar e são extremamente importantes no campo tecnológico e científico, onde suas descobertas nos ajudam nos mais diversos aspectos, desde a chegada do homem à lua, bem como a usar tipos de energias renováveis e sustentáveis ajudando o planeta de forma limpa.

A grande dificuldade do aprendizado no ensino de física, é uma interrogação que nos faz pensar em diversos problemas: A forma tradicional de se apresentar os conteúdos (BORGES, 2002); a falta de infraestrutura para conceder condições básicas em sala de aula; a falta de estímulo do professor para trazer propostas diversificadas; a ausência de formação continuada do professor, que muitas vezes mantém estagnada a sua prática docente e o distancia dos recursos tecnológicos e inovadores. Este último talvez seja o principal dos aspectos desmotivadores para o aluno em sala de aula, pois como Freire (1996) evidencia, as práticas anteriores contribuem nas práticas pedagógicas futuras, então a ausência de formação continuada acaba deixando o professor preso às ferramentas e metodologias antigas.

A geração de adolescentes de hoje lida com aperfeiçoamentos tecnológicos de ponta, dia após dia. Eles têm acesso à informação em um computador na palma da mão: o smartphone. O papel do professor é de trazer a realidade do estudante para sala de aula, aperfeiçoando-se em trabalhar com as variáveis presentes em sua realidade. Se o educando tem acesso à internet, com um celular de rápido processamento, então por que não complementar o conteúdo com uma simulação virtual?

Uma das formas de trazer resultados positivos é o uso da experimentação. Experimentos diversificados podem ser explorados de maneira a facilitar o entendimento do estudante, fugindo de monólogos conteudistas que apenas estimula um algoritmo pronto de aprendizado falho (fórmulas). Essas fórmulas muitas vezes são jogadas sem contextualização e não estimula a capacidade de aplicação em situações reais no dia a dia do educando. O ensino tradicionalista incentiva a decoreba, apenas para passar nos exames. Várias pesquisas que estão relacionadas ao Ensino de Física, mostram que as aulas são voltadas principalmente para a preparação de provas de vestibulares e do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), muitas vezes desvinculado do cotidiano do estudante.

Observa-se isso também nos livros e apostilas que são recheados de questões onde é cobrado uma memorização de fórmulas e soluções algébricas (ROSA, 2005). Por outro lado, o ensino por investigação, que será foco nesta proposta de trabalho, privilegia a participação ativa do estudante, sendo sujeito principal no processo de ensino e aprendizagem. A experimentação por investigação pode trazer curiosidade e dinâmica.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O Ensino por Investigação

Segundo Carvalho (2013), o ensino por investigação é uma abordagem que usa de inúmeras estratégias para tornar o estudante o centro de toda prática pedagógica. O professor passa a ser um intermediador capaz de guiá-lo ao conhecimento, fornecendo condições suficientes para que consigam discutir ideias sobre uma temática científica. O objetivo aqui não é torná-los pequenos cientistas, mas aproveitar da linguagem científica para proporcionar a Alfabetização Científica. A alfabetização científica é uma maneira de fazer os estudantes tomarem decisões conscientes sobre problemas envolvendo fenômenos científicos (SASSERON, 2011).

Sasseron (2011) explica também que a atividade investigativa se apresenta de acordo com as condições disponibilizadas, de tal forma que envolva um problema, trabalho de dados, informações e conhecimentos já existentes, levantamento de teste e hipóteses, reconhecimento e controle de variáveis e a relação das informações e a construção das explicações. Em uma investigação existe não somente a interação entre professor e estudante, mas a interação de pessoas de uma maneira geral com o ambiente que elas estão inseridas, levantando seus conhecimentos prévios e interagindo com objetos do cenário.

Conforme Carvalho (2013), a abordagem investigativa segue quatro atividades-chave: problematização, sistematização, contextualização e avaliação.

