

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF**

**WESLEY ANTONIO COSTA RODRIGUES**

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM  
DE ONDAS MECÂNICAS NO ENSINO MÉDIO**

**TERESINA  
2022**

**WESLEY ANTONIO COSTA RODRIGUES**

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM  
DE ONDAS MECÂNICAS NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação de Mestrado/Produto Educacional apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física MNPEF - Polo 26, da Universidade Federal do Piauí (UFPI) como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

**Linha de Pesquisa:** Recursos Didáticos para o Ensino de Física.

**Orientador(a):** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Hilda Mara Lopes Araujo.

**TERESINA  
2022**

FICHA CATALOGRÁFICA  
Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Humanas e Letras  
Serviço de Processos Técnicos

R696p Rodrigues, Wesley Antonio Costa.  
Proposta de sequência didática para o ensino e aprendizagem  
de ondas mecânicas no ensino médio / Wesley Antonio Costa  
Rodrigues. -- 2022.  
123 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí,  
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF,  
Teresina, 2022.

“Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Hilda Mara Lopes Araújo.”

1. Aprendizagem Significativa. 2. Ensino Médio. 3. Estudo de  
Ondas Mecânicas. 4. Sequência Didática. I. Araújo, Hilda Mara  
Lopes. II. Título.

CDD 530.7

Bibliotecária: Francisca das Chagas Dias Leite - CRB3/1004

**WESLEY ANTONIO COSTA RODRIGUES**

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM  
DE ONDAS MECÂNICAS NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação de Mestrado/Produto Educacional apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física MNPEF - Polo 26, da Universidade Federal do Piauí (UFPI) como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física, na Linha de Pesquisa Recursos Didáticos para o Ensino de Física.

Teresina (PI), \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof(a) Dr(a). Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Hilda Mara Lopes Araújo - UFPI (Orientadora/ Presidente)

---

Prof(a). Dr(a). Maria do Socorro Leal Lopes Filho – UFPI (Examinador interno)

---

Prof(a). Dr(a). Fábio Soares da Paz - UFPI (Examinador externo)

---

Prof(a). Dr(a). Marcos Antonio Tavares Lira - UFPI (Suplente interno)

---

Prof(a). Dr(a). Neide Cavalcante Guedes - UFPI (Suplente externo)

Dedico esta dissertação aos meus pais que sempre me incentivaram e mostraram a importância de estudar; à minha esposa e filha que sempre me deram o apoio e a motivação necessária para que eu alcançasse esse importante objetivo em minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus, que me deu força e graça para concluir esta dissertação. Adicionalmente, agradeço a meus pais: Francisco Dias Coelho Rodrigues, Maria Costa Rodrigues, a minha irmã: Kaline Costa Rodrigues, a minha esposa Kiara Kelly de Almeida Moura e minha filha Alicia de Almeida Rodrigues os quais sempre me incentivaram nas horas que eu mais precisei.

Agradeço a todos os professores do MNPEF que me deram a oportunidade de aprender mais sobre a Física e, em especial, à minha orientadora Hilda Mara pela atenção, paciência e orientação para execução do presente trabalho.

Aos membros da banca, Dra. Maria do Socorro, Dr. Marcos Antônio, Dr. Fabio Soares, Dra. Neide Cavalcante, muito obrigado pelos comentários, avaliações e por todo conhecimento transmitido.

Aos meus colegas de curso que foram amigos e companheiros, no incentivo e trocas de experiências.

Enfim, meu muito obrigado a todos e a todas que direto ou indiretamente me ajudaram nesse percurso da produção da Dissertação de Mestrado/Produto Educacional.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior- Brasil (CAPES) - Código de financiamento 001.

“A menos que modifiquemos à nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”. (Albert Einstein)

## RESUMO

A Dissertação em destaque, intitulada Proposta de Sequência Didática para o Ensino e Aprendizagem de Ondas Mecânicas no Ensino Médio guiou-se pelo objetivo geral de desenvolver uma Sequência Didática, como recurso metodológico, para possibilitar a apropriação do conteúdo de ondas mecânicas por alunos do Ensino Médio. Este estudo partiu do seguinte problema: até que ponto uma Sequência Didática poderá proporcionar as condições necessárias ao processo de ensino e aprendizagem do estudo de ondas mecânicas a alunos do Ensino Médio? Assumimos como pressuposto que o uso da Sequência Didática propicia aos estudantes participar de um mundo novo nas relações entre Física e o dia a dia destes, valorizando habilidades, como reflexão e desenvolvimento de significações acerca dos conceitos trabalhados, e ainda tornando a aprendizagem mais interativa e coletiva. Como objetivos específicos, destacamos: 1) Identificar os conhecimentos prévios dos alunos do Ensino Médio sobre conceitos, as classificações e as características do estudo de ondas. 2) Desenvolver uma Sequência Didática (SD), contemplando situações problemas sobre o estudo de ondas mecânicas. 3) Verificar a partir das atividades propostas aos alunos na Sequência Didática, se houve (ou não) a apropriação dos conceitos, as classificações e suas características. A metodologia envolveu a pesquisa de campo de abordagem qualitativa e explicativa pois, ao fazer uso dessa abordagem, o pesquisador fica imerso no fenômeno estudado, elencando diferentes formas de significação e registro, com vistas a validar os dados que deseja explicitar (MOREIRA, 2011). Teve como colaboradores 15 (quinze) alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual localizada em Teresina-PI. Sobre as técnicas e instrumentos de produção de dados, a opção foi por questionários (pré-teste e pós-teste), pela observação participante e pelo diário de campo. Foi aplicada e desenvolvida uma Sequência Didática (Produto Educacional) com atividades teórico-práticas, envolvendo o estudo de ondas mecânicas, no ensino de Física. E, por último, foram analisadas as significações produzidas pelos alunos colaboradores desta pesquisa, por intermédio da aplicação de um questionário (pós-teste). Os resultados desta pesquisa revelam que a Sequência Didática, contribuiu no desenvolvimento da comunicação e dos diálogos dos alunos, facilitando a aprendizagem, despertando a curiosidade e o interesse no aluno. Ainda, é uma perspectiva metodológica que se apresenta não só como possibilidade de mediar a aprendizagem, mas também de fazer com que os alunos desenvolvam sua capacidade de analisar, de criar estratégias, de produzir significados, de abstrair e de generalizar fenômenos do cotidiano. Afirmamos que a Sequência Didática não é uma ferramenta milagrosa e que vai resolver todos os problemas de ensino e aprendizagem, e sim mais um instrumento didático que pode auxiliar professores e alunos nessa tarefa de ensinar e aprender. Entendemos que houve evidências de uma aprendizagem significativa de David Paul Ausubel (1980, 2003), haja vista que as práticas pedagógicas priorizadas e utilizadas favoreceram a mudança conceitual da estrutura cognitiva dos alunos, através da interação entre as suas ideias prévias e as novas informações.

**Palavras-chave:** Aprendizagem Significativa. Ensino Médio. Estudo de Ondas Mecânicas. Sequência Didática.

## ABSTRACT

The highlighted Dissertation, entitled Proposal for a Didactic Sequence for the teaching and learning of mechanical waves in High School, It was guided by the general objective of elaborating and developing a Didactic Sequence, as a methodological resource, to enable the appropriation of the teaching of mechanical waves to high school students. It started from the following problem: Whither can a Didactic Sequence provide the necessary conditions for the teaching and learning process of the study of mechanical waves to high school students? We assume as a presupposition that the use of the Didactic Sequence allows students to participate of a new world in the relations between Physics and their daily lives, valuing skills, such as reflection and development of meanings about the concepts worked, and also making learning more interactive and collective. As specific objectives, we highlight: 1) To identify the prior knowledge of high school students about concepts, classifications and characteristics of the study of waves. 2) To develop a Didactic Sequence (DS), contemplating problem-situations on the study of mechanical waves. 3) To check from the activities proposed to the students in the Didactic Sequence, if there was (or not) the appropriation of concepts, classifications and their characteristics. The methodology involved field research with a qualitative and explanatory approach, because when using this approach, the researcher is immersed in the phenomenon studied, listing different forms of meaning and records, with a view to validating the data he wants to explain (MOREIRA 2011). It had as collaborators 15 (fifteen) students of the 2nd year of High School from a state public school located in Teresina-PI. Regarding data production techniques and instruments, the option was for questionnaires (pretest and post-test), participant observation and field diary. A Didactic Sequence (Educational Product) was applied and developed with theoretical-practical activities, involving the study of mechanical waves, in the teaching of Physics. And, finally, the meanings produced by the collaborating students of this research were analyzed, through the application of a questionnaire (post-test). The results of this research reveal that the Didactic Sequence contributed to the development of communication and dialogues among students, facilitating learning, arousing curiosity and interest in the student. Still, it is a methodological perspective that presents itself not only as a possibility to mediate learning, but also to make students to develop their ability to analyze, to create strategies, to produce meanings, to abstract and to generalize everyday phenomena. We affirm that the Didactic Sequence is not a miraculous tool and that it will solve all teaching and learning problems, but rather a didactic instrument that can help teachers and students in this task of teaching and learning. We understand that there was evidence of significant learning by David Paul Ausubel (1980, 2003) because the prioritized pedagogical practices used favored a conceptual change in the students' cognitive structure, through the interaction between their previous ideas and new information.

**Keywords:** Meaningful Learning. High school. Study of Mechanical Waves. Following teaching.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 – Ilustração de uma onda transversal sendo originada .....   | 20 |
| Figura 2 – Ilustração de uma onda longitudinal sendo gerada .....   | 21 |
| Figura 3 – Ilustração da geração de uma onda transversal e uma onda longitudinal<br>.....                           | 21 |
| Figura 4 – Ondas: comprimento de onda e amplitude.....  | 22 |
| Figura 5 – Variação da pressão e densidade de um meio, onde C significa<br>compressão e R significa rarefação. .... | 23 |
| Figura 6 – Jogo de Tabuleiro.....   | 74 |

## LISTA DE QUADROS

|   |    |
|---|----|
| Quadro 1 – Esboço dos encontros formativos/aulas e suas ações, datas, carga horária e objetivos da pesquisa de campo..... | 51 |
| Quadro 2 – Respostas à Questão 1 do questionário semiestruturado (pré-teste) .....  | 59 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|       |  |
|-------|--|
| BNCC  | Base Nacional Comum Curricular                     |
| MNPEF | Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física |
| LDB   | Lei das Diretrizes e Bases da educação nacional    |
| PCN   | Parâmetros Curriculares Nacionais                  |
| SD    | Sequência Didática                                 |
| SEDUC | Secretaria de Educação e Cultura do Piauí          |
| TCLE  | Termo de Consentimento Livre e Esclarecido         |
| UFPI  | Universidade Federal do Piauí                      |

## SUMÁRIO

|   |     |
|---|-----|
| <b>INTRODUÇÃO</b> .....   | 14  |
| <b>2 ONDA: CONCEITO, CLASSIFICAÇÕES E SUAS CARACTERÍSTICAS</b> .....  | 19  |
| 2.1 Propagação Ondulatória.....   | 19  |
| 2.2 Características de uma Onda.....  | 22  |
| <b>3 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL ALINHADA AO ENSINO DE FÍSICA</b> .....   | 26  |
| 3.1 Estrutura Cognitiva .....   | 26  |
| 3.2 Aprendizagem Significativa .....  | 28  |
| 3.3 Aprendizagem Mecânica X Aprendizagem Significativa de David Ausubel .....   | 33  |
| <b>4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO POSSIBILIDADE DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA</b> .....  | 35  |
| 4.1 Sequência Didática como Metodologia de Ensino e Aprendizagem no Estudo de Ondas Mecânicas.....  | 35  |
| 4.2 Sequência Didática no Ensino de Física .....  | 40  |
| <b>5 OS CAMINHOS DA PESQUISA: A METODOLOGIA</b> .....   | 43  |
| 5.1 Caracterização da Pesquisa.....   | 43  |
| 5.2 Campo Empírico da Pesquisa .....  | 45  |
| 5.3 Participantes da Pesquisa.....  | 46  |
| 5.4 Sequência Didática como técnica de produção de dados .....  | 47  |
| 5.5 Procedimentos de Análise de Dados .....   | 53  |
| <b>6 OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS ACERCA DO ESTUDO DE ONDAS MECÂNICAS: Análise e discussão de dados</b> .....   | 58  |
| 6.1 As Atividades Teórico-Práticas sobre o estudo de onda mecânica.....   | 64  |
| 6.2 Significações produzidas pelos alunos a partir do desenvolvimento da Sequência Didática sobre o estudo de Onda Mecânica.....                    | 79  |
| <b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....   | 85  |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....  | 88  |
| <b>APÊNDICE A</b> – Sequência Didática (Produto Educacional) com atividades teórico-práticas sobre o estudo de ondas mecânicas no Ensino Médio..... | 92  |
| <b>APÊNDICE B</b> – Questionário (pré-teste) para avaliar conhecimentos prévios dos alunos acerca de Ondas Mecânicas. ....                          | 116 |
| <b>APÊNDICE C</b> – Questionário (pós-teste) para avaliar conhecimentos e significados desenvolvidos pelos alunos acerca de Ondas Mecânicas. ....   | 119 |
| <b>ANEXO A</b> - Termo de Consentimento e Adesão para participar como colaborador da pesquisa de Mestrado em Ensino de Física.....                  | 122 |

## INTRODUÇÃO

Na presente dissertação sob o título Proposta de Sequência Didática para o ensino e aprendizagem de ondas mecânicas no Ensino Médio, partimos do seguinte problema: até que ponto uma Sequência Didática poderá proporcionar as condições necessárias ao processo de ensino e aprendizagem do estudo de ondas mecânicas a alunos do Ensino Médio? Assumimos como pressuposto que o uso da Sequência Didática como um recurso metodológico propicia aos estudantes a participar de um mundo novo nas relações entre Física e o dia a dia destes alunos, valorizando habilidades, como reflexão e desenvolvimento de significações acerca dos conceitos trabalhados em sala de aula, o que torna a aprendizagem mais interativa e coletiva.

Delineamos como objetivo geral: desenvolver uma Sequência Didática, como recurso metodológico, para possibilitar a apropriação do conteúdo de ondas mecânicas por alunos do Ensino Médio. Como objetivos específicos, destacamos: 1) Identificar os conhecimentos prévios dos alunos do Ensino Médio sobre conceitos, as classificações e as características do estudo de ondas. 2) Desenvolver uma Sequência Didática (SD), contemplando situações-problemas sobre o estudo de ondas mecânicas. 3) Verificar a partir das atividades propostas aos alunos na Sequência Didática, se houve (ou não) a apropriação do conteúdo estudado em relação ao estudo de ondas mecânicas, conceitos, classificações e suas características.

A iniciativa para a construção de uma Sequência Didática (produto educacional) partiu da necessidade de relacionarmos os conceitos, as classificações e suas características com a prática do ensino de Física (teoria e prática), a fim de que o aluno diferencie o conhecimento de senso comum do conhecimento formal, visto que os professores e os livros didáticos em geral transmitem um conhecimento científico pronto sem a preocupação de relacioná-lo ao conhecimento das experiências cotidianas que o aluno já possui. Desta forma, a construção da Sequência Didática originou-se da experiência prática vivenciada com uma turma de alunos do segundo ano de uma escola da Rede Estadual do Piauí, localizada na cidade de Teresina, no contexto do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), polo UFPI.

Nesta experiência, utilizamos na Sequência Didática atividades teórico-práticas no conteúdo de ondas mecânicas, visto que foi resultado do trabalho de pesquisa, sob

mediação do professor, acerca dos conteúdos da unidade trabalhada, composta de: questionários (pré-teste e pós-teste), observação participante e pesquisa de campo.

Tecidas essas considerações, relato minha experiência como estudante e professor na rede Estadual do Piauí. Há exatamente 19 (dezenove) anos tinha apenas 15 (quinze) anos e, na época fazia o 1º Ano do Ensino Médio. Percebemos em tal relação o quanto a Física é uma disciplina de notável relevância para a formação geral do educando, com isso, trata-se de um amplo espectro de saberes que são indispensáveis ao exercício da cidadania, por visto que a ciência da natureza explica o funcionamento do mundo físico através de leis e princípios nos quais se apoia uma vasta rede de especialidades, como a engenharia, a medicina, a economia e tantos outros (MORAES; ARAÚJO, 2012). Nesta perspectiva, é inegável a importância da Física dentro do currículo da educação básica, uma vez que ela oferece a possibilidade de o educando posicionar-se diante de questões de interesse político e social, que requeiram domínio de técnicas e processos de produção de bens e serviços.

Diante dessas considerações, como professor de Física por 10 (dez) anos na rede pública de ensino, observei que o ensino de Física, muitas vezes, mostra-se tradicionalista no sentido de que os alunos apresentam-se como expectadores do conhecimento, ou seja, comportam-se de forma passiva adotando a posição de tomador de notas. Não é proporcionado para o aluno a oportunidade de demonstrar os conhecimentos que possui (conhecimentos prévios) acerca do conteúdo discutido. Com isso, quase sempre, passa a ser um repetidor das informações e fórmulas fornecidas pelo professor (RABELO, 2013).

Durante minha trajetória como aluno ou professor encontrei vários desafios que mostraram o quanto é importante ensinar Física com outras metodologias. Como aluno, tive alguns professores com um ensino totalmente tradicional. Como professor, observei que os alunos não tinham interesse pela disciplina, pois a consideravam difícil, com aplicação de muitas fórmulas matemáticas sem relação nenhuma com o seu cotidiano. Sentimos então, a necessidade de desenvolver um estudo de pesquisa que chamasse atenção dos alunos no que concerne aprender o conteúdo de Física de forma interativa e coletiva.

Nessa perspectiva, os Parâmetros Curriculares Nacionais apontam para a necessidade de possíveis modificações no ensino de ciências. Dentre as mudanças,

o documento propõe que o aluno não só adquira o conhecimento conceitual, mas também atitudes e procedimentos (BRASIL, 2001).

Atualmente, para que o ensino consiga conjugar harmoniosamente a dimensão conceptual é preciso uma aprendizagem disciplinar com extensão formal e cultural. O conteúdo curricular ganha novas dimensões ao antigo entendimento do conceito de conteúdo. Passa a incluir, além da dimensão conceitual, as dimensões procedimentais e atitudinais (CARVALHO, 2006).

Nesse sentido, o pressuposto que defendemos neste estudo é com base na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. O resultado da interação que ocorre entre a nova informação a ser aprendida e a estrutura cognitiva existente é uma assimilação de velhos e novos significados que contribuem para a diferenciação dessa estrutura. A teoria da aprendizagem de Ausubel (AUSUBEL, NOVAK E HANESIAN, 1980; AUSUBEL, 2003) se propõe a lançar as bases para a compreensão de como o ser humano constrói significados e, desse modo, apontar caminhos para a elaboração de estratégias de ensino que facilitem uma aprendizagem significativa.

Nessa visão, a importância de se utilizar uma Sequência Didática como ferramenta para a aprendizagem no ensino de ondas mecânicas está relacionada a complexidade dos conceitos e fenômenos estudados nos livros didáticos que parecem ter uma abordagem científica que provoca contradição do mundo real em que convive, ou seja, muitas vezes foge do senso comum. Conforme sustentam Pereira e Aguiar (2006), as novas práticas pedagógicas são necessárias para que o quadro de desinteresse, gerado pela má qualidade de ensino, seja alterado. Portanto, ao perceber as dificuldades dos estudantes na compreensão sobre a primeira lei de Newton, por exemplo, foram realizadas mudanças na estratégia de ensino, utilizando materiais manipuláveis, como jogos e vídeos, para facilitar a aprendizagem.

Desse modo, a maneira de situar atividades, permite realizar identificações ou caracterizações preliminares da forma de ensinar. Em qualquer caso, o processo da prática educativa em diversos componentes tem certo grau de artificialidade, explicável pela dificuldade que representa encontrar um sistema interpretativo que permita o estudo conjunto e inter-relacionado de todas as variáveis que incidem no processo de estudo de ondas mecânicas (ZABALA, 2002).

Apesar de haver estudos como os de Cachapuz (2005), Carvalho e Pérez (2007), Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007), dentre outros, apontando para a necessidade de uma renovação do ensino de ciências, repensando suas bases políticas e filosóficas, ainda é possível identificar em muitas escolas, um ensino de Física com traços que se alinham ao paradigma racionalista, onde os estudantes desempenham o papel de receptores de conhecimentos pré-concebidos, aceitos como verdades universais (MORAES, 1997).

Para Moraes e Araújo (2012) essa abordagem contribui para que se amplie entre os educandos um ideário que desvirtua a real finalidade da Física, de modo que ela deixa de ser percebida como um conhecimento relevante para sua formação geral e passe a ser vista como um emaranhado de fórmulas matemáticas, desconexas do mundo real experimentado diariamente por eles. Esclarecem, ainda, que, em suas tentativas de gerenciar a situação, o professor dificilmente vê forma de mudar o curso de sua ação, pois, compelido por uma série de forças burocráticas, que ditam como sua aula deva ser, acaba reproduzindo o modelo de ensino que lhe foi ofertado quando estudante.

A partir das considerações anteriores, apresentamos nesta pesquisa a Sequência Didática para o ensino de Física no Ensino Médio, que oriente o trabalho docente durante o processo de ensino e aprendizagem dessa disciplina, compreendendo este recurso como potencial promotor de interlocução entre os conteúdos da Física e o dia-a-dia dos alunos.

No que concerne ao percurso metodológico que guiou esta pesquisa, nossa opção pela abordagem qualitativa considerou a natureza social do objeto de estudo, cuja compreensão passa necessariamente pela interpretação da realidade, a partir de vivências às quais o pesquisador atribui sentidos, que se desvelam nas relações recíprocas dos sujeitos envolvidos na construção do conhecimento (GIL, 2008).

Neste sentido, esse tipo de pesquisa visa identificar fatores e suas relações com a ocorrência de fenômenos. Segundo Minayo (2010) a pesquisa qualitativa trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis. Conforme a autora, esse tipo de abordagem foi inicialmente aplicado em estudos de

Antropologia e Sociologia, como contraponto à pesquisa quantitativa dominante, tendo em vista alargar o seu campo de atuação a áreas como a Psicologia e a Educação.

Esta compreensão acaba por aclarar o percurso metodológico que delineamos para esta pesquisa, em que a observação de todo o processo permitiu que fossem evidenciados nas atitudes, gestos e procedimentos dos participantes, frente a inclusão da Sequência Didática no seu processo de ensino-aprendizagem, novas formas de se relacionar como o mundo da Física (BEHRENS, 2011).

As experiências vivenciadas com os alunos participantes da pesquisa subsidiaram construção de uma proposta de Sequência Didática envolvendo estudo de ondas como recurso metodológico no Ensino de Física, direcionado a professores e alunos de Física, o qual, por sua vez, se constitui em um produto educacional, associado ao programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), da Sociedade Brasileira de Ensino de Física (SBEF), polo UFPI.

O trabalho está organizado em capítulos, da forma como segue. Introdução: nesta parte delineamos a questão de partida, o pressuposto, objetivo geral e específicos, a justificativa, aspectos da base epistemológica e metodológica e produto da pesquisa.

O segundo capítulo aborda o Estudo das Ondas Mecânicas, dando ênfase aos conceitos, as classificações e as suas características. O terceiro capítulo contempla a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel alinhado ao ensino de Física, o quarto capítulo trata da Sequência Didática como possibilidade de aprendizagem significativa.

Sobre o caminho metodológico elaborado para esta investigação e Produto Educacional, foi dedicado o quinto capítulo. E, especificamente, sobre a análise e discussão dos dados, reservamos o sexto capítulo. Por fim, no sétimo capítulo, são apresentadas as Considerações Finais, momento em que fizemos uma síntese deste estudo, a partir das reflexões dele decorrentes, explicitando a resposta do problema de pesquisa.

## **2 ONDA: CONCEITO, CLASSIFICAÇÕES E SUAS CARACTERÍSTICAS**

Neste capítulo, abordaremos o conceito de ondas de uma forma geral, tendo em vista à evolução das tecnologias da informação e da comunicação do mundo em que vivemos. Além disso, será feita uma exposição das várias formas de ondas mais comuns no cotidiano e suas características.

### **2.1 Propagação Ondulatória**

Conforme os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa, os conceitos, em geral, são elaborados e desenvolvidos a partir da utilização do termo subsunçor, em que Ausubel define como algo específico na estrutura de conhecimento do aprendiz, mesmo que seja superficial, o subsunçor servirá para ancorar uma nova aprendizagem, ou seja, para que ocorra o desenvolvimento de subsunçores é preciso o uso de organizadores prévios que nada mais são do que materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido fazendo com que o aluno seja levado a manipular a sua estrutura cognitiva.

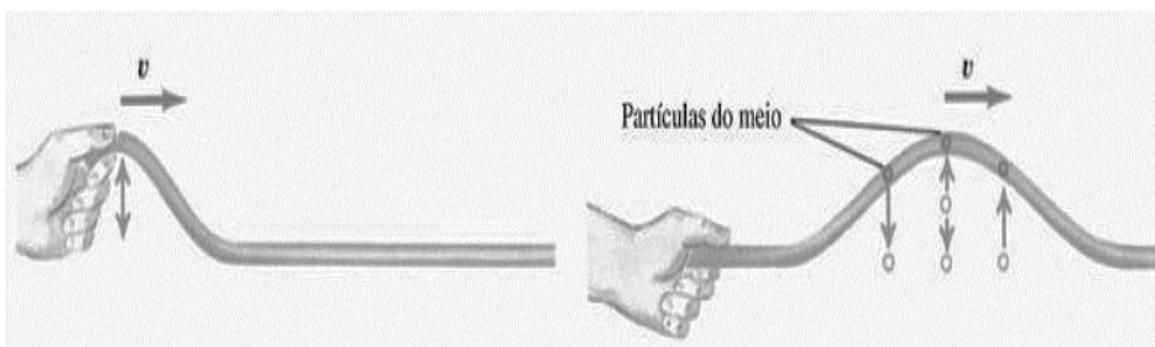
Especificamente sobre o conceito de onda, o aluno está em qualquer situação que destaca os movimentos e as ondas. Então quando é solicitado ao aluno para que defina o termo onda é esperado que ele possua um conhecimento prévio formado e que precisa desenvolver uma ancoragem para a nova aprendizagem científica através de uma aprendizagem significativa.

Dentre os estudos realizados na Física destaca-se o tema envolvendo vibrações e oscilações. Isso porque os fenômenos ondulatórios estão presentes em muitas situações cotidianas, como uma música, que chega aos nossos ouvidos, ou mesmo uma pessoa aproveitando das oscilações das ondas para surfar, ou ainda um sinal sendo captado por um celular. Além disso, os fenômenos ondulatórios possuem uma infinidade de aplicações tecnológicas como em um aparelho de raios X, em um micro-ondas, nos radares, nos satélites, nos aparelhos celulares, entre outros (YOUNG; FREEDMAN, 2003). Soma-se a isso o fato que o conteúdo de ondas é amplamente utilizado nas mais variadas Ciências, tanto na Física, como na Química, Biologia, Medicina, entre outras (YOUNG; FREEDMAN, 2003).

Uma onda surge quando uma perturbação é realizada num meio qualquer e se propaga provocando uma perturbação em um sistema antes em equilíbrio. Essas vibrações e oscilações podem se espalhar em meios elásticos, como o caso de ondas mecânicas, e também no vácuo, nesse último caso sendo classificadas como ondas eletromagnéticas, que não precisam de um meio material para se propagar (YOUNG; FREEDMAN, 2003).

Quando uma onda se desloca em um determinado meio provoca uma perturbação nas partículas que constituem o mesmo. Essas vibrações podem ocorrer de diferentes formas, originando as ondas transversais e as ondas longitudinais (SERWAY; JEWETT JR., 2016). Uma onda transversal pode ser produzida com a utilização de uma corda com uma das suas extremidades fixa, e a outra livre para a movimentação. Quando movimentos sucessivos são realizados nessa corda, ela se põe a vibrar da mesma forma que o movimento de origem provocando uma perturbação que se estende por todo o comprimento da mesma, fazendo com que as partículas que a compõem vibrem perpendicularmente a direção da propagação da perturbação originando assim uma onda transversal, conforme ilustra a Figura 1.

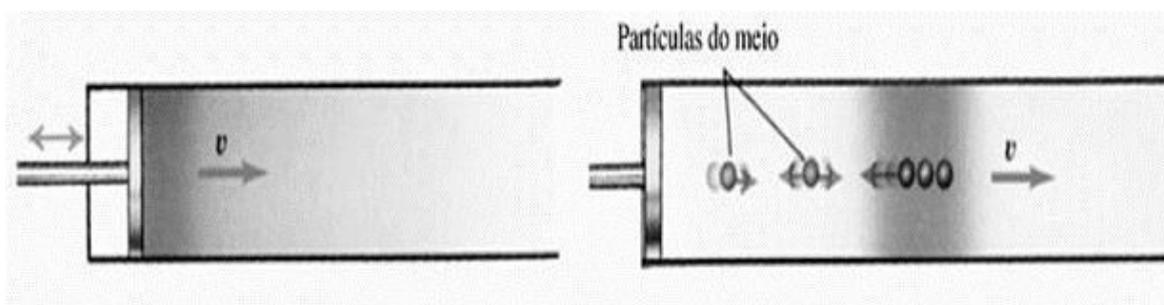
**Figura 1** - Ilustração de uma onda transversal sendo originada



Fonte: Young e Freedman (2003).

Uma das formas de gerar uma onda longitudinal é utilizando um recipiente cheio de gás com uma de suas extremidades lacrada para que o gás não escape, e na outra extremidade um pistão livre para poder ser movimentado. A medida que esse pistão é puxado e depois empurrado as partículas que compõem o meio passam a vibrar na mesma direção da propagação da perturbação, como ilustrado na Figura 2.

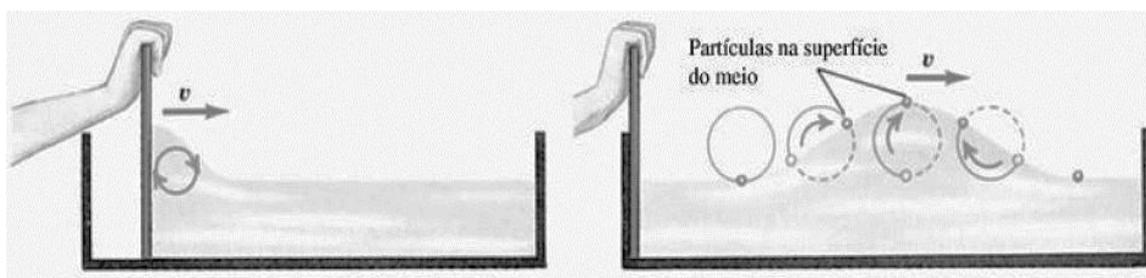
**Figura 2** - Ilustração de uma onda longitudinal sendo gerada.



Fonte: Young e Freedman (2003).

Ainda, existem situações em que é possível obter ondas longitudinais e ondas transversais no mesmo meio. A Figura 3 ilustra um desses casos, onde um recipiente cheio de líquido possui uma placa submersa que pode ser movimentada para frente e para trás. Quando a placa é empurrada para frente o líquido se movimenta e as partículas que o compõem realizam vibrações perpendiculares em relação a direção da propagação da onda e na mesma direção do espalhamento, produzindo, assim, ondas longitudinais e transversais que se sobrepõem (SERWAY; JEWETT JR., 2016). Com isso, pode-se concluir que as ondas tanto transversais como longitudinais são movimentos ondulatórios que se espalham transportando energia para diferentes pontos sem transportar a matéria (SERWAY; JEWETT JR., 2016).

**Figura 3** – Ilustração da geração de uma onda transversal e uma onda longitudinal.



Fonte: Young e Freedman (2003).

Nas ilustrações acima, as ondas transversais e longitudinais se propagam com uma certa velocidade ( $v$ ) comumente chamada de velocidade da onda (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2015). Essas ondas podem ainda ser periódicas, isso quer dizer que suas oscilações são repetidas em intervalos de tempos iguais, originando assim algumas características que permitem diferenciar uma onda da outra.

## 2.2 Características de uma Onda

Primeiramente tem-se a amplitude ( $A$ ), também chamada de crista da onda, que é o deslocamento máximo do ponto de equilíbrio; outra característica que surge é o período ( $T$ ) correspondente ao tempo para se completar um único ciclo, ou ainda a frequência ( $f$ ), que mede a quantidade de ciclos repetidos em certo intervalo de tempo (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2015).

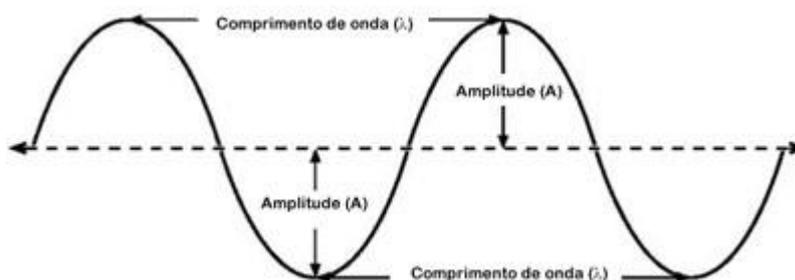
As características de frequência e período são inversas uma da outra, isso porque, o aumento do período diminui a frequência ( $T = 1/f$ ) sendo a unidade do período no Sistema Internacional (SI) o segundo (s). Já, o aumento da frequência diminui o período ( $f = 1/T$ ) a unidade da frequência no SI é o hertz (Hz). A onda também pode ser classificada por sua frequência angular ( $\omega$ ) que corresponde a variação da grandeza angular ( $\omega = 2\pi f$ ), com a unidade no SI dada em radianos por segundos (rad/s) (SERWAY; JEWETT JR., 2016).

Por fim, a distância entre duas cristas, ou duas amplitudes máximas, é chamada de comprimento da onda ( $\lambda$ ), como ilustra a Figura 4. Assim, com as características definidas, pode-se representar as ondas por uma função matemática. Para ondas senoidais a função pode ser escrita da seguinte forma:

$$y(x,t) = A \text{ sen } (Kx - \omega t) \quad (1)$$

onde  $A$  é a amplitude da onda,  $K$  é o número de onda ( $K = 2\pi/\lambda$ ),  $\omega$  é a frequência angular (YOUNG; FREEDMAN, 2003).

**Figura 4** – Ondas: comprimento de onda e amplitude

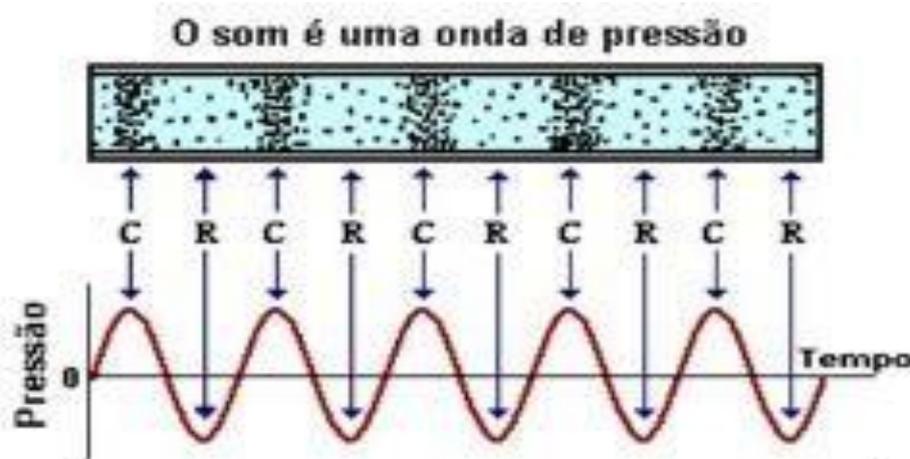


**Fonte:** Disponível em: [www.explicatorium.com/cfq-8/caracteristicas-das-ondas.html](http://www.explicatorium.com/cfq-8/caracteristicas-das-ondas.html). Acesso em: 15 set. 2020.

As ondas ainda podem ser classificadas em unidimensionais propagando-se em direção única (x); bidimensionais, onde a propagação será em duas direções (x, y); e tridimensionais, com propagação em três direções (x, y, z) (SERWAY; JEWETT JR., 2016).

Quanto ao tipo de onda, podemos exemplificar aqui as ondas sonoras que podem ser produzidas de várias formas, como por exemplo, uma pessoa cantando, ou tocando um instrumento musical. Essas vibrações realizadas provocam uma perturbação nas moléculas que compõem o ar, fazendo com que elas vibrem da mesma forma que a fonte. Se fosse possível utilizar um microscópio, seria possível observar essa propagação se expandido em diversas direções, produzindo variações da pressão do ar e da densidade do meio (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2015).

**Figura 5** - Variação da pressão e densidade de um meio, onde C significa compressão e R significa rarefação.



Fonte: <http://slideplayer.com.br/slide/328494/>

Conforme ilustra a Figura 5, essa variação na pressão e densidade cria zonas de rarefação e compressão do ar, produzindo as ondas sonoras, que se dividem em três faixas de frequência.

Os sons audíveis que compreendem a faixa de 20 até 20 kHz, os infrassons que estão abaixo dos 20 Hz, e os ultrassons acima dos 20 kHz. Dentre as ondas mecânicas, as ondas sonoras se classificam como uma das mais importantes, podendo se propagar em diferentes meios com velocidades variadas dependendo das propriedades do mesmo (SERWAY; JEWETT JR., 2016).

Para calcular a velocidade de uma onda transversal em uma corda temos a seguinte relação:

$$v = \sqrt{F / \mu} \quad (2)$$

Onde  $F$  é a tensão que a corda fica submetida, e  $\mu$  é a densidade linear. Já a velocidade de uma onda longitudinal em um fluido é dada por:

$$v = \sqrt{B / \rho} \quad (3)$$

Onde  $B$  é o módulo de compressão volumétrica, e  $\rho$  a densidade do meio. Por fim, a velocidade de uma onda longitudinal em um meio sólido é dada por:

$$v = \sqrt{Y / \rho} \quad (4)$$

Onde  $Y$  é o módulo de Young e  $\rho$  a densidade.

É importante destacar que a velocidade do som varia com o aumento da temperatura, por isso, nos dias quentes as ondas sonoras se propagam com maiores velocidades, enquanto que nos dias frios com velocidade menor; além disso, nos gases as ondas sonoras se propagam com menor velocidade em relação ao meio líquido (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2015).

Uma pessoa consegue diferenciar um som de outro por meio da intensidade sonora, da altura e do timbre do som. A altura do som está relacionada com a frequência, possibilitando distinguir os sons graves dos agudos. O timbre permite diferenciar os sons produzidos por diversos instrumentos ou fontes considerando os diversos harmônicos que o constituem (SERWAY; JEWETT JR., 2016).

A intensidade sonora ( $I$ ) está relacionada com a amplitude, que permite distinguir um som forte de um som fraco. Além disso a intensidade de uma onda sonora é a taxa média de energia que atravessa uma determinada superfície, ou é absorvida pela mesma.

$$I = P / A \quad (5)$$

Onde  $P$  é a transferência de energia da onda sonora e  $A$  é a área da superfície (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2015).

Quanto ao tipo de ondas eletromagnéticas o primeiro cientista a propor a existência de ondas eletromagnéticas foi James Clark Maxwell (1864), mas o primeiro a comprovar experimentalmente a existência de tais ondas, por meio de circuitos oscilantes, foi Heinrich Rudolf Hertz (1887). Do trabalho de Maxwell chega-se à conclusão que uma carga oscilando cria ao seu redor um campo elétrico variável ( $E^{\rightarrow}$ ), por sua vez, esse campo oscilante produz um campo magnético variante ( $B^{\rightarrow}$ ), a consequência é que um novo campo elétrico ( $E^{\rightarrow}$ ) variável é produzido gerando um outro campo magnético ( $B^{\rightarrow}$ ) variável, e assim sucessivamente. Essas repetições de campos se propagando em um meio material, ou no vácuo, são denominadas de ondas eletromagnéticas (HALLIDAY, RESNICK e WALKER, 2015).

Maxwell, mostrou que a velocidade da propagação dessas ondas eletromagnéticas no vácuo, é igual a velocidade da luz ( $c$ ). Assim, tem-se a definição:

$$c = \sqrt{1 / \mu_0 \epsilon_0} \quad (6)$$

Onde  $\mu_0=4\pi 10^{-7} \text{ N/A}^2$  é a permeabilidade magnética e  $\epsilon_0=8,8510^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$  é a permissividade elétrica. Maxwell realizou cálculos e chegou ao valor de  $c=3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$ , concluindo que a luz é uma onda eletromagnética que se propaga no espaço variando os campos elétricos e magnéticos perpendicularmente (HALLIDAY;RESNICK;WALKER,2015).

As descrições matemáticas das ondas eletromagnéticas são parecidas com as das ondas mecânicas. Elas possuem comprimento de onda, frequência, amplitude, e sentido de propagação definidos pelos campos elétricos e magnéticos e se caracterizam por serem ondas transversais.

### **3 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL ALINHADO AO ENSINO DE FÍSICA**

Neste capítulo, apresentamos a importância da aprendizagem cognitiva e da estrutura cognitiva para a aprendizagem dos alunos e também a Teoria da Aprendizagem Significativa no ensino dos conteúdos de Física, destacando suas implicações do processo de ensino e aprendizagem para a produção de uma Sequência Didática que propicie a compreensão do estudo de ondas mecânicas para os alunos do Ensino Médio.

Desse modo, destacamos a importância da Aprendizagem Significativa e as contribuições para o processo de ensino aprendizagem em conformidade com os aportes teóricos de David Ausubel (2003) para a educação. Seus estudos evidenciam que a aprendizagem pode contribuir para melhorar o ensino da física e, assim, ajudar os estudantes no desenvolvimento não só como alunos, mas como ser humano, preparando-os para a vida.

#### **3.1 Estrutura Cognitiva**

De acordo com David Paul Ausubel (1989), a Teoria da Aprendizagem Significativa é uma teoria cognitivista e procura explicar os mecanismos internos que ocorrem na mente humana com relação ao aprendizado e à estruturação do conhecimento. Para o autor, a aprendizagem significa organização e integração do material na estrutura cognitiva. Admite a existência de uma estrutura na qual a organização e a integração de idéias se processam. A experiência cognitiva é caracterizada por um processo de integração no qual os conceitos novos interagem com os já existentes na estrutura cognitiva, integrando o novo material e, ao mesmo tempo, modificando-se.

Vale ressaltar o movimento cognitivista que surgiu nos anos de 1950, em reação as ideias do Behaviorismo norte-americano e o Mentalismo europeu, propondo que além do estímulo e a emissão de uma resposta tem que considerar os processos mentais que ocorrem dentro do organismo tornando assim o ser humano um ser ativo no seu processo de aprendizagem. Portanto, de acordo com Moreira (1999, p. 15) “[...] o foco deveria estar nas chamadas variáveis intervenientes entre estímulos e

respostas, nas cognições, nos processos mentais superiores [...]”.

Alguns desses modelos mentais, segundo Tavares (2016), são representações psicológicas de situações reais, hipotéticas ou imaginárias. Cientistas cognitivistas argumentam que a mente constrói modelos mentais como uma consequência da percepção, imaginação, conhecimento e compreensão do discurso.

Nessa perspectiva, supõe que modelos mentais exerçam papel unificador e central na representação de objetos, estado de coisas, sequência de eventos, a maneira como o mundo é, atitudes sociais e psicológicas no dia a dia, pois permitem que pessoas possam fazer inferências e previsões, entendam fenômenos, que atitude tomar e como controlar sua execução, participar de conceitos através de animações que valorizem aquilo que o estudante já sabe, dentro do que se chama de estrutura cognitiva, que é o armazenamento de informações relevantes dentro da mente.

Para Moreira (2006), existem três tipos gerais de aprendizagem: cognitiva, afetiva e psicomotora. A primeira que podemos destacar é a cognitiva que resulta no armazenamento organizado de informações na mente daquele que aprende, ou seja, a aprendizagem cognitiva é o processo de armazenamento e organização da aprendizagem. Assim, quando um aluno que está estudando Ondas Mecânicas consegue armazenar e organizar as ideias a respeito desse conteúdo, dizemos que houve a aprendizagem cognitiva.

Desse modo, a aprendizagem afetiva resulta de sinais internos ao indivíduo e podemos citar a dor, o prazer, a satisfação, o descontentamento, a alegria, a ansiedade. Algumas dessas experiências afetivas acompanham sempre as experiências cognitivas, assim a aprendizagem afetiva é concomitante com a aprendizagem cognitiva.

A psicomotora é aquela que envolve respostas musculares adquiridas mediante ao treino e à prática. Assim, para uma pessoa aprender alguma habilidade psicomotora, ela precisa de uma série de conceitos aprendidos cognitivamente antes mesmo desse aprendizado psicomotor. Para Ausubel dentre às três aprendizagens, a mais importante é a cognitiva, pois, segundo ele, a aprendizagem cognitiva é aquela que resulta no armazenamento organizado de informações na mente do ser que aprende, e esse complexo organizado é conhecido como estrutura cognitiva (MOREIRA, 2006).

Nessa estrutura cognitiva, ancoram-se novos conceitos e ideias de que uma pessoa vai progressivamente internalizando, aprendendo. Toda estrutura cognitiva tem pontos de ancoragem, novos conceitos vão se ligar a esses pontos de ancoragem e a partir desse contato vão se reordenar e assim ocorrerá o aprendizado.

A aprendizagem consiste na ampliação da estrutura cognitiva através da incorporação de novas ideias a ela. Portanto, a proposta de construção de uma Sequência Didática deve valorizar a estrutura cognitiva do aprendiz, com conceitos físicos que tenham relação e significado relevante com aquilo que o aprendiz detém de conhecimento prévio, entendendo o que Ausubel chama de Aprendizagem Significativa.

### **3.2 Aprendizagem Significativa**

David Ausubel (1968) apresenta uma teoria, as quais este trabalho adota como base, cuja essência do processo de aprendizagem significativa consiste em que ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas ao que o aprendiz já conhece ou que apresente aspecto relevante na sua estrutura de conhecimento. Para o Autor, o material a ser estudado, precisa ser potencialmente significativo para o aprendiz, ou seja, estar relacionado de forma não arbitrária a sua estrutura de conhecimento.

O conceito desenvolvido por Ausubel (1968), procura explicar os mecanismos internos que ocorrem na mente humana com relação ao aprendizado e à estruturação do conhecimento. Isso ocorre quando ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva com conhecimentos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. Dessa maneira, quanto mais sabemos mais aprendemos, por que o que mais influência na aprendizagem é o que o aluno já sabe, ou seja, sua estrutura cognitiva.

Dessa forma, a aprendizagem é influenciada por fatores externos e internos, como materiais ou assuntos já mencionados pelos educadores e fatores afetivos e cognitivos como a curiosidade e pré-disposição do próprio aluno em aprender. Um dos principais fatores externos está relacionado ao papel dos professores na proposição de situações que favoreçam a aprendizagem. O conteúdo a ser ensinado deve ser potencialmente significativo. O educador deve averiguar se o aprendiz possui conhecimentos prévios, para assim inserir novas informações que serão acopladas na

estrutura cognitiva (AUSUBEL, 1968).

Ensinar, de acordo com Ausubel (1968), sem levar em conta o que o aluno já sabe, é um esforço vão, pois o novo conhecimento não tem onde se ancorar, mas há outro requisito, que se refere ao desafio diário de tornar a escola um ambiente motivador. Pode-se preparar a melhor atividade, no entanto é o aluno que determina se houve ou não a compreensão do tema. De nada adianta desenvolver uma aula divertida se ela for encaminhada de forma automática, sem possibilitar a reflexão e a negociação de significados.

Esta proposta educacional teve como base o processo de ensino de Física a partir da utilização de atividades teóricas-práticas que exploram uma participação ativa, proporcionando uma interação dos alunos na construção do seu próprio conhecimento.

Com o objetivo de tornar as aulas de física mais motivadoras e facilitadoras de aprendizagem, utilizou-se uma SD com propostas de aulas teórico-práticas investigativas baseadas no conceito de aprendizagem significativa com a concepção de interação, participação, debates, fazendo com que as aulas se tornassem mais interessantes e os alunos conseguissem perceber a sua importância e vivenciar os conceitos e as características, inseridos no estudo de ondas, e desta forma aprender, compreender e relacionar o conteúdo com o meio a sua volta.

O trabalho científico educacional de Ausubel, voltado para aprendizagem aborda que “o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigue isso e ensine-o de acordo” (MOREIRA, 2016, p. 64). Para que ocorra a aprendizagem significativa são necessárias três condições relevantes, são elas: i) Conhecimentos prévios; ii) Material potencialmente significativo; iii) Disposição para aprender.

A construção da Sequência Didática é uma proposta que visa atingir as três principais necessidades apontadas por Ausubel para se adquirir uma aprendizagem realmente significativa. A utilização da Sequência Didática visa facilitar o aprendizado dos conceitos, as classificações e características do estudo de Ondas através do jogo de Tabuleiro, vídeos, simuladores e textos, dispondo de uma Sequência Didática que contemple esses conceitos de forma organizada e considere os conhecimentos prévios do aprendiz. E por fim, a Sequência Didática é dinâmica e interativa,

despertando no aprendiz o interesse e motivação pelo material metodológico.

Os conhecimentos prévios, denominados por Ausubel de subsunçores, “são adquiridