

RESSONÂNCIA, UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Resonance, significant learning

Pedro Henrique de Abreu

Licenciando em Física, Universidade Federal de São João del Rei - MG

Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-0765-3846>

pedro-abreu22@hotmail.com

Maria Clara de Oliveira

Licencianda em Física, Universidade Federal de São João del Rei - MG

Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-4880-3635>

mcsalvatore123@gmail.com

Bárbara Ferreira Arruda

Licencianda em Física, Universidade Federal de São João del Rei - MG

Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-6064-0064>

babihelloise@gmail.com

Simoni Bessa Sandoval Nogueira

Profa. Supervisora, Escola Estadual Governador Milton Campos - São João del Rei - MG

Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-6672-8999>

simoni.nogueira@educacao.mg.gov.br

Cláudio de Oliveira

Prof. Dr., Universidade Federal de São João del Rei - MG

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1454-678X>

claudiodeoliveira@ufsj.edu.br

Pablo Parmezani Munhoz

Prof. Dr., Universidade Federal de São João del Rei - MG

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7322-4721>

pmunhoz@ufsj.edu.br

Fernando Otávio Coelho

Prof. Ms., Universidade Federal de São João del Rei - MG

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7069-8905>

focoelho@ufsj.edu.br

Artigo recebido em jun/2024 e aceito em agosto/2024

RESUMO

O presente trabalho propõe o ensino de ressonância para alunos do segundo ano do Ensino Médio com o intuito de que a aprendizagem seja significativa. Nessa conjuntura, os discentes não são incentivados a memorizar o conteúdo exposto, mas sim encontrar significado nele com a bagagem cognitiva que já trazem consigo. Fez-se uso de uma aula que combinou exposição teórica com definições e exemplos a respeito do conteúdo e um aparato para demonstração experimental do fenômeno da ressonância. Além disso, foi permitido que o circuito elétrico responsável pelo

funcionamento do dispositivo pudesse ser observado de perto pelos alunos, enquanto explicava-se seu funcionamento. Depois, chamou-se aqueles que quisessem ajustar a frequência emitida como preferirem e observar os efeitos causados no sistema. Para atestar o funcionamento da abordagem, aplicou-se o mesmo questionário em dois momentos: o primeiro, que precedeu a atividade e era de caráter exploratório a fim de mostrar o conhecimento prévio dos alunos quanto ao assunto, e o segundo, que sucedeu a atividade, aplicado para evidenciar os resultados obtidos. A observação dos resultados revelou que, no primeiro questionário, os alunos associavam o fenômeno da ressonância com o exame de diagnóstico por ressonância magnética. Após a aplicação do segundo questionário, suas respostas ressaltaram que a questão que ficou mais esclarecida foi: “Onde se encontra a ressonância no cotidiano?”. Portanto, observou-se uma apreensão do viés mais concreto de ressonância, aquele observado de forma recorrente e simples, possibilitando uma aproximação dos discentes com essa parte da física.

Palavras-chave: Sistema; Fenômeno; Ressonância; Funcionamento.

ABSTRACT

The present work proposes teaching resonance to second-year high school students with the aim of making learning meaningful. In this context, students are not encouraged to memorize the content presented, but rather to find meaning in it with the cognitive baggage they already possess. A lesson combining theoretical exposition with definitions and examples of the content was used, along with equipment for experimental demonstration of the resonance phenomenon. Additionally, students were allowed to observe the electrical circuit responsible for the device's operation up close while its functioning was explained. Afterwards, those who wished were invited to adjust the emitted frequency as they preferred and observe the effects on the system. To assess the effectiveness of the approach, the same questionnaire was administered at two points: first, before the activity, as an exploratory measure to gauge students' prior knowledge on the subject, and second, after the activity, to highlight the results obtained. The observation of the results revealed that, in the first questionnaire, students associated the resonance phenomenon with magnetic resonance imaging. After the administration of the second questionnaire, their responses emphasized that the question that became clearer was: "Where is resonance found in everyday life?" Therefore, there was an apprehension of the more concrete aspect of resonance, the one observed in a recurring and simple way, enabling students to become closer to this part of physics.

Keywords: System; Phenomenon; Resonance; Operation.

1. INTRODUÇÃO

Para explicar o fenômeno de ressonância é preciso, primeiro, entender um pouco sobre os conceitos que abordam os fenômenos de ondas e oscilações (COTTA, S.d.).

