



PRODUTO EDUCACIONAL

SEQUÊNCIA DIDÁTICA: HARMONIA VIBRATÓRIA, RESSONÂNCIA E VELOCIDADE DO SOM EM TUBOS SEMIABERTOS USANDO APLICATIVOS PARA CELULAR

Edis Carlos Nascimento de Almeida

Produto apresentado ao Programa de Pós-Graduação Universidade Federal Do Acre (UFAC) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Jorge Luis López Aguilar

AO ALUNO

Este caderno guia contém uma série de roteiros de sequências didáticas na qual são abordadas aplicações práticas de física usando aplicativos para celular. O aluno auxiliado pelo professor, irá usar as sequencias para entender melhor fenômenos relacionados a física do som e suas aplicações e fará uma comparação antes e após da aplicação das sequências didáticas.

No dia a dia da vida na escola como aluno se espera uma aprendizagem que seja atraente e fácil de entender, e esta ferramenta visa auxiliar esse processo, partindo do pressuposto de uma aprendizagem significativa e socializante, tendo a oportunidade de relacionar um conhecimento prévio de um fenômeno com um conhecimento científico a partir de uma atividade baseada na experimentação.

Se espera que o material possa contribuir significativamente na compreensão física dos fenômenos sonoros e suas aplicações que são abordados no presente caderno.

Sumário

1. APRESENTAÇÃO	5
FUNDAMENTAÇÃO TEORICA.....	6
A.AS FERRAMENTAS TECNOLOGICAS E SUAS APLICAÇÕES	6
2. METAS EXPERIMENTAIS.....	8
3. ABORDAGEM DIDÁTICA	9
4. ASPECTOS TÉCNICOS	10
5. SEQUENCIAS DIDATICAS	12
6. ANALISE DA FREQUENCIA DE UMA NOTA MUSICAL	18
7. ESBOÇO E ANÁLISES DAS AULAS	20
8. EXECUÇÃO EXPERIMENTAL E ANÁLISE DE RESULTADOS.....	21
9. O EXPERIMENTO EM QUESTÃO	23
10. MATERIAIS UTILIZADOS	24
11. ANÁLISE E DISCUSSÃO	25
12. INSTRUÇÕES PARA PREENCHER A TABELA	25
13. INSTRUÇÕES PARA PREENCHER A TABELA	25
14. SERIE DE SEQUENCIAS DIDATICAS	28
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
REFERÊNCIAS:.....	29

APRESENTAÇÃO

Este produto educacional é uma aplicação da dissertação “MEDINDO A VELOCIDADE DO SOM NO AR EM DIFERENTES AMBIENTES, UTILIZANDO APLICATIVOS PARA CELULAR”. É um estudo realizado no curso do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal do Acre (UFAC) que proporcionou o produto educacional intitulado: SEQUÊNCIA DIDÁTICA: HARMONIA VIBRATÓRIA, RESSONÂNCIA E VELOCIDADE DO SOM EM TUBOS SEMIABERTOS USANDO APLICATIVOS PARA CELULAR”.

Este caderno guia pretende ter uma série de roteiros de sequências didáticas elaboradas com o intuito de auxiliar aos professores que atuam com a disciplina de física de ondas que tenham interesse em experimentar metodologias alternativas, como montagem e experimentação em sala de aula para trabalhar o conteúdo de ondas e suas aplicações.

O Produto Educacional segue a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, e ocorre por meio de uma nova informação que se relacione com um aspecto importante da estrutura do conhecimento de cada indivíduo.

A abordagem da Física mediante com o uso de montagem experimental produz um entendimento bem interessante com observações de fenômenos físicos relacionados a ondas gerando maior interesse dos alunos pelo conteúdo trabalhado.

A sequência didática é desenvolvida em grupos procurando um conhecimento interligado à física no âmbito do movimento de ondas (velocidade do som) e harmonia vibratória. Na sequência didática é priorizada a agrupação de pessoas para discutir os fenômenos físicos e extrair informação sobre o movimento de ondas em diferentes situações seguindo a teoria de teoria de Vygotsky.

Como objetivos específicos das sequências didáticas é aprender os conceitos dentro do conteúdo de ressonância, vibração sonora; relacionar os possíveis movimentos de ondas envolvendo equações físicas; questionar e debater sobre os movimentos observados; entender as execuções desenvolvidas nas montagens e compreender os movimentos das ondas sonoras.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

AS FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS E SUAS APLICAÇÕES

A compreensão da aprendizagem e do ensino de física tem evoluído significativamente ao longo do tempo, incorporando insights de diversas teorias cognitivas e pedagógicas. Esta evolução reflete uma mudança de paradigma, afastando-se de modelos tradicionais de armazenamento de informações para abordagens mais interativas e construtivas.

Na visão contemporânea, a aprendizagem não é mais vista como um simples processo de armazenamento de informações. Em vez disso, é entendida como um processo dinâmico de construção de conhecimento, onde o aprendiz desempenha um papel ativo. Esta perspectiva enfatiza a importância das interações sociais e culturais na formação do entendimento individual.

A mediação surge como um conceito crucial neste novo entendimento. Instrumentos, signos e sistemas de signos não são meros auxiliares no processo de aprendizagem, mas elementos fundamentais que moldam a forma como o conhecimento é internalizado e reconstruído na mente do aprendiz. Esta visão destaca a natureza social e cultural da aprendizagem, onde o contexto histórico e social desempenha um papel significativo.

O uso de recursos modernos no ensino de física tem ganhado destaque como uma forma eficaz de preencher a lacuna entre o conhecimento prévio do aluno e os novos conceitos a serem aprendidos. Entre estes recursos, o uso de filmes tem se mostrado particularmente promissor.

O uso de smartphones como ferramentas experimentais no ensino de física tem demonstrado um impacto significativo e positivo, transformando a maneira como os alunos interagem com os conceitos físicos promovendo uma aprendizagem mais engajada e contextualizada.

Os smartphones modernos, equipados com uma variedade de sensores sofisticados, têm se revelado verdadeiros laboratórios portáteis para o ensino de física. Estes dispositivos permitem a realização de experimentos em mecânica, óptica, termologia e eletromagnetismo, utilizando sensores como acelerômetro, GPS, giroscópio, e medidores de temperatura, pressão atmosférica, campo magnético, intensidade sonora e luminosidade. A utilização de aplicativos para smartphones em experimentos de física tem demonstrado um aumento significativo no interesse e na participação ativa dos alunos.

David Ausubel (1973), em sua teoria da aprendizagem significativa é frequentemente citada como base para o uso de tecnologias no ensino de Física. Ausubel propõe que a aprendizagem ocorre quando novos conhecimentos se relacionam com conceitos relevantes já

existentes na estrutura cognitiva do aluno.

Ao usar um dispositivo que faz parte de seu cotidiano, os estudantes encontram uma referência familiar que facilita sua interação com o laboratório didático, promovendo uma maior convergência entre a teoria estudada e suas experiências diárias.

A praticidade dos smartphones como ferramentas experimentais permite que os experimentos sejam montados e executados em um curto intervalo de tempo. Isso libera mais tempo para discussões sobre conceitos e princípios físicos relacionados aos fenômenos estudados, enriquecendo o processo de ensino-aprendizagem.

Marco Antonio Moreira (1982), discute a aplicação da teoria de Ausubel no ensino de Física e como as novas tecnologias podem promover uma aprendizagem significativa.

O uso de smartphones em experimentos de física não se limita à sala de aula ou ao laboratório tradicional. Os alunos podem utilizar os recursos do aparelho para analisar fenômenos do seu dia a dia, estabelecendo uma relação essencial entre a física estudada na escola e suas experiências cotidianas.

Estudos têm demonstrado que os dados obtidos através dos sensores dos smartphones apresentam grande precisão. Isso permite a realização de experimentos com resultados confiáveis, proporcionando aos alunos uma experiência autêntica de coleta e análise de dados científicos. Apesar dos benefícios, a implementação efetiva de experimentos com smartphones no ensino de física ainda enfrenta desafios. Muitos professores se sentem inseguros quanto ao uso dessas tecnologias ou desconhecem como empregá-las adequadamente. No entanto, o crescente número de recursos e pesquisas na área de "smartphysics" oferece oportunidades para o desenvolvimento profissional dos educadores. "SmartPhysics" é uma plataforma educacional na modalidade online usada para ensinar e aprender física. Ele foi projetado para complementar os cursos tradicionais de física, fornecendo recursos interativos, simulações, tutoriais e avaliações que ajudam os alunos a entender melhor os conceitos de física

José Manuel Moran (2004), destaca a importância da integração das tecnologias no processo de ensino-aprendizagem, ressaltando seu potencial para tornar as aulas mais dinâmicas e interativas. Ele discute como as tecnologias digitais estão redefinindo o papel do professor e criando novas possibilidades para o processo de ensino-aprendizagem. Nesse artigo, Moran enfatiza a importância de os educadores se adaptarem às mudanças trazidas pela tecnologia, assumindo um papel mais facilitador e menos centralizado no processo educacional.

Maria Elizabeth Bianconcini de Almeida (2011), defende a incorporação das tecnologias digitais na educação como forma de transformar as práticas pedagógicas. A importância da linguagem não verbal no processo de aprendizagem não pode ser subestimada. Imagens e

representações visuais atuam como poderosos mediadores cognitivos, oferecendo aos alunos ferramentas para organizar e estruturar seu pensamento. Esta abordagem alinha-se com a ideia de que a aprendizagem é um processo ativo de construção de significado, onde os elementos visuais podem servir como andaimes para o desenvolvimento do pensamento científico.

A influência de teóricos como Freire e Vygotsky tem sido significativa no campo do ensino de física. Enquanto as ideias de Freire têm sido amplamente aplicadas em discussões sobre formação de professores e currículo, o pensamento de Vygotsky tem encontrado ressonância em áreas como tecnologia da informação, estratégias de ensino e processos cognitivos.

A evolução na compreensão do ensino e aprendizagem de física reflete uma mudança para abordagens mais holísticas e centradas no aluno. A integração de recursos modernos, como filmes, e a ênfase na construção social do conhecimento representam avanços significativos na pedagogia da física. Esta nova perspectiva não apenas enriquece a experiência educacional, mas também prepara os alunos para uma compreensão mais profunda e aplicável dos conceitos físicos.

2. METAS EXPERIMENTAIS

O objetivo deste experimento consiste em quantificar as frequências dos modos normais de vibração das ondas sonoras que se deslocam através de tubos cilíndricos, além de calcular a velocidade do som no ar.

2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO INICIAL

As ondas sonoras, enquanto se propagam pelo ar, adotam uma natureza longitudinal, ou seja, suas oscilações ocorrem na mesma direção da sua propagação. Quando essas ondas são confinadas a uma região espacial específica, elas oscilam em frequências bem definidas, resultando na formação de padrões conhecidos como ondas estacionárias. Essas frequências específicas estão relacionadas às frequências de ressonância dos modos normais de vibração do sistema.

Neste experimento, nosso objetivo principal é investigar a maneira como as ondas sonoras se propagam no interior de tubos cilíndricos, e para isso, iremos abordar a seguinte situação: tubos fechados em uma extremidade e abertos na outra, também conhecidos como tubos semiabertos. Ao fazer isso, seremos capazes de analisar como esses diferentes arranjos afetam as frequências de ressonância e os modos de vibração resultantes, proporcionando

uma compreensão mais profunda das características acústicas desses sistemas.

3. ABORDAGEM DIDÁTICA

A aprendizagem eficaz transcende o mero domínio teórico e incorpora a experiência prática e a motivação dos alunos, como enfatizado por Dewey em "Experience and Education" (1938). Ele ressalta que o processo de aprendizado é ativo, exigindo que os alunos construam seu próprio conhecimento por meio da experiência. Dewey critica os modelos tradicionais de educação e defende uma abordagem progressista, que valoriza a participação ativa do aluno e a conexão entre a escola e a vida real.

A exploração das ondas estacionárias oferece uma oportunidade valiosa para uma aprendizagem ativa. A teoria de Vygotsky, conforme apresentada em "Mind in Society" (1978), sustenta que a aprendizagem colaborativa em grupo, onde os alunos se envolvem ativamente em experimentos, pode levar a uma compreensão mais profunda e duradoura dos conceitos abordados.

A motivação dos alunos desempenha um papel crucial em qualquer experimento educacional. De acordo com Deci e Ryan em "Self-Determination Theory" (1985), quando os alunos têm a oportunidade de investigar fenômenos reais, como as frequências de ressonância do som, os professores podem aumentar a autonomia dos alunos, melhorando, assim, sua motivação intrínseca para aprender.

A compreensão dos modos normais de vibração pode ser facilitada pela aprendizagem colaborativa, conforme descrito por Johnson e Johnson em "Cooperative Learning in the Classroom" (1989). Nesse contexto, grupos de alunos colaboram para e analisar os diferentes modos de vibração do som presentes em tubos cilíndricos, promovendo uma compreensão mais profunda e completa desses conceitos.

Em suma, essa abordagem pedagógica e psicológica ressalta a importância de uma aprendizagem ativa, da motivação dos alunos e da colaboração em experimentos educacionais. Ao integrar esses elementos, os professores podem criar experiências de aprendizado envolventes que não apenas transmitem conhecimentos científicos, mas também fomentam o desenvolvimento das habilidades cognitivas e sociais dos alunos.

Em resumo, acreditamos que essa abordagem pedagógica e psicológica é fundamental para uma educação eficaz. Ela enfatiza a importância de uma aprendizagem ativa, da motivação dos alunos e da colaboração em experimentos educacionais. Quando

integramos esses elementos, como educadores, podemos criar experiências de aprendizado envolventes que vão muito além da simples transmissão de conhecimentos científicos. Isso também ajuda a desenvolver habilidades cognitivas, como pensamento crítico e resolução de problemas, ao mesmo tempo em que fortalece as habilidades sociais, como trabalho em equipe e comunicação. Acreditamos firmemente na abordagem de aprendizado ativo, onde os alunos têm a oportunidade de explorar e aprender por meio da experiência prática. Essa é uma maneira eficaz de garantir que o conhecimento seja absorvido de maneira mais profunda e duradoura. Além disso, ao reconhecer a importância da motivação dos alunos, estamos incentivando seu desejo intrínseco de aprender, o que é crucial para o sucesso a longo prazo. Outro ponto crucial é a colaboração entre os alunos. Foi observado que quando os estudantes trabalham juntos, discutem ideias e resolvem problemas em grupo, todos se beneficiam. Não apenas ampliamos nossa compreensão dos conceitos, mas também aprimoramos nossas habilidades sociais, o que é essencial na vida real para um melhor aprendizado. Em resumo, essa abordagem pedagógica vai além da sala de aula tradicional e nos permite criar um ambiente de aprendizado mais envolvente e eficaz. "Lembrando da época como estudante, sei o quanto isso pode fazer a diferença em minha educação, e estou ansioso para ver mais educadores adotando essa abordagem inovadora."

4. ASPECTOS TÉCNICOS

Para estabelecer uma compreensão sólida neste formalismo teórico, começamos com as noções básicas das ondas sonoras. De acordo com Resnick e Halliday (2013) "O som é uma onda mecânica longitudinal que se propaga através de um meio material, como o ar." Essa definição é fundamental para o nosso entendimento inicial. No geral, essa frase introduz o conceito fundamental das ondas sonoras e estabelece a base para a compreensão mais aprofundada dos tópicos subsequentes no formalismo teórico. É como construir um edifício sólido começando pelos alicerces, e essa definição fundamental é essencial para compreender os fenômenos acústicos discutidos posteriormente no texto.

Conforme discutido por Young e Freedman (2012), ondas estacionárias se formam quando duas ondas com igual amplitude e frequência se movem em direções opostas e interferem construtivamente. Essa interferência é essencial na criação de padrões de ressonância em sistemas acústicos.

A relação entre o comprimento de um tubo cilíndrico e as frequências de

ressonância é descrita por Helmholtz e Rayleigh, como mencionado por Morse e Ingard em "Theoretical Acoustics" (1968). Helmholtz desenvolveu a teoria dos tubos de ressonância, enquanto Rayleigh contribuiu com análises detalhadas para tubos com extremidades abertas e fechadas. Em resumo, essa frase explica como as ondas estacionárias são geradas pela interferência construtiva de duas ondas com igual amplitude e frequência em direções opostas. Essa característica é fundamental para a formação de padrões de ressonância em sistemas acústicos, onde a amplificação das oscilações ocorre devido à coincidência das frequências envolvidas. Isso é essencial para compreender como o som se comporta em sistemas como tubos cilíndricos e instrumentos musicais.

A compreensão dos modos normais de vibração é fundamental. French (1971) no trabalho "Vibrations and Waves" descreve como esses modos representam diferentes padrões de oscilação em sistemas acústicos. Os modos normais são caracterizados por números inteiros (n) que indicam a quantidade de meios comprimentos de onda presentes no tubo. Essa passagem enfatiza a importância de compreender os modos normais de vibração em sistemas acústicos e como eles são descritos. Entender esses conceitos é crucial para analisar como o som se comporta em diferentes contextos e como as vibrações são organizadas em sistemas acústicos.

Em resumo, o formalismo teórico apresentado aqui desempenha um papel fundamental ao fornecer uma base sólida para a investigação dos modos normais de vibração em tubos cilíndricos e sua interconexão com as frequências de ressonância. A compreensão profunda desses conceitos tem implicações significativas em diversos campos do conhecimento, abrangendo desde a física até a engenharia e a música. Além disso, ela serve como o alicerce essencial para análises avançadas e aplicações práticas em uma ampla gama de contextos. Para a física, a compreensão dos modos normais de vibração é vital, pois ela permite a análise de fenômenos sonoros e a descrição matemática precisa das ondas sonoras em tubos cilíndricos. Isso é particularmente relevante em áreas como acústica, onde a capacidade de prever como diferentes geometrias afetam as respostas acústicas é crucial. Na engenharia, essa compreensão é essencial para projetar e otimizar sistemas que dependem das ondas sonoras, como sistemas de som, isolamento acústico em edifícios e até mesmo em aplicações industriais, como inspeção por ultrassom. Além disso, na música, a análise dos modos normais de vibração é fundamental para a criação de instrumentos musicais de alta qualidade.

Os construtores de instrumentos precisam entender como as ondas sonoras interagem dentro de seus projetos para produzir tons e ressonâncias desejados. Essa compreensão não só enriquece o conhecimento teórico, mas também tem aplicações práticas que moldam nossa compreensão do mundo ao nosso redor e aprimoram nossa capacidade de criar, projetar e otimizar sistemas que dependem de ondas sonoras. Portanto, esse formalismo teórico não é apenas uma base sólida, mas também uma ponte para inúmeras descobertas e inovações em diversas disciplinas.

5. SEQUENCIAS DIDATICAS

As sequências didáticas do produto educacional foram divididas em alguns encontros especificando os objetivos, o conteúdo abordado, procedimentos metodológicos, questionários, recursos utilizados e verificação da aprendizagem.

1ª AULA: Neste primeiro encontro aplicou-se uma aula expositiva que trouxe a definição de ondas suas características e sua correlação matemática, além de ser aplicado um questionário para saber o conhecimento prévio que os alunos tinham dos conceitos de ondas sonoras e suas percepções. Com os resultados obtidos dessa avaliação foi desenvolvido uma sequência didática com maior efetividade para cada encontro. Tendo em vista que as sequencias foram aplicadas para 20 alunos da primeira série do ensino médio pertencentes à Colégio Estadual Sebastião Pedrosa localizada no município de Rio Branco, do estado de Acre, os conteúdos foram escolhidos por haver necessidade de introdução a esse assunto ser aplicado com desfalque em uma escola de ensino integral.

	1ª AULA
PROFESSOR:	Edis Carlos Nascimento de Almeida
NÍVEL DE ENSINO:	Médio
OBJETO DE CONHECIMENTO:	Ondas
TÍTULO DA AULA:	Velocidade do som
DURAÇÃO PREVISTA:	1 h
OBJETIVOS:	Quantificar as frequências dos modos normais de vibração das ondas sonoras (Ressonância) em tubos cilíndricos e calcular a velocidade do som no ar.
PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS:	Aplicação questionário de Feedback, visualizar o nível de conhecimentos dos alunos. Apresentar a definição de onda sonora, enfatizando sua natureza como onda mecânica

longitudinal.

Contrastar ondas mecânicas com ondas eletromagnéticas, destacando suas diferenças fundamentais.

Explorar exemplos cotidianos de ondas sonoras para tornar o conceito mais tangível aos alunos.

CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTAIS DAS ONDAS:

Definição e representação gráfica/Relação com a intensidade sonora percebida.

Conceito e unidade de medida (Hz)/Correlação com a altura do som (grave/agudo)

Definição física e representação visual/Relação inversa com a frequência.

PROPAGAÇÃO DAS ONDAS EM DIFERENTES MEIOS:

Propor aos alunos que discutam como as ondas sonoras se comportam em diferentes meios (ar, água, sólidos).

Examinar as diferenças na velocidade de propagação em diversos meios.

Utilizar simulações computacionais ou vídeos para visualizar a propagação das ondas em diferentes ambientes.

Fazer gráficos da velocidade do som em função da densidade

RELAÇÃO MATEMÁTICA ENTRE FREQUÊNCIA, COMPRIMENTO DE ONDA E VELOCIDADE:

Apresentar a equação $v = \lambda f$

Guiar os alunos na compreensão intuitiva da relação entre estas grandezas.

Verificar a consistência das unidades na equação.

RECURSOS DIDÁTICOS:

Smartphones com aplicativos específicos para geração de áudio e análise de frequência.

Termômetro para medição precisa da temperatura ambiente.

Possível uso de simulações computacionais ou vídeos para visualização de conceitos.

AVALIAÇÃO:

Mapa Conceitual: Orientar os alunos na criação de um mapa conceitual conectando os conceitos aprendidos/Discussão em Grupo: Promover um debate sobre como as características das ondas afetam nossa percepção do som.

Quiz Interativo: Aplicar um breve questionário para verificar a compreensão dos conceitos-chave.

Discutir as respostas, esclarecendo dúvidas e reforçando pontos importantes.

REFERENCIAS:

Penteado & Torres - Volume 28 - Este livro aborda o tema de ondas sonoras, incluindo definições básicas, características das ondas e uma breve história da medição da velocidade do som. Também apresenta aplicações práticas como o exame de ultrassom.

Luz & Álvares - Volume 28 - Este texto também trata do tema de ondas sonoras, embora os detalhes específicos não sejam mencionados nos resultados da pesquisa.

2ª AULA: No segundo encontro foi realizado uma explicação para o grupo de alunos sobre o conceito de Ressonância e Acústica, de onde a partir deste conceito, os alunos poderiam garantir ferramentas de pré-requisitos fundamentais para aplicação do experimento e quantificar a velocidade do som em um tubo aberto em uma de suas extremidades. Nessa parte a ideia é fazer anotações, levantamentos de hipóteses e comparação com a aula anterior. Foi promissor a divulgação e a empolgação dos alunos e a concentração no momento da aula.

	2ª AULA
PROFESSOR:	Edis Carlos Nascimento de Almeida
NÍVEL DE ENSINO:	Médio
OBJETO DE CONHECIMENTO:	Ondas
TÍTULO DA AULA:	Ressonância
DURAÇÃO PREVISTA:	1 h
OBJETIVOS:	
Compreender o conceito de ressonância em ondas sonoras. Identificar as condições necessárias para ocorrência de ressonância em tubos sonoros. Relacionar a ressonância com fenômenos do cotidiano e aplicações tecnológicas. Calcular as frequências de ressonância em tubos abertos e fechados.	
PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS:	
Breve revisão sobre ondas sonoras e suas características Apresentação de um vídeo curto demonstrando o fenômeno de ressonância Definição de ressonância – apresentar de maneira lógica o somatório de frequência em um mesmo corpo e a ideia das condições para ressonância em tubos sonoros. Equações para frequências de ressonância em tubos abertos e fechados Demonstração de ressonância usando um diapasão e um tubo de ensaio com água Discussão sobre as observações dos alunos Resolução guiada de um problema envolvendo cálculo de frequência de ressonância Discussão sobre aplicações práticas da ressonância (instrumentos musicais, engenharia acústica) Breve questionário oral para verificar a compreensão dos conceitos principais.	
RECURSOS DIDÁTICOS:	
Projeter multimídia, Computador com acesso à internet, Diapasão, Tubo de ensaio grande, Água, Lousa e marcadores e Folha de exercícios impressa.	
AVALIAÇÃO:	

Participação nas discussões em sala.
Desempenho na resolução do problema guiado.
Respostas ao questionário oral no final da aula.

REFERENCIAS:

Penteado & Torres - Volume 28 - Este livro aborda o tema de ondas sonoras, incluindo definições básicas, características das ondas e uma breve história da medição da velocidade do som. Também apresenta aplicações práticas como o exame de ultrassom.
Luz & Álvares - Volume 28 - Este texto também trata do tema de ondas sonoras, embora os detalhes específicos não sejam mencionados nos resultados da pesquisa.

3ª AULA: Na jornada de introdução ao aplicativo Phyphox, os estudantes foram apresentados a um leque de oportunidades para realizar experimentos de física, com ênfase na criação e análise de ondas sonoras. Este aplicativo tornou-se uma ponte entre a teoria e a prática, permitindo que os usuários realizassem experimentos de forma acessível utilizando apenas seus smartphones. Com seu gerador de tom, os jovens cientistas tiveram a capacidade de produzir ondas sonoras, que puderam ser facilmente lançadas em tubos de ressonância, possibilitando a medição da velocidade do som. Essa interação não apenas é fácil na prática, mas também enriqueceu a compreensão das especificidades da ação.

	3ª AULA
PROFESSOR:	Edis Carlos Nascimento de Almeida
NÍVEL DE ENSINO:	Médio
OBJETO DE CONHECIMENTO:	Uso do aplicativo Phyphox.
TÍTULO DA AULA:	"Gerador de Tons" para estudar ondas sonoras e ressonância.
DURAÇÃO PREVISTA:	1 h
OBJETIVOS:	Compreender o conceito de ondas sonoras e sua propagação em diferentes meios. Utilização do gerador de tons do Phyphox para criar ondas sonoras e realizar experimentos práticos. Medir a velocidade do som em tubos de ressonância com base na frequência e no comprimento de onda. Relacionar conceitos teóricos de física acústica com situações práticas do cotidiano.
PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS:	Exploração do Aplicativo Phyphox: Demonstração prática de como acessar e configurar a interface "Gerador de Tons". Explicação sobre as opções interessantes: frequência, amplitude e duração do som. Atividade Prática em Grupo: Montagem do Experimento: Entregar tubos de ressonância de diferentes tamanhos (ou materiais cilíndricos que

os simulem).

Orientar os alunos a posicionarem o smartphone próximo à abertura do tubo.

Execução: Ajustar o gerador de tons para diferentes frequências.

Observe os padrões de ressonância gerados no tubo e registre as frequências que resultam em maior intensidade sonora.

Cálculo da Velocidade do Som: Utilizar a fórmula $v = \lambda \cdot f$, onde f é a frequência e λ é o comprimento de onda, estimado pelo comprimento do tubo ajustado pela ressonância.

Discussão e Sistematização: Comparação dos resultados obtidos por diferentes grupos. Relacionar as observações experimentais com conceitos teóricos.

Debate sobre a aplicabilidade do experimento em situações reais, como instrumentos musicais.

RECURSOS DIDÁTICOS:

Aplicativo Phyphox instalado nos smartphones dos alunos.

Tubos de ressonância ou objetos cilíndricos (garrafas, PVC, etc.).

Calculadoras científicas (ou aplicativos similares).

Projetor ou lousa para explicação.

Fichas de registro de dados para anotações experimentais.

AVALIAÇÃO:

Participação: Engajamento dos alunos durante a montagem e execução do experimento.

Registros: Qualidade dos dados coletados e das anotações feitas durante a atividade.

Apresentação Oral: Explicação dos resultados obtidos pelo grupo.

Relatório Final: Entrega de um pequeno relatório com os cálculos, gráficos e reflexões sobre o experimento.

REFERENCIAS:

FIFOX. *Caixa de Ferramentas de Física: Manual do Usuário*. Disponível em: <https://phyphox.org/>.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física: Ondas*. 10ª ed. LTC, 2018.

TIPLER, PA; MOSCA, G. *Física para Cientistas e Engenheiros*. 6ª ed. LTC, 2009.

4ª AULA: A exploração dos dados dos experimentos essa é uma etapa essencial no caminho da investigação científica. Durante essa aula, os estudantes tiveram a oportunidade de se familiarizar com a análise dos dados que foram coletados durante um experimento, utilizando o aplicativo Phyphox, que atua como um gerador de sons para medir a velocidade do som em tubos com extremidades abertas. Os alunos foram apresentados a conceitos fundamentais, como a coleta, a organização e a interpretação de dados. Eles também souberam de como utilizar a fórmula apropriada para calcular a velocidade do som, com base nas informações que reunirem. A relevância de realizar uma

análise correta dos dados experimentais será destacada, preparando os estudantes para a fase subsequente, que envolve a comparação entre os resultados obtidos por meio de experimentação e o valor teórico da velocidade do som.

	4ª AULA
PROFESSOR:	Edis Carlos Nascimento de Almeida
NÍVEL DE ENSINO:	Médio
OBJETO DE CONHECIMENTO:	Análise e Investigação dos dados
TÍTULO DA AULA:	Exploração e análise de dados experimentais utilizando o aplicativo Phyphox.
DURAÇÃO PREVISTA:	1 h
<p>OBJETIVOS:</p> <p>Compreender a importância da coleta, organização e interpretação de dados experimentais no contexto científico.</p> <p>Analisar os dados obtidos durante o experimento de medição da velocidade do som.</p> <p>Aplicar fórmulas específicas para calcular a velocidade do som com base nas informações coletadas.</p> <p>Comparar os experimentais com o valor teórico da velocidade do som, discutindo possíveis discrepâncias e suas causas.</p>	
<p>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS:</p> <p>Abertura: Contextualização sobre a relevância da análise de dados na investigação científica.</p> <p>Breve revisão dos conceitos de frequência, comprimento de onda e velocidade do som.</p> <p>Exploração dos Dados: Apresentação dos dados encontrados pelos alunos durante o experimento anterior com tubos de extremidades abertas.</p> <p>Organização dos dados em tabelas e gráficos (usando papel ou planilhas digitais).</p> <p>Cálculo da velocidade do som utilizando a $v = \lambda \cdot f$, onde f é a frequência e λ comprimento de onda (ajustado com base no comprimento dos tubos).</p> <p>Comparação Teórico-Experimental (20 minutos):</p> <p>Apresentação do valor teórico da velocidade do som no ar (343 m/s à 20°C).</p> <p>Discussão sobre as diferenças entre os resultados experimentais e o valor teórico.</p> <p>Reflexão sobre possíveis fontes de erro e maneiras de melhorar a precisão dos experimentos.</p> <p>Debate Final e Sistematização (20 minutos):</p> <p>Discussão em grupo sobre a importância de uma análise de dados bem feita.</p> <p>Reflexão sobre como os conhecimentos adquiridos podem ser aplicados em outros contextos científicos e cotidianos.</p>	
<p>RECURSOS DIDÁTICOS:</p> <p>Aplicativo Phyphox instalado nos smartphones dos alunos.</p> <p>Dados perdidos durante os experimentos anteriores.</p> <p>Planilhas ou papel milimetrado para organização de dados e criação de gráficos.</p>	

Calculadoras científicas ou aplicativos semelhantes.

Projector ou lousa para discussão coletiva.

AVALIAÇÃO:

Participação: Engajamento na análise dos dados e nas discussões em grupo.

Organização: Qualidade da tabela e dos gráficos gerados a partir de dados experimentais.

Cálculo: Precisão e precisão nos cálculos realizados para determinar a velocidade do som.

Reflexão: Capacidade de identificar fontes de erro e sugerir melhorias nos experimentos.

Relatório: Produção de um relatório contendo tabelas, gráficos, cálculos e uma discussão final sobre os resultados obtidos.

REFERENCIAS:

FIFOX. *Caixa de Ferramentas de Física: Manual do Usuário*. Disponível em: <https://phyphox.org/>.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física: Ondas*. 10ª ed. LTC, 2018.

TIPLER, PA; MOSCA, G. *Física para Cientistas e Engenheiros*. 6ª ed. LTC, 2009.

6. ANALISE DA FREQUENCIA DE UMA NOTA MUSICAL

Uma proposta de uma experiência interessante do aplicativo Phyphox é usar ele para analisar a frequência de uma nota musical. Para analisar a frequência de alguma nota musical pode ser utilizado o microfone do smartphone e o aplicativo Phyphox, de acordo com os passos a seguir:

Materiais Necessários:

1. Um smartphone com o aplicativo Phyphox instalado.
2. Fonte de som poder um instrumento musical, diapasão, ou qualquer dispositivo que emita uma nota musical.

Metodologia:

1. Preparação do Ambiente:

- Escolher uma sala que seja silenciosa com a finalidade de minimizar interferências de ruídos externos.

- A fonte de som tem que estar próxima do smartphone, mas sem causar distorção no microfone.

2. Configuração do Phyphox:

- Abrir o aplicativo Phyphox.
- Selecionar a opção "Acústica" ou "Som".
- Escolher o experimento "Análise de Frequência" ou "Espectro de Frequência".

3. Posição do Smartphone:

- Colocar o smartphone próximo à fonte de som, garantindo que o microfone esteja apontado na direção da fonte.
- Evite obstruções entre o microfone e a fonte de som.

4. Realização do Experimento:

- No aplicativo Phyphox, inicie a medição.
- Emita uma nota musical utilizando a fonte de som (por exemplo, pode tocar a corda de um violão ou bater num diapasão).
- O aplicativo captará o som e exibirá um gráfico de frequência em tempo real.

5. Análise dos Dados:

- Observe o gráfico de frequência exibido no Phyphox. O pico mais alto no gráfico corresponde à frequência fundamental da nota musical.
- Anote a frequência indicada pelo aplicativo.
- Se necessário, pode repetir o experimento várias vezes para garantir a precisão da medição.

6. Interpretação dos Resultados:

- Compare a frequência medida com os valores conhecidos das notas musicais. Por exemplo, as notas:

Dó (C) = 261.63 Hz

Ré (D) = 293.66 Hz

Mi (E) = 329.63 Hz

Fá (F) = 349.23 Hz

Sol (G) = 392.00 Hz

Lá (A) = 440.00 Hz

Si (B) = 493.88 Hz

Discutir possíveis fontes de erro, como ruído do meio ambiente ou interferências externas.

Exemplo:

1. Tocar uma corda de violão e usar o Phyphox para medir a frequência da nota emitida.
2. Comparar a frequência medida com a frequência teórica da nota (por exemplo, a corda Mi aguda (E4) deve estar próxima de 329,63 Hz).
3. Ajustar a afinação do instrumento com base nas medições, se necessário.

Seguindo esses passos, você poderá analisar a frequência de uma nota musical de forma prática e eficaz utilizando o Phyphox.

7. ESBOÇO E ANÁLISES DAS AULAS

A sequência de quatro aulas aplicadas aos alunos da 1ª série do Ensino Médio do Colégio Estadual Sebastião Pedrosa, em Rio Branco, Acre, apresentou uma abordagem estruturada e progressiva para introduzir e aprofundar conceitos fundamentais de física acústica. Essa iniciativa foi essencial para suprir uma lacuna curricular em uma escola de ensino integral, contribuindo significativamente para o desenvolvimento do aprendizado dos estudantes.

Na 1ª aula, uma introdução teórica sobre ondas sonoras e suas características, aliada à aplicação de um questionário, permitiu identificar o nível de conhecimento prévio dos alunos. Esse levantamento inicial foi crucial para ajustar os conteúdos às necessidades específicas da turma, garantindo maior efetividade nos encontros subsequentes. Essa abordagem mostrou-se relevante para despertar o interesse inicial e alinhar os objetivos pedagógicos ao contexto dos alunos.

A 2ª aula ampliou os conhecimentos teóricos ao explorar os conceitos de ressonância e acústica. Esses tópicos foram apresentados como fundamentos indispensáveis para a realização dos experimentos práticos. A aula foi marcada por discussões interativas, levantamento de hipóteses e reflexões baseadas em conteúdos anteriormente abordados. A empolgação e a concentração dos alunos indicaram que a estratégia de conexão teoria e prática gerou engajamento significativo.

Na 3ª aula, a introdução do aplicativo Phyphox como ferramenta prática representou um avanço na integração entre tecnologia e aprendizado. A utilização do gerador de toneladas para a produção de ondas sonoras proporcionou uma experiência experimental enriquecedora. Ao aplicar conceitos teóricos diretamente em atividades práticas, os alunos puderam consolidar seu entendimento sobre a propagação de ondas e a medição da velocidade do som, destacando-se a acessibilidade e a inovação proporcionada pela tecnologia.

A 4ª aula encerrou a sequência com um foco na análise de dados experimentais, um componente essencial da investigação científica. Os alunos foram introduzidos nas etapas importantes, como coleta, organização e interpretação de dados, utilizando as observações realizadas nos experimentos. Essa abordagem não apenas reforça a compreensão matemática e física dos conceitos, mas também preparou os estudantes para futuras comparações entre valores experimentais e teóricos. Além disso, incentivou o desenvolvimento de habilidades críticas, como identificação de possíveis fontes de erro e propostas de melhorias nos procedimentos experimentais.

Em conjunto, essas aulas ofereceram uma formação completa, unindo teoria, prática e análise crítica. Os estudantes não apenas adquiriram conhecimentos sobre ondas sonoras, ressonância e velocidade do som, mas também desenvolveram competências essenciais para a investigação científica, como o uso de tecnologia, o trabalho em equipe e o pensamento reflexivo. Essa experiência destacou a importância de uma abordagem pedagógica contextualizada e inovadora, capaz de promover o aprendizado significativo e despertar o interesse pela ciência.

8. EXECUÇÃO EXPERIMENTAL E ANÁLISE DE RESULTADOS

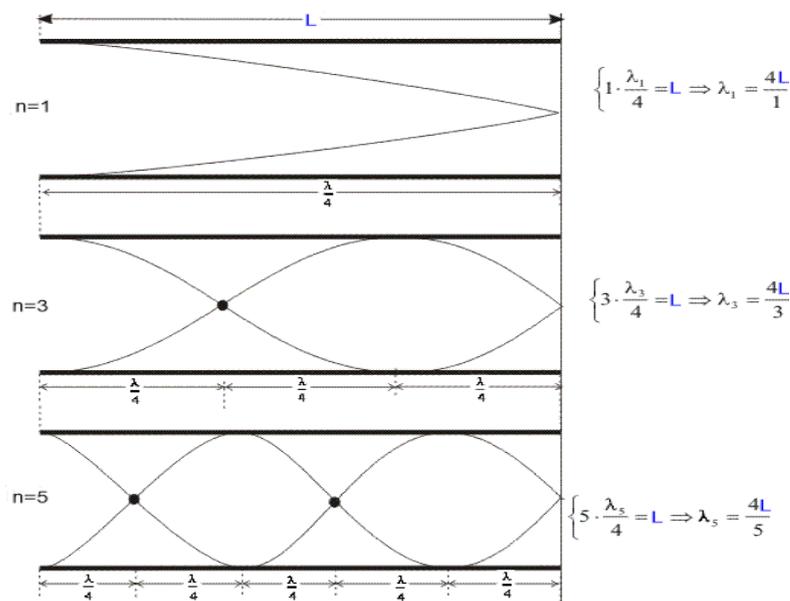
As ondas sonoras, enquanto se movem pelo ar, assumem um caráter longitudinal. Quando restritas a uma região específica do espaço, essas ondas oscilam em frequências bem definidas, gerando padrões conhecidos como ondas estacionárias. As frequências possíveis são aquelas relacionadas às frequências de ressonância dos modos normais de vibração. Neste experimento, investigaremos a propagação de ondas sonoras dentro de tubos fechados em uma extremidade e abertos na outra (tubos semiabertos).

Em um tubo cilíndrico semiaberto (fig. 1), algo realmente interessante acontece com as frequências dos modos normais de vibração. Cada uma dessas frequências, representadas como f_n , é, na verdade, múltiplos ímpares da frequência do primeiro harmônico, f_1 . Isso significa que cada modo normal subsequente tem uma frequência que é um número ímpar multiplicado pela frequência do primeiro harmônico. Essas expressões são dadas por:

$$f_1 = \frac{v_s}{\lambda_1} = \frac{v_s}{4(L+\Delta L)} \quad (1)$$

$$f_n = (2n - 1)f_1; \text{ com } n = 1, 3, 5 \dots \text{ e } (L + \Delta L) = (2n - 1) \frac{\lambda_n}{4} \quad (2)$$

Figura 1. Ondas estacionárias num tubo



Fonte: <https://www.sofisica.com.br/conteudos/Ondulatoria/Acustica/tubos2.php> - adaptada

Essa relação entre as frequências e os números ímpares está intimamente ligada à forma como os comprimentos de onda se ajustam dentro do tubo semiaberto. Cada modo normal representa um padrão específico de vibração das ondas sonoras dentro do tubo. Essa propriedade é realmente interessante e relevante para entender como as frequências de ressonância funcionam em sistemas acústicos.

O que é ainda mais empolgante é que essa característica tem aplicações em diversos campos, como na música e na acústica de instrumentos de sopro. É fundamental para a produção de notas musicais específicas em instrumentos como flautas e clarinetes, por exemplo. Além disso, essa relação entre frequências pode ser explorada em experimentos educacionais para ilustrar conceitos importantes da física das ondas sonoras. A ligação entre as frequências dos modos normais de vibração e os múltiplos ímpares da frequência do primeiro harmônico é uma descoberta fascinante na física das ondas sonoras que tem aplicações práticas e educacionais surpreendentes.

Na montagem do tubo semiaberto, colocaremos o emissor de frequência perto de uma das extremidades do tubo, e a outra extremidade estará selada. Nesse experimento, manteremos a frequência do sinal senoidal constante, mas o que mudaremos será o comprimento total da coluna de ar no tubo. Será interessante observar como essa variação no comprimento afetará as ressonâncias e os modos de vibração dentro do tubo.

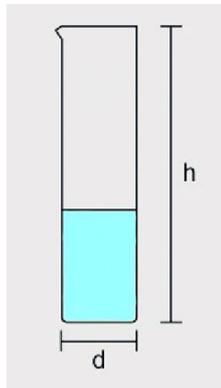
Na nossa montagem prática para o experimento com o tubo semiaberto, faremos algumas

adaptações interessantes. Em vez de usar o gerador de funções e o alto-falante convencionais, optaremos por utilizar um celular com um aplicativo gratuito chamado Phyphox: Gerador de Tons para criar as ondas sonoras de frequência pura. Isso tornará o experimento mais acessível e prático. Além disso, usaremos um tubo de vidro, que nos permitirá variar o comprimento L da coluna de ar de forma bastante simples. Para fazer isso, adicionaremos água ao tubo, o que nos permitirá observar como essa variação afeta as ressonâncias e os modos de vibração dentro do tubo. Essa abordagem trará uma dinâmica interessante ao experimento, tornando-o mais interativo e educativo.

9. O EXPERIMENTO EM QUESTÃO

Orientar os estudantes a aplicar seus conhecimentos sobre a vibração das ondas sonoras em tubos cilíndricos (Fig. 1) e a calcular a velocidade do som no ar é o objetivo deste exercício. Para alcançar esse objetivo, vamos utilizar a tecnologia ao nosso favor, empregando o aplicativo Phyphox para simplificar o processo de aprendizado.

Figura 1: Tubo cilíndrico semiaberto para o experimento



Fonte: próprio autor

O procedimento consistirá em identificar a frequência do primeiro modo normal de vibração, que corresponde à frequência de ressonância mais baixa, em diferentes configurações de comprimento L do tubo. Inicialmente, mediremos o comprimento L da coluna de ar com uma régua. Com essa medida em mãos, faremos uma estimativa da frequência de ressonância do primeiro harmônico ($n = 1$) usando a seguinte equação:

$$f = \frac{v_S}{\lambda} = \frac{v_S}{(4L)} \quad (3)$$

onde v representa a velocidade do som e λ é o comprimento de onda. Essa frequência estimada será inserida no aplicativo. A seguir, posicionar o celular com o alto-falante voltado para a abertura do tubo nos permitirá ajustar finamente a frequência. Isso será feito através

da nossa audição, identificando o valor de f no qual a intensidade do som atinge seu pico. Essa abordagem nos proporcionará uma determinação precisa da frequência de ressonância do primeiro modo de vibração, tornando o experimento confiável e informativo, ao mesmo tempo em que promove o aprendizado ativo dos estudantes sobre as características das ondas sonoras em tubos cilíndricos.

Embora o experimento em questão seja considerado simples, sua realização requer uma atenção especial por parte dos estudantes. Para detectar corretamente a ressonância por meio da audição, é fundamental que o experimento seja conduzido em um ambiente com baixo nível de ruído. Isso se deve ao fato de que a percepção da ressonância depende da capacidade de distinguir a intensidade do som em relação à sua frequência.

É importante destacar que a intensidade do som se refere à amplitude das ondas sonoras, ou seja, quão alto ou suave é o som. Por outro lado, a frequência está relacionada à quantidade de ciclos por segundo que uma onda sonora realiza, determinando o tom do som. Portanto, durante o experimento, os estudantes devem estar cientes de que a ressonância não está ligada à intensidade do som, mas sim à frequência na qual ocorre o pico de intensidade sonora.

A compreensão dessa distinção é essencial para que os estudantes possam identificar com precisão o momento em que ocorre uma ressonância. Eles devem estar atentos aos sinais auditivos que indicam um aumento notável na intensidade sonora, ou que correspondem ao ponto de ressonância. Essa habilidade é fundamental para o sucesso do experimento e permite uma exploração mais profunda dos princípios da acústica e das ondas sonoras em tubos cilíndricos.

10. MATERIAIS UTILIZADOS

Tubo cilíndrico semiaberto: O tubo é o componente central do experimento e pode ser feito de vidro ou outro material adequado.

Régua ou fita métrica: Utilizada para medir o comprimento da coluna de ar no tubo.

Celular com o aplicativo Phyphox: O celular é usado como aplicativo de fonte sonora, e o aplicativo Phyphox permite gerar ondas sonoras de frequência pura e realizar medidas precisas.

Água: Usado para ajustar o comprimento da coluna de ar dentro do tubo.

Suporte para o tubo: Para manter o tubo na posição adequada durante o experimento.

Ferramentas de medição: Como paquímetro ou régua calibrada, para realizar medidas precisa do comprimento do tubo.

Material de anotação: Papel, lápis ou dispositivos de anotação para registrar os resultados e observações durante o experimento.

11. ANÁLISE E DISCUSSÃO

Discuta os resultados com os estudantes, enfatizando a importância da ressonância na determinação da velocidade do som.

Este experimento fornece uma experiência prática útil para os estudantes, permitindo-lhes compreender como a ressonância pode ser utilizada para medir a velocidade do som. Além disso, promove habilidades de experimentação e análise de dados, bem como a aplicação de conceitos teóricos.

TABELA DO EXPERIMENTO

Comprimento da Coluna de Ar(L)	Frequência do Tom (f)	Comprimento de Onda (λ)	Velocidade do som (v)
[Comprimento Inicial] (cm)	[Frequência Inicial] (Hz)		
[Comprimento Final] (cm)	[Frequência Final] (Hz)	[Comprimento de Onda Calculado] (cm)	[Velocidade Calculada] (m/s)

12. INSTRUÇÕES PARA PREENCHER A TABELA

Na primeira linha, registra-se o comprimento inicial da coluna de ar no tubo (em centímetros) e a frequência inicial do tom gerado no celular (em Hertz). A frequência inicial é aquela que você configurou inicialmente no aplicativo.

À medida que adiciona água ao tubo e encontra a ressonância, registre o comprimento final da coluna de ar (em centímetros) e a frequência de ressonância (em Hertz) na segunda linha.

Para calcular o comprimento da onda (λ), utilize a fórmula: $\lambda = 2.L$, onde L é o comprimento da coluna de ar (em centímetros). Registre o valor calculado na coluna "Comprimento de Onda Calculado" (em centímetros).

Finalmente, para calcular a velocidade do som (v), utilize a fórmula: $v = f.\lambda$, onde f é a frequência de ressonância (em Hertz) e λ é o comprimento de onda calculado (em centímetros). Registre o valor calculado na coluna "Velocidade Calculada" (em metros por segundo).

13. UTILIZAÇÃO EM SALA DE AULA

Durante a realização deste experimento, é natural que os estudantes possam surgir com diversas perguntas e dúvidas relacionadas à execução do procedimento experimental. Com o objetivo de preparar os para essas situações, listamos abaixo alguns questionamentos típicos que podem surgir durante a execução do experimento, juntamente com suas respectivas respostas parciais. Essas respostas podem servir como guias para uma compreensão mais abrangente do processo.

1. Como a ressonância é identificada auditivamente?

A ressonância é identificada pelo aumento notável na intensidade do som. Quando a frequência do tom gerado coincide com a frequência de ressonância do tubo, ocorre um aumento na amplitude do som percebido pelos ouvidos.

2. Por que a água é adicionada ao tubo?

A água é adicionada para alterar o comprimento da coluna de ar no tubo. Isso permite que exploremos diferentes comprimentos e identifiquemos o comprimento que corresponde à ressonância. A ressonância ocorre quando a frequência do som gerado é ajustada ao comprimento da coluna de ar no tubo.

3. Como a frequência do som afeta a ressonância?

A frequência do som afeta a ressonância porque a ressonância ocorre quando a frequência do tom gerado é igual à frequência natural da vibração da coluna de ar no tubo. Quando essas frequências coincidem, a amplitude do som aumenta, diminuindo a ressonância.

4. Por que a intensidade sonora não é usada para determinar a ressonância?

A intensidade sonora está relacionada à amplitude das ondas sonoras e não à frequência. Em experimentos como este, é a frequência que determina a ressonância, não a intensidade. A intensidade pode variar devido a diferentes fatores, mas não é um indicador confiável de ressonância.

5. Qual é a importância da medição precisa do comprimento do tubo?

A medição precisa do comprimento do tubo é essencial, pois o comprimento da coluna de ar afeta diretamente a frequência de ressonância. Pequenas variações no comprimento podem resultar em diferenças significativas na frequência de ressonância e, portanto, na velocidade do som calculado.

6. Qual é a equação usada para calcular a velocidade do som?

A solução usada é $v = f \cdot \lambda$, onde v é a velocidade do som, f é a frequência de ressonância e λ é o comprimento de onda correspondente, que é calculado como $\lambda = 2 \cdot L$, onde L é o comprimento da coluna de ar.

7. Como a velocidade do som medida neste experimento se compara ao valor teórico?

A velocidade do som medida experimentalmente pode ser comparada ao valor teórico conhecido (aproximadamente 343 m/s a 20°C). As discrepâncias podem ser discutidas em termos de erros experimentais e condições do ambiente.

8. Quais são as fontes de erro neste experimento?

As fontes de erro podem incluir variações imprecisas no comprimento do tubo, variações na temperatura ambiente e diferenças na qualidade do som gerado pelo aplicativo. É importante identificar e discutir essas fontes de erro.

9. Por que o aplicativo Phyphox foi usado?

O aplicativo Phyphox é utilizado por sua facilidade de geração de tons sonoros e pela capacidade de registrar dados. Ele simplifica o experimento e permite medidas precisas.

10. Como a ressonância é usada para medir a velocidade do som em situações do mundo real?

A ressonância é usada em situações do mundo real para determinar propriedades acústicas de materiais, como a inspeção de estruturas, a sismologia e até mesmo a afinação de instrumentos musicais.

14. SERIE DE SEQUÊNCIAS DIDATICAS

INTRODUÇÃO À ACÚSTICA E ONDAS SONORAS

Aula 1: Conceitos Fundamentais

Introdução à acústica e ondas sonoras.

Definição de frequência, amplitude e velocidade do som.

Discussão sobre a importância da ressonância.

Exercícios teóricos relacionados.

Aula 2: Ondas Estacionárias e Frequência de Ressonância

Exploração das ondas estacionárias e como elas se formam. Compreensão da frequência de ressonância.

Demonstração de exemplos de ressonância. Exercícios práticos e cálculos relacionados.

Aula 3: Tubos Cilíndricos e Modos de Vibração

Introdução a tubos cilíndricos e suas características. Explicação dos modos normais de vibração em tubos.

Discussão sobre o experimento proposto para medir a velocidade do som. Preparação para a prática experimental.

Aula 4: Análise dos dados e comparação experimental com a teoria

O aplicativo Phyphox pode apresentar pequenas variações nas medições devido à resolução dos sensores, então é bom fazer várias medidas para minimizar o erro.

Se a fonte sonora não emitir uma nota estável (por exemplo, um instrumento desafinado), a medição será imprecisa, então teria que calibrar o instrumento.

Se a média experimental estiver próxima do valor esperado e o erro percentual for baixo, o experimento poderá ser considerado bem-sucedido e os dados estariam de acordo com a teoria.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa sequência didática é voltada para o conteúdo ondas sonoras e suas aplicações trabalhado na disciplina de Física, que busca valorizar este conteúdo usando a experimentação como meio de motivação na aprendizagem da disciplina, que é de grande importância para os nossos alunos. As aulas são planejadas utilizando as tecnologias de comunicação e informação no sistema de ensino que tem sido cada vez mais constante no discurso pedagógico. Os recursos tecnológicos junto à metodologia de ensino juntas podem se tornar ferramentas valiosas a fim de facilitar a aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. E. Bianconcini; PRADO, M. E. B. B.; Indicadores para a formação de educadores para integração do laptop na escola. *In: ALMEIDA, M. E. Bianconcini; PRADO, Maria Elisabette Brisola Brito (org.). **O computador portátil na escola: mudanças e desafios nos processos de ensino e aprendizagem.*** São Paulo: Avercamp, p. 34-48, 2011.

AUSUBEL, D. P. **Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento.** Buenos Aires: El Ateneo, 1973.

DECI, EL E RYAN, RM; "**Motivação Intrínseca e Autodeterminação no Comportamento Humano**". Plenário, 1985.

DEWEY, J.; "**Experiência e Educação**". Simon & Schuster, 1938.

FRANCÊS, AP ; "Vibrações e Ondas." Imprensa do MIT, 1971.

JOHNSON, DW E JOHNSON, RT; "**Aprendizagem Cooperativa na Sala de Aula**", Empresa de livros de interação, 1989.

MORAN J. M.; "**Os novos espaços de atuação do professor com as tecnologias**", Revista Diálogo Educacional, Curitiba, v. 4, n.12, p.13-21, maio/ago. 2004.

MOREIRA M. A.; MASINI E. S. **Aprendizagem significativa: a Teoria de David Ausubel.** São Paulo: Moraes; 1982.

MORSE, PM E INGARD, KU; "**Acústica Teórica**" (2ª edição). Imprensa da Universidade de Princeton, 1968.

RESNICK, R. E HALLIDAY, D.; "**Fundamentos de Física**" (10ª edição). Wiley, 2013

VYGOTSKY, LS (1978). "**Mente na sociedade: o desenvolvimento de processos psicológicos superiores**" Imprensa da Universidade de Harvard.

YOUNG, HD E FREEDMAN, RA (2012). "**Física Universitária**" (13ª edição). Pearson.