A **problematização** tem caráter experimental ou não experimental, que cria um cenário que favoreça ao estudante levantar dados e pensar sobre parâmetros importantes do fenômeno científico. Mas não basta apenas utilizar a problematização fora de contexto, ela precisa ser intrigante para despertar curiosidade, e também apresentar diversificações no que diz respeito às possibilidades de exploração de seu conteúdo (CARVALHO, 2013). O problema precisa estar coerente e organizado, para que o educando não se desvirtue do propósito da proposta. Existem problemas abertos e fechados: os abertos incitam o estudante a achar soluções de maneira mais subjetiva. É mais instigante, mas mais difícil de trabalhar por conta da facilidade de se desvirtuar da temática; já os fechados conduzem a um algoritmo previamente explicado pelo professor, onde o estudante seguirá um passo-a-passo bem definido. É uma forma mais segura de tratar o problema, mas não garante tanto aprendizado quanto o problema aberto.

Bachelard (1996) considera que a problematização é indispensável na formalização do conhecimento científico, pois a ciência traz consigo as respostas da problematização. Todo conhecimento só existe por conta de questionamentos. O sujeito só adquire espírito científico quando consegue lidar com problemas e resolver situações-problema, ou seja, ser instigado pela busca por resposta. Segundo ele, precisamos construir problemas para entender questões que ainda nos são desconhecidas, de forma a não dispensar os erros, uma vez que estes são

necessários para a aprendizagem e contribui para o processo de maturação do indivíduo.

Freire (2009) nos coloca que a ingenuidade da curiosidade é a chave para se tornar um questionamento epistemológico, através da problematização crítica. Dessa forma, o estudante adquire o conhecimento através de um percurso guiado por condições favoráveis, criado pelo professor.

A problematização inicial traz questões que correlacionam a situação a ser explorada cientificamente com situações reais, as quais os estudantes estejam inseridos, mas que não entendem por completo por não adquirirem um conhecimento científico apurado. É na problematização que serão detalhadas explicações contraditórias e localizar possíveis limitações no conhecimento (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002). De acordo com Delizoicov (2001), novos conhecimentos são construídos quando formulamos problemas que não são usuais no universo do estudante, ademais, a problematização traz questionamentos que ainda não foram elaborados.

A **sistematização**, por sua vez, é uma ação que complementa a problematização. Geralmente vem com um texto conceitual ou a própria explicação formal do professor, para dar uma maior riqueza de informações à turma, para que assim consigam amadurecer quanto à tomada de decisão na solução da problematização. Nesta etapa começa a surgir maior formalidade científica na argumentação (CARVALHO, 2013).

Segundo a autora, a **contextualização** correlaciona o conhecimento com o dia-a-dia do estudante. Aqui o educador tem como objetivo inserir um exemplo palpável para o educando de acordo com a temática da aula. Não obstante conseguir explicar de maneira clara, ele precisa usar de exemplos que façam sentido para o contexto da realidade do educando.

Carvalho (2013) nos diz também que uma sequência investigativa precisa de um fechamento, uma **avaliação**. Esta é uma etapa imprescindível pois é através dela que conseguiremos verificar os resultados da aprendizagem. Por investigação, a avaliação não tem como objetivo atribuir uma nota ao estudante, mas verificar o aprendizado qualitativo, o quão aprofundado foi a compreensão da turma, por isso o nome “avaliação” já não é tão sugestivo. A autora nos dá embasamento para pensar em algo do tipo “Pense e Resolva!”, algum título de atividade que não tenha tanto impacto quanto ao formalismo, mas sim que instigue a curiosidade. Esta avaliação pode ser colocada através de um questionário, um cartaz, uma apresentação ou até mesmo um painel.

3 METODOLOGIA

Toda a evolução deste trabalho foi baseada em levantamentos bibliográficos com uma proposta de ensino e na metodologia qualitativa. Inicialmente, foi designada uma busca por artigos a partir de 2014 a respeito de Experimentação no Ensino de Física. Estes artigos ajudaram a pensar na ideia central do trabalho, auxiliando a ter noção sobre o embasamento teórico a ser utilizado e como estruturar as ideias, questionamentos primários e experimentações.

O grande desafio, a priori, era estruturar qual experimento a ser utilizado e qual situação-problema utilizar, bem como analisar qual melhor forma de problematizar. Esta proposta conta ainda com uma sugestão de intervenção através de uma descrição detalhada de atividades a serem realizadas pelo professor,

utilizando diapasão, taças, violão e pêndulos simples, visando a investigação através de várias atividades experimentais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 A Proposta de Intervenção

A proposta de intervenção é pautada em atividades experimentais para uma turma de 9º ano do ensino Fundamental, dividida em dois momentos de 2h. A temática central é referente ao estudo das Ondas Sonoras, de modo a fazer os estudantes adquirirem pensamento crítico e investigativo. É estruturada a partir de uma situação-problema, com problematizações que levantem questionamentos até que se conduza a construção do conhecimento guiada pelo professor.

4.1.1 Sequência de Atividades

- Apresentar a temática central da aula e definir como acontecerá o percurso metodológico até a construção do conhecimento;
- Explicitar conhecimentos prévios dos alunos;
- Iniciar a explicação da situação-problema;
- Mostrar 3 atividades experimentais que conduzem ao mesmo conceito da situação-problema principal;
- Problematizar através de perguntas-chaves e questionamentos pertinentes do nosso dia a dia;
- Conduzir os conhecimentos teóricos com o auxílio de um texto informativo;
- Formalizar os conceitos para assim retomar com a situação-problema e sua resolução;
- Finalizar a proposta de aula com um quiz, com propósito de avaliar o conhecimento adquirido em aula.

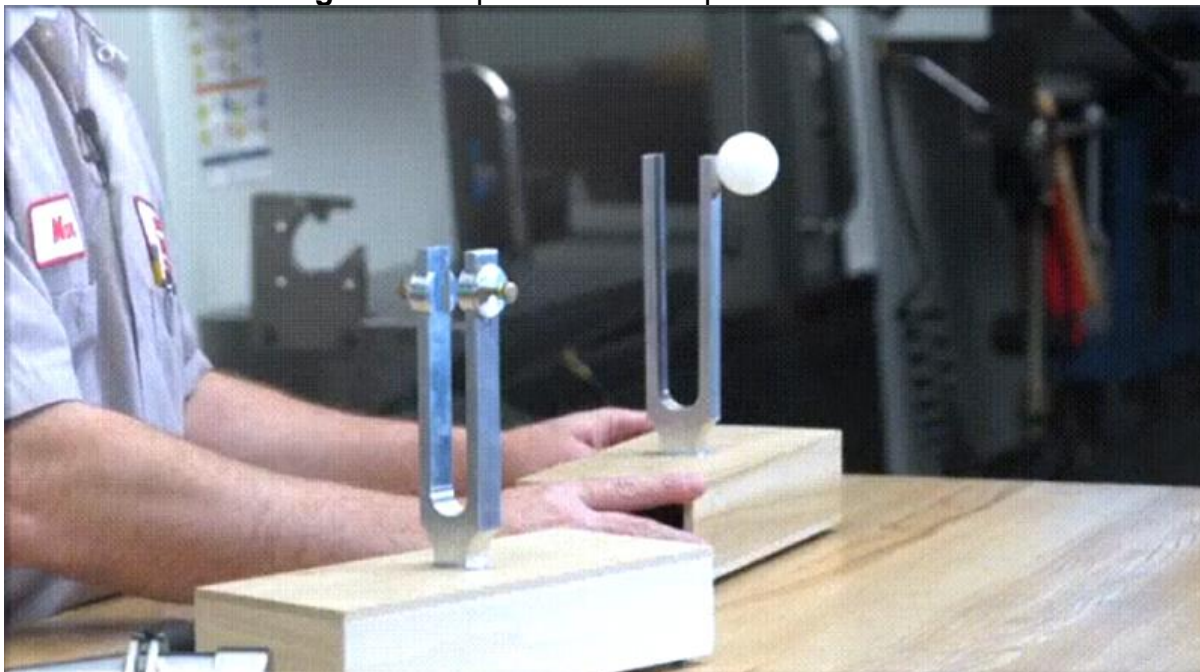
4.1.2 Atividades da Sequência

Iniciaremos a aula explanando como será realizado o desenvolvimento de cada etapa. Neste momento, será dito qual será a temática central (ondas sonoras), mas sem evidenciar quaisquer explicações específicas sobre esse assunto. Algumas perguntas serão usadas para contextualizar o que se espera sobre o conhecimento de ondas sonoras, como: “O som se propaga apenas na terra?”, “Como conseguimos interpretar um som e por que ele é invisível?”, “O som então segue características que estudamos no capítulo anterior sobre Ondas?”. É esperado que os estudantes respondam esses questionamentos de maneira vaga, sem quaisquer argumentos científicos. A partir destas perguntas, alguns questionamentos secundários irão surgir, e serão importantes para conduzir a turma no contexto esperado.

Em seguida, será apresentado aos estudantes um Diapasão. O professor irá conduzir o experimento que corresponde à situação-problema, de forma a bater no instrumento com um pedaço de madeira, fazendo com que a vibração da parte que sofreu o impacto consiga excitar o outro lado da estrutura, mesmo eles não estando conectados diretamente (propagação da onda pelo ar). Esse fenômeno é

cientificamente explicado pelo conceito de Ressonância, que nos diz que materiais em mesmas frequências de vibração conseguem transmitir energia um para o outro. É esperado que os estudantes fiquem surpresos, tendo em vista que os materiais não estão aparentemente conectados por nada.

Figura 1: Diapasão vibrando por ressonância



Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=DCY3e_IP-sg

Logo após, a sala será dividida em equipes para observar três experimentos secundários que serão apresentados. **1. Taças em ressonância; 2. Cordas do violão que vibram juntas; 3. Sistema de pêndulos simples.** Aqui começa uma etapa muito importante do ensino por investigação: a problematização. Bachelard (1996) ressalta que a realização de um experimento requer a formulação de um problema, pois é o problema que dá à experimentação o sentido racional. Os questionamentos e as discussões suscitadas, a partir da colocação de um problema, rompem com a ideia da realização de uma atividade experimental para verificar o que diz a teoria. Nos três experimentos, o professor irá explicar o funcionamento mais elementar e quais possíveis variações de possibilidades para que os estudantes possam extrair dados na prática.

Conforme os estudantes forem interagindo com os experimentos, em grupos já formados, o professor irá fazer perguntas norteadoras, sem que as responda diretamente: “será que os experimentos têm realmente algo em comum com o Diapasão?”, “Será que alguma “força” invisível está fazendo os objetos vibrarem/oscilarem?”. Conforme o feedback dos estudantes, o professor irá sugerir novos contextos questionadores, promovendo variações no cenário, fazendo com que eles reflitam sobre sua resposta e tentem chegar a um caminho coerente do ponto de vista científico, mas sem que o professor intervenha diretamente com uma resposta.

As questões norteadoras, por sua vez, segundo Azevedo (2013), integram o planejamento visando levar o professor a trabalhar as representações dos estudantes sobre a temática estudada em sala de aula e ao mesmo tempo problematizar o conteúdo. Ao iniciar a aula chamando a atenção dos estudantes por

meio das questões norteadoras, o professor terá possibilidade de envolvê-los no assunto a ser estudado. A seguir apresentamos a descrição dos experimentos.

4.1.2.1 Taças em Ressonância

Neste primeiro experimento o professor irá fazer uma pequena demonstração: colocar uma certa quantidade aleatória de água na taça e deixará um aplicativo de afinação aberto no celular ao lado, próximo à taça, conforme a imagem apresentada na Figura 1. Depois disto, irá molhar a ponta do dedo com água e irá atritar o dedo molhado na boca da taça de maneira circular, ajustando a força e velocidade de tal forma que consiga emitir som da taça. Imediatamente, o aplicativo acusará uma nota. Nesta etapa é importante o professor explicar que a taça somente emitirá som se for friccionada de maneira correta.

Neste momento a taça começa a emitir som. Percebe-se que à esquerda o afinador acusa a nota Lá Sustenido (A#), já a imagem à direita, o afinador acusa a nota Lá (A). As notas são diferentes pois o nível de água é diferente. É interessante que os alunos sejam instigados a variar a quantidade de água para perceberem diferentes notas advindas de diferentes frequências.

Figura 2: Taças emitindo frequências diferentes por conta do nível de água.



Fonte: Própria.

Em um segundo momento, e agora mais importante, será criado outro problema. Em uma taça, o professor irá colocar uma quantidade qualquer de água, atritar o dedo na taça e gerar um som. Em seguida irá mostrar para os estudantes a nota verificada no afinador.

Logo após, irá equilibrar uma moeda como é mostrado na Figura 2. **O professor vai desafiar os alunos a derrubarem a moeda da taça, mas sem que possa tocar na taça ou na bancada em que a primeira taça (que contém a moeda) está colocada.** Uma segunda taça será disponibilizada e uma jarra contendo água. Espera-se que os estudantes comecem a encher a segunda taça e tentem reproduzir a situação mostrada na demonstração, de alguma forma gerando algum som.

Depois de perceber que a quantidade de água interfere na frequência do som, é esperado que o estudante pense em emitir a mesma frequência da primeira taça, afinando a segunda taça na mesma nota, a fim de tentar reproduzir o mesmo efeito do diapasão. Conseguindo fazer isto e aproximando a segunda taça da primeira, sem que as duas se toquem, a moeda da primeira taça cairá por conta da ressonância.

Figura 3: Taças próximas demonstrando efeito de ressonância.



Fonte: Própria.

4.1.2.2 Cordas do Violão que Vibram Juntas

Nesta atividade, o professor irá pedir para que os estudantes **façam com que a quinta corda do violão comece a vibrar, mas sem que toque nela.** Espera-se que os estudantes tentem correlacionar de alguma forma o fenômeno com a

situação-problema (Diapasão) e com o primeiro experimento. Provavelmente eles irão perceber que todos os experimentos citam o mesmo fenômeno científico e tentarão buscar um padrão para solucionar mais rapidamente o problema da corda do violão. Pressionar casas diferentes do violão, com auxílio do afinador, facilitará o processo de dedução de como achar a mesma frequência da corda que precisa ser vibrada.

Ao final, o que responde à problematização é pressionar a quinta casa da corda acima (sexta corda), pois emitirá um som com a mesma frequência da corda desejada, conforme a imagem mostrada na Figura 3, evidenciando novamente o fenômeno de ressonância. Depois de solucionado o problema, o professor pode pedir para que algum estudante tente fazer a mesma corda vibrar, mas agora usando a sua voz.

Figura 4: Cordas soando a mesma nota musical devido à ressonância.



Fonte: Própria.

4.1.2.3 Sistema de Pêndulos Simples

Por último, não menos importante, temos o experimento dos pêndulos conectados por um fio horizontal. Dois pêndulos são dispostos, separadamente por alguns centímetros, em um fio horizontal conforme aparato mostrado na Figura 4, os quais o segundo tem um comprimento de fio fixo e o primeiro tem um comprimento de fio ajustável. Ambos serão colocados com comprimentos diferentes de fio e **o objetivo é que os estudantes tentem fazer o segundo pêndulo oscilar, mas sem gerar um pulso diretamente nele**. Espera-se que os estudantes tentem gerar pulsos com intensidades diferentes, e depois, tentem ajustar o tamanho da corda.

A solução se dá pela explicação de que a frequência do conjunto fio + bola, em pequenos ângulos de oscilação, vai depender exclusivamente do comprimento do fio e da aceleração gravitacional, portanto, a segunda bola irá oscilar quando a primeira bola estiver oscilando com um mesmo comprimento do fio, portanto a mesma frequência.

Figura 5: Pêndulos que oscilam dependendo do comprimento de fio.



Fonte: Própria.

Depois de apresentar a descrição dos três experimentos, o professor fará perguntas que servirão para nortear a curiosidade do educando, do tipo: “Como vocês acham que solucionaremos esses problemas?” e “As variações de cenários geram consequências iguais em todos os experimentos?” para levá-los a tomarem consciência das ações (Carvalho, 2013).

Depois da breve discussão com a turma, o professor liberará a interação dos estudantes para com os objetos. Os três experimentos ficarão à disposição e o papel da turma será de investigar, a partir de tentativa e erro, situações que se assemelhem ao que aconteceu no diapasão. O professor tem papel de mediar a construção do conhecimento, problematizando cada pergunta do estudante a respeito dos experimentos.

É natural que nem todos os estudantes consigam sozinhos, neste momento, chegar a uma conclusão a respeito dos fenômenos, daí será disponibilizado um

texto base (Apêndice A), adaptado com conceitos relacionados a ressonância, para assim sistematizar a investigação. Nesse mesmo tempo, o professor irá reexplicar alguns conceitos como Amplitude de Onda, Período, Comprimento e Frequência (conceitos já vistos no capítulo anterior de Ondas) e acrescentar conceitos relacionados às ondas sonoras, como Intensidade, Altura e Timbre.

É importante o mediador adotar uma postura problematizadora durante toda a evolução da aula. Em ações investigativas os problemas são construídos durante toda a aula (CAPECCHI, 2013), não se limitando apenas à formulação inicial.

Durante toda a evolução da interação dos estudantes com os experimentos, tendo em mãos o texto base, o professor precisa se atentar a verificar se toda a turma está contribuindo com a construção do conhecimento. É natural alguns estudantes terem menos interesse e sentirem maior dificuldade, e aqui se mostra indispensável o poder da problematização, pois é através dela que o professor conseguirá ou não despertar o interesse destes, contextualizando o problema com sua realidade. Segundo Delizoicov, a aprendizagem é um processo interno que ocorre como resultado da ação de um sujeito. O objetivo do professor é de criar condições necessárias para facilitar o interesse do estudante. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011).

Por fim, depois de conseguir conduzir os estudantes à formalização do conceito científico, contribuindo com a Alfabetização Científica, e respondendo a situação-problema do Diapasão apresentada no início da aula, o docente precisa avaliar a aula. Será realizado um Quis (Apêndice B), onde os grupos que foram formados irão responder questionamentos a respeito do desenvolvimento da aula. É importante ressaltar que o objetivo desta etapa não é avaliar quantitativamente no que diz respeito a enaltecer um grupo vencedor, mas sim identificar se as ferramentas da aula foram suficientes para contribuir com o ensino-aprendizagem dos estudantes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conteúdo de ondulatória certamente é um dos mais abstratos para a compreensão de modo geral. Pensando nisto, o ensino por investigação se torna uma alternativa eficaz para desvencilhar os métodos tradicionais praticados em sala de aula. Com a proposta investigativa, explorando situações-problema e a problematização, espera-se que os estudantes transformem seus conhecimentos básicos sobre ondas sonoras em conhecimentos formais, sendo capazes de resolver problemas de caráter científico.

A abordagem investigativa nesta intervenção se mostra como uma possibilidade promissora, pois engloba toda a diversidade de estudantes em sala, até os menos participativos, tornando-os atores primários na construção do conhecimento. Ao analisar o que os principais autores falam sobre a abordagem investigativa, percebe-se que as Sequências de Ensino Investigativas (SEI) contemplam uma forma de ensino mais estruturada, pleiteando a alfabetização científica.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, C. B. **Planejamento docente na aula de história: princípios e procedimentos teórico-metodológicos**. Revista metáfora educacional. 2013.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BORGES, T. **Novos rumos para o Laboratório escolar de Ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291-313, dezembro 2002.

CAPECCHI, M.C.V.de M. Problematização no ensino de Ciências. In: CARVALHO, A.M.P. (Org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning. 2013, p.21-39.

DELIZOICOV, D. ; ANGOTTI, J. A. ; PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. IN: PIETROCOLA, M. (Org.) **Ensino de Física: Conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 39. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2009.

ROSA, C.W. e Rosa, A.B.; **Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio**. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. v. 4 n 1, 2005

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. **Alfabetização científica: Uma revisão bibliográfica. Investigação em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

APÊNDICE A – TEXTO BASE: POR DENTRO DA RESSONÂNCIA

A pergunta pode surgir: “o que os três experimentos têm em comum?” Antes de responder esse questionamento, vamos tentar contextualizar ainda mais, usando outras situações que têm algo em comum com as situações descritas em sala de aula.

Na nossa infância, comumente brincamos de balanço quando entramos em um parquinho de diversões. Ao segurá-lo, ainda de pé, projetamos nosso corpo o mais para trás possível, para então sentar e tirar os pés do chão. Oba! A diversão é sempre garantida: começamos a balançar. Analisando sob uma perspectiva mais científica, percebemos que nosso corpo começa, naturalmente, a oscilar, e para manter esse vai-e-vem, costumamos “adicionar” energia a essa oscilação empurrando o chão cada vez que passamos próximos a ele, ganhando amplitudes maiores. Fisicamente falando, este é um exemplo de um fenômeno chamado **ressonância**.

Ainda usando o exemplo do balanço, façamos outra reflexão: será que qualquer tipo de empurrão vai manter o sistema oscilando? E se empurrarmos cada vez com mais força? E se tentarmos empurrar mais de uma vez durante uma mesma oscilação? E se mudarmos a direção de oscilação? Essas são perguntas pertinentes para tentarmos otimizar a rapidez com que tentamos colocar nosso balanço em oscilação máxima.

Outro caso muito comum para se explicar o fenômeno de ressonância é o problema de “quebrar uma taça com um grito”. Em algum momento, já ouvimos que cantores de ópera conseguem quebrar taças de cristal. O que faz uma taça quebrar? Será a forma como gritamos? Será a quantidade de energia que nosso grito emite? A taça tem uma frequência natural de vibração, e para quebrá-la, precisamos emitir um som cuja frequência seja igual à frequência natural de vibração da taça. Não somente atingir a mesma frequência, essa onda sonora precisa ter energia suficiente – ou seja, a potência do grito – para fragilizar a estrutura da taça, gerando oscilações cada vez maiores a ponto de quebrá-la.

Outro exemplo de fácil entendimento do fenômeno de ressonância é o funcionamento de um forno de micro-ondas. As ondas eletromagnéticas que são produzidas no seu interior, vibram na faixa de 2,45 GHz que coincide com a frequência de vibração da água. Todo alimento que possui em sua composição água, aquece quando colocado no forno de micro-ondas devido ao alto grau de agitação das partículas que foram excitadas por ressonância. Já perceberam que se colocarmos um prato vazio no micro-ondas ele, em sua grande maioria das vezes, não aquece, mas quando colocamos com comida ele rapidamente esquenta? Isso acontece porque os pratos vazios não são excitados pela frequência do micro-ondas, mas quando estão com alimento, são aquecidos devido ao contato direto com a comida.

Podemos então definir que ressonância é quando um sistema físico consegue absorver energia a partir de uma vibração muito parecida ou igual. Todo sistema físico tem uma frequência natural de vibração, assim como a taça quebrada pelo grito. Assim, podemos transferir energia de um sistema para outro se conseguirmos excitar esse sistema com um ritmo de vibração igual ao dele. O balanço do início do texto entra em oscilação porque conseguimos excitá-lo num ritmo específico, e se tentarmos mudar este ritmo, o balanço perde sua uniformidade.

Agora que sabemos que a ressonância está diretamente ligada à propriedade física chamada frequência, pensemos nos experimentos propostos: como poderemos resolvê-los utilizando esse novo conhecimento? Discuta com seus colegas, utilizando o aparato experimental disponível, os tópicos a seguir, pensando no que acontece quando:

1. Empurramos o pêndulo simples, gerando diferentes velocidades;
2. Mudamos o comprimento do fio com a bolinha;
3. Alteramos a quantidade de água na taça;
4. Batemos na taça com um peteleco, utilizando a unha;
5. Aproximamos e distanciamos as taças, quando emitimos sons próximos;
6. Pressionamos diferentes casas do violão.

APÊNDICE B – QUIZ: RESPONDA SE PUDER – RESSONÂNCIA

Apresentamos as imagens do quiz a ser realizado pelos alunos, com a finalidade de obter um retorno do aprendizado da turma em relação ao conteúdo de ressonância.

A ressonância é explicada como a transferência de energia de um sistema a outro, aumentando sua amplitude de vibração

10

Kahoot!

0 resposta

◆ Verdadeiro

▲ Falso

Os pêndulos do experimento oscilam por conta da:

17

Kahoot!

0 resposta

▲ Difração

◆ Refração

● Dispersão

■ Ressonância

De acordo com o experimento, as taças entram em ressonância principalmente porque:

17

Kahoot!

0 resposta

▲ Estão muito próximas e com uma velocidade de propagação de som muito alta

◆ Estão com mesmo nível de água, gerando mesmas frequências de som

● São taças de mesmo tamanho e forma, transferindo energia sonora

■ Gritamos de maneira forte, obtendo grande potência do som

O link para jogar o quiz pode ser acessado a partir de:
<https://play.kahoot.it/v2/?quizId=44c59f03-6b57-47ed-95b0-2bc5a03ea4cb>

AGRADECIMENTOS

A Deus, pois sem suas bênçãos em minha vida, nada disso seria possível.

A minha mãe, Everan do Ó Leite Costa, que sempre foi referência em minha caminhada. Uma pessoa de sabedoria incrível e resiliência incomparável que sempre me deu as melhores condições para meu desenvolvimento acadêmico e intelectual de uma maneira geral.

Aos meus irmãos, Daniel Leite Costa e Davi Leite Costa, que estiveram comigo durante todas as fases da minha vida, auxiliando-me como figuras masculinas no desenvolvimento da minha personalidade.

A minha esposa, Ana Paula Duarte da Costa, que sempre foi minha maior motivadora, enaltecendo minha capacidade para lecionar e estando comigo durante os momentos que cá e pensei em desistir.

A professora orientadora Ana Raquel Pereira de Ataíde, por sua compreensão e conhecimento que auxiliaram no meu projeto, bem como por seus ensinamentos passados durante a graduação como professora de disciplinas que faziam parte do currículo do curso e como coordenadora do projeto de iniciação à docência (PIBID).

A todos os professores do departamento de Física, que direta e indiretamente contribuíram para minha formação acadêmica. Em especial Adjanny Vieira Brito Montenegro, por me fazer gostar da área de Ensino de Física já no começo da graduação, a Alessandro Frederico da Silveira, por me orientar e trazer discernimento nos estágios e por me fazer enxergar a Física de uma maneira menos tradicionalista, e a Maria Ângela Lopes Vasconcelos Gama por sua sabedoria e por ser fonte de inspiração em diversas disciplinas.

Aos colegas feitos durante a graduação que me ajudaram a vencer desafios.