O mundo está repleto de oscilações, nas quais os objetos se movem repetidamente de um lado para o outro. Muitas são curiosas ou desagradáveis, mas outras podem ser economicamente importantes ou perigosas. Por exemplo, quando um trem faz uma curva, as rodas oscilam horizontalmente quando são forçadas a mudar de direção, produzindo um som peculiar. Da mesma forma, em caso de terremoto nas proximidades de uma cidade, os edifícios sofrem oscilações tão intensas que podem desmoronar (FEYNMAN, 2008).

Em resumo a oscilação é um fenômeno físico que descreve o movimento periódico ou não periódico de um objeto, partícula ou sistema em torno de uma posição de equilíbrio. São exemplos de oscilações os movimentos de um pêndulo, de um corpo preso a uma mola e inúmeros outros tipos de vibrações mecânicas. Alguns aspectos importantes da oscilação incluem (RAMALHO JR.; FERRARO; SOARES, 2015):

– A posição de equilíbrio é a posição natural de um objeto, quando não está sujeito a forças externas, em que o objeto tende a ficar em repouso. O menor deslocamento, a partir dessa posição, pode iniciar um movimento periódico de oscilação.

– Muitas oscilações são periódicas, significando que um objeto se move repetidamente para frente e para trás (ou de um lado para o outro) em torno da posição de equilíbrio. Esses movimentos seguem um padrão regular e suas propriedades, tais como amplitude, frequência e período, podem ser usadas para descrever a oscilação.

– A frequência é o número de ciclos completos que um objeto executa em um determinado intervalo de tempo, medida em hertz (Hz). O período é o inverso da frequência e representa o tempo necessário para um ciclo completo. Frequência e período estão inversamente relacionados.

– A amplitude é a máxima distância que um objeto se desloca a partir da posição de equilíbrio durante uma oscilação. Ela determina a "altura" ou "intensidade" da oscilação.

– O conceito de onda é abstrato, pois descreve um fenômeno no qual a energia ou a informação é transmitida de um local para outro, sem a necessidade de um transporte físico direto de matéria entre esses pontos. Isso significa que, mesmo que não seja visto algo de fato se movendo de um lugar para outro, uma informação ou uma forma de energia está se propagando através do espaço e do tempo.

– Nas ondas mecânicas, como as ondas sonoras ou as ondas em uma corda, esse fenômeno se torna observável quando ocorre a propagação da onda pelo meio material. Por exemplo, uma onda sonora que se propaga através do ar, comprime e expande camadas de ar sucessivas. Ao invés de as partículas das camadas de ar se deslocarem junto com a onda, oscilam periodicamente em torno de suas posições de equilíbrio.

– As perturbações causadas pela onda sonora são transmitidas de uma camada de ar para outra subsequente, através da alternância entre as energias cinética e potencial vibracional associadas às partículas de cada camada de ar. É por isso que é possível ouvir um som proveniente de um local distante, sem que as partículas de ar dos arredores da fonte sonora sejam transportadas até os ouvidos. Em vez disso, a energia da onda sonora é transmitida por uma sucessão de máximos e mínimos da pressão do ar em camadas sucessivas ao longo do caminho até os ouvidos, criando a sensação do som pelo sistema auditivo, processada pelo cérebro.

Assim, as ondas mecânicas exemplificam, de maneira concreta, a abstração do conceito de onda, demonstrando como a energia se propaga através de um meio, sem que o próprio meio se mova de maneira substancial. A partir desses conceitos é possível, então, discutir o fenômeno da ressonância. A ressonância é um fenômeno físico que ocorre quando um sistema oscilatório é estimulado por uma força externa, fazendo-o oscilar com uma amplitude maior em frequências específicas, chamadas de frequências fundamentais ou frequências naturais do sistema (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2012). Nestas frequências, mesmo forças periódicas de pequena magnitude podem induzir vibrações de grande intensidade, uma vez que o sistema acumula energia vibracional. Inicialmente, é possível considerar a ressonância de forma idealizada, ignorando as perdas de energia devido ao atrito e outros fatores (NUSSENZVEIG, 2013).

Em termos simplificados, a ressonância ocorre quando um sistema é submetido a uma força externa contínua e periódica, cuja periodicidade está diretamente relacionada com a frequência natural do sistema. Nesse contexto, o sistema responde com amplas oscilações. No entanto, a realidade é mais complexa, com perdas de energia ocorrendo de tempos em tempos devido ao que é conhecido como amortecimento. Quando o amortecimento é pequeno, a frequência de ressonância do sistema se aproxima da frequência natural. Os sistemas podem apresentar várias frequências de ressonância distintas, e esse fenômeno é observado em uma variedade de vibrações, como vibrações mecânicas, eletromagnéticas e gravitacionais. Sistemas ressonantes são empregados tanto para gerar vibrações de frequências específicas, quanto para extrair frequências específicas de uma vibração complexa que contenha várias frequências (GASPAR, 2013). A descoberta da ressonância tem raízes antigas na história da ciência. Galileu Galilei, no início de 1602, fez importantes contribuições ao estudo dos pêndulos e cordas musicais, desvendando esse fenômeno. Além disso, Pitágoras, que viveu entre 570 e 495 a.C., já investigava teorias musicais e é considerado por muitos como um pioneiro na compreensão da ressonância (ZUMPANO; ERCOLE; BUENO, 2004). O ensino de física não é uma tarefa fácil. Tanto pelo modo como geralmente a disciplina é apresentada em sala de aula, quanto por sua forte relação com a linguagem matemática. A física é uma ciência que conta muito com a descrição matemática de suas situações e, quando não há uma base bem construída das competências matemáticas na cabeça do aprendiz, o entendimento da física fica comprometido.

Algumas seções da física são mais tangíveis, por se tratarem de acontecimentos facilmente observados no dia-a-dia, como a constatação da existência da gravidade ou o estudo do movimento de corpos (cinemática). Já outras áreas, mais raras ou complexas de se observar e interpretar, exigem mais esforços para atingir a compreensão dos alunos. Um exemplo desse último conjunto é o fenômeno da ressonância.

Tendo isso em vista o objetivo de ensinar, de forma significativa, sobre a ressonância para uma turma do segundo ano do Ensino Médio, foi utilizado um aparato de ressonância para alcançar uma observação próxima desse fenômeno, possibilitando a construção de um elo mais forte entre o que se expõe teoricamente e o que se constata na prática.

A abordagem através da aprendizagem significativa, conceituada por David Ausubel, é a bússola pedagógica desse trabalho. A aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos novos com aqueles já existentes na estrutura cognitiva do aluno. Dessa forma, espera-se que um assunto aparentemente distante e sem significado, passe a ser interpretado como algo palpável e inteligível ao aprendiz (MOREIRA, 2012).

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Contextualização

O experimento foi executado em uma escola estadual na cidade de São João del Rei. Utilizou-se duas aulas de uma turma do segundo ano do ensino médio, nas quais foram apresentados os conceitos atinentes ao fenômeno de ressonância, executado o experimento e promovida uma discussão, em que os conceitos foram confrontados com o fato observado. Como mencionado anteriormente, a ressonância ocorre quando uma força externa é aplicada a um sistema físico com uma frequência próxima à sua frequência natural de vibração, resultando em um aumento significativo na amplitude das oscilações desse sistema. Todos os sistemas físicos têm ao menos uma frequência natural de vibração, que é a frequência na qual tendem a vibrar ou oscilar naturalmente, quando perturbados de alguma forma. Por exemplo, um pêndulo tem uma frequência natural de oscilação, que depende do seu comprimento. A força externa é uma influência aplicada ao sistema, que pode ser uma força física, como empurrar, puxar ou sacudir algo, ou até mesmo uma força gerada por uma fonte externa, como uma onda sonora.

A chave para a ressonância é a frequência da força externa ficar próxima de uma frequência natural de vibração do sistema. Isso significa que a frequência da força externa não precisa ser exatamente igual à frequência natural, mas deve estar dentro de uma faixa específica. Quando a frequência da força externa está próxima o suficiente da frequência natural do sistema, ocorre um aumento significativo na amplitude das oscilações desse sistema. Em outras palavras, o sistema começa a oscilar com maior intensidade. Esse aumento na amplitude é o que chamamos de ressonância.

O aparato é fundamentado no fenômeno da ressonância, onde a frequência de oscilação de um emissor se alinha com a frequência fundamental de oscilação de um receptor. Este equipamento

consiste em quatro componentes essenciais: um microcontrolador Arduino, um amplificador de sinal, uma bobina e um sistema de oscilação. O Arduino desempenha o papel de um controlador, responsável por gerar e enviar um pulso de frequência específica para o funcionamento do dispositivo, através de uma função programada nele. O amplificador de sinal, como o nome sugere, tem a função de receber e amplificar o sinal emitido pelo Arduino, mantendo a mesma frequência, mas aumentando sua potência operacional. Isso é crucial para garantir que a bobina possua energia suficiente para operar o mecanismo de oscilação com eficácia. A bobina, por sua vez, age como um eletroímã que oscila, alternando entre os estados ligado e desligado na frequência enviada pelo Arduino. À medida que a bobina oscila, ela atrai os ímãs presentes no suporte. Essa oscilação é responsável por induzir o sistema à ressonância. A oscilação gerada pelo sistema de ímãs e bobina movimenta uma haste que está ligada a uma mola sob tensão, suportada por um peso. Quando a oscilação emitida coincide com a frequência fundamental do sistema (da massa da haste e da mola), ocorre a ressonância, levando a um comportamento específico e desejado do sistema.

2.2. Discussão

Como já mencionado, o objetivo central do presente trabalho é o ensino de ressonância a partir da teoria da aprendizagem significativa. Caracterizada pela “ancoragem” de novos conhecimentos àqueles já existentes, a aprendizagem significativa se opõe à aprendizagem mecanizada, geralmente observada na escola. A memorização de conceitos dá lugar à compreensão contextualizada do conteúdo. Nessa teoria, o termo subsunçor ou ideia-âncora é muito relevante, e se trata do conhecimento já existente na cabeça do aprendiz, que vai ser responsável por dar significado aos novos conhecimentos. É importante notar que:

[...] os novos conhecimentos se ancoram em conhecimentos preexistentes e assim adquirem significados. É importante, no entanto, não atribuir caráter estático, de mero ancoradouro, aos subsunçores, pois o processo é interativo, dinâmico, e nele o subsunçor se modifica. Como foi dito, ancoragem é uma metáfora; portanto a subsunção não é uma ancoragem propriamente dita (MOREIRA, 2012, p. 9).

Considerando isso, o primeiro procedimento adotado foi descobrir, antes de expor o conteúdo aos alunos, o que eles sabiam acerca dele. Para tal, foi utilizado um questionário com quatro perguntas sobre ressonância: (1) O que é fenômeno de ressonância?; (2) Em que situação podemos identificar a ocorrência do fenômeno de ressonância?; (3) Em que o fenômeno de ressonância pode nos ser útil?; (4) Qual (ou quais) princípio(s) físico(s) regem o fenômeno de ressonância?.

Sabendo qual era o alcance do assunto na estrutura cognitiva dos alunos, foi possível direcionar a explanação do tema. Primeiramente, foi feita uma introdução básica sobre ressonância, com sua definição apresentada de forma clara e sucinta com auxílio de gráficos e imagens. A seguir, mostrou-

se a ocorrência da ressonância no cotidiano com exemplos facilmente observados: o violão, que tem uma caixa de ressonância para amplificar o volume das cordas, quando tocadas; o uso da vibração vocal, para quebrar uma taça; o princípio de ressonância usado no balanço, a fim de fazer a criança ir cada vez mais alto. Por fim, o caso da ponte que colapsou em Tacoma Narrows, Washington, Estados Unidos, devido aos ventos que a fizeram oscilar numa frequência próxima a uma de suas frequências naturais de oscilação.

Os procedimentos realizados se baseiam, primeiro, em identificar os subsunçores presentes na cabeça dos alunos, através do questionário e, em seguida, com a apresentação expositiva do tema, com a pretensão de corrigir possíveis ideias equivocadas sobre ressonância e, por último, associar a ocorrência do fenômeno em situações já conhecidas dos alunos e de situações inusitadas que podem provocar a curiosidade deles (como é o caso da ponte que colapsou).

Na sequência, o funcionamento do aparato foi explicado minuciosamente, peça por peça, para que observassem os detalhes. Finalmente, o dispositivo foi ligado e testou-se diferentes frequências na fonte emissora, e os motivos de cada comportamento do sistema, devido a cada frequência em operação. Por exemplo, uma frequência extrema (baixa ou alta) na fonte, não surtiu efeito ou desordem no sistema massa-mola. Já para a frequência de 1.08 Hz, foi observada a maior amplitude e ordem no movimento do sistema.

O conjunto dos materiais expositivos e do aparato, se fundamentam nas condições necessárias para a aprendizagem significativa. Segundo (Moreira, 2012, p.8), as condições são: (i) que o material seja potencialmente significativo e (ii) que o aluno tenha predisposição para aprender. Sobre a primeira condição:

É importante enfatizar aqui que o material só pode ser potencialmente significativo, não significativo: não existe livro significativo, nem aula significativa, nem problema significativo, ..., pois o significado está nas pessoas, não nos materiais (MOREIRA, 2012, p. 8).

A segunda condição diz respeito ao sujeito da aprendizagem. Ele é quem deve estar minimamente disposto a relacionar aquilo que já sabe, com o que se apresenta à sua frente. Caberá a ele fazer relações e modificar suas proposições anteriores, a fim de entender o novo conhecimento proposto e dar a ele significado. Esse processo não é controlável ou previsível, considerando que o aluno pode não ter em sua estrutura cognitiva, conhecimentos prévios adequados para receber e interpretar corretamente a informação.

2.3. Resultados

Como resultado, espera-se que os alunos compreendam o conceito de ressonância, que consiste na amplificação das oscilações de um sistema, quando uma força externa é aplicada próxima a uma

frequência natural. Eles devem ser capazes de explicar esse fenômeno, com suas próprias palavras, e identificar exemplos de ressonância em situações do mundo real, como uma criança brincando em um balanço, uma taça quebrando devido ao som contínuo, ou uma ponte vibrando devido ao vento constante. Além disso, devem estar aptos a explicar por que esses

exemplos são casos de ressonância. Espera-se, também, que os alunos consigam relacionar a ressonância a uma frequência natural de um sistema, e reconhecer que a ressonância ocorre quando a frequência da força externa coincide com tal frequência. Eles devem ter a capacidade de identificar aplicações práticas da ressonância em diversas áreas, tais como física, engenharia, química, música e medicina. Esses resultados esperados levam em consideração o conhecimento prévio dos alunos sobre ondas e oscilações, visando aprofundar o entendimento no contexto específico da ressonância. Isso tornará a aprendizagem mais significativa e relacionada aos conceitos anteriormente abordados.

A partir da análise dos resultados do primeiro questionário, o qual visava explorar o conhecimento prévio dos alunos, foi possível constatar um problema recorrente no ambiente escolar: o medo de errar. Temendo responder incorretamente às questões, dos quatorze alunos, quatro pesquisaram as respostas em seus celulares e três pesquisaram somente uma delas. Já a metade restante dos alunos, que tentaram responder sem consultar a internet, fez a relação entre ressonância com o exame de diagnóstico. Acerca da definição, não houve acertos. Dos princípios físicos envolvidos, quatro fizeram relações corretas. A ideia geral que os alunos tinham de ressonância, era o concernente ao exame diagnóstico de ressonância magnética.

Após a aplicação do questionário, foi feita a apresentação expositiva da definição de ressonância e dos exemplos recorrentes desse fenômeno. Inicialmente, os estudantes se mostraram desinteressados. A interação deles começou quando perguntados se alguém tocava algum instrumento de corda. Um deles respondeu afirmativamente, e o exemplo do violão como caixa de ressonância deu início à abordagem do tema.

Precedendo o procedimento experimental, a caixa com o circuito elétrico que é acoplado ao aparato, foi passada para os alunos observarem, enquanto apontava-se a função de cada estrutura nela contida. No momento da experimentação com o aparato, os alunos foram convidados a se aproximarem, para observar enquanto se dava a explicação minuciosa do funcionamento do aparato que observavam. Depois da demonstração, foi permitido aos alunos – e alguns se prontificaram – a ajustar por conta própria a frequência emitida na fonte.

Decorrida uma semana da apresentação e do experimento, o mesmo questionário novamente foi passado aos alunos para que respondessem. Contando agora com dez questionários respondidos, observou-se uma mudança na dinâmica das respostas. Dessa vez, nenhum aluno utilizou o celular para pesquisar respostas.

Houve uma melhora significativa nas respostas das duas primeiras questões, principalmente na segunda questão. Os alunos se lembraram do exemplo da taça, principalmente. Dois alunos não quiseram responder, um deles justificando que não se lembrava. Do total de alunos, dois não se lembraram de duas das questões e quatro se esqueceram somente de uma delas.

Quando foi feita a interpretação do primeiro questionário, uma questão relevante foi evidenciada: o medo de responder de forma incorreta. Mesmo sabendo que não se tratava de uma atividade avaliativa, alguns alunos ficaram tão inseguros de mostrar o que sabiam ou não, que, de pronto, pesquisaram antes, na tentativa de evitar respostas erradas ou não preenchidas. O erro constitui parte fundamental do processo de aprendizagem, pois é ele que viabiliza a aprendizagem por meio da diferenciação daquilo que é certo e do que não é.

A classificação das respostas em acertos e erros, ou satisfatórios e insatisfatórios, fundamenta-se numa concepção de que saber e não saber são excludentes, pois a avaliação sempre foi uma atividade de controle que visava selecionar, e neste sentido, o prazer de aprender desaparece quando a aprendizagem se resume a notas e provas, onde o medo de errar é constante (NOGARO; GRANELLA, 2004, p. 2).

Na segunda etapa do questionário, aplicado após a apresentação, essa questão foi observada novamente, e notou-se que, dessa vez, os alunos não se prenderam às respostas certas, e todas as respostas foram elaboradas por eles, ao que se pode perceber.

Outra mudança percebida de um questionário para o outro, foi o maior número de acertos, especificamente, da pergunta de onde podemos observar a ressonância. Anteriormente, os alunos associavam ao exame de diagnóstico, mas agora eles relacionam os exemplos dados como a taça e o balanço. Essa melhora é muito relevante, na medida em que demonstra uma relação mais tangível com o fenômeno da ressonância. A partir de elementos já conhecidos, como um violão, o aprendiz pode fazer relações com novos conhecimentos, de forma a modificar o que sabia.

3. CONCLUSÃO

O estudo e ensino da ressonância representam desafios significativos no contexto da educação em Física. O fenômeno da ressonância é complexo e, muitas vezes, difícil de ser compreendido, especialmente, por alunos que não possuem um conhecimento prévio satisfatório em Física.

No entanto, a abordagem adotada neste trabalho, baseada na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, mostrou-se eficaz em melhorar a compreensão dos alunos sobre a ressonância. Através da identificação dos conhecimentos prévios dos alunos e da apresentação de exemplos concretos e relevantes do fenômeno, os estudantes puderam relacionar a ressonância a situações do mundo real, compreendendo sua aplicação em várias áreas da Ciência.

Além disso, a experimentação prática com o aparato de ressonância, permitiu aos alunos observar diretamente os efeitos da ressonância, tornando o conceito mais perceptível e compreensível.

Os resultados obtidos demonstraram uma melhora significativa no entendimento dos alunos sobre a ressonância, após a apresentação expositiva. Isso indica que a abordagem da aprendizagem significativa, que se baseia na conexão de novos conhecimentos com conhecimentos prévios, pode ser uma estratégia eficaz no ensino de conceitos complicados, como a ressonância. No entanto, também foi identificado um desafio comum na educação, que é o medo de errar, por parte dos alunos. Muitos alunos preferiram não responder às questões do questionário inicial, por medo de dar respostas incorretas ou em branco. Isso destaca a importância de criar um ambiente de aprendizado seguro e encorajador, onde os erros sejam vistos como oportunidades de aprendizado.

Em última análise, o ensino da ressonância é um exemplo de como a abordagem pedagógica pode influenciar, significativamente, a compreensão dos alunos sobre conceitos difíceis. Ao fornecer uma base satisfatória de conhecimento prévio, apresentar exemplos relevantes e envolver os alunos em experiências práticas, é possível tornar a aprendizagem mais significativa e estimulante. Isso não apenas melhora a compreensão do assunto, mas também desperta o interesse dos alunos por fenômenos físicos e científicos em geral.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

COTTA, A. **Introdução a oscilações e ondas: OSCILAÇÕES E ONDAS**. Disponível em: https://dfi.ufla.br/alexandrecotta/wp-content/uploads/NotaAula_01-IntroOscilacoesOndas.pdf. Acesso em: 3 out. 2023.

FEYNMAN, R. P. **Lições de Física**. São Paulo: Techbooks, 2008. 1798p.

RAMALHO JR., F.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T. **Física: Os Fundamentos da Física**. São Paulo: Editora Moderna, 2015. 1000p.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica**. Rio de Janeiro: LTC, 2012. 336p.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica**. São Paulo: Editora Blucher, 2013. 394p.

GASPAR, A. **Compreendendo a Física**. São Paulo: Ática, 2013. 288p.

ZUMPANO, A.; ERCOLE, G.; BUENO, H. **Ressonância**: para além dos cursos de física. Física, Belo Horizonte, set. 2004. Disponível em: <http://www.bienasbm.ufba.br/M31.pdf>. Acesso em: 3 out. 2023.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa?**. Qurricullum, La Laguna, Espanha, p. 2-26, 2012.

NOGARO, A; GRANELLA, E. O erro no processo de ensino e aprendizagem. **Revista de Ciências Humanas da URI**, v. 5, n. 5, p. 31-56, 2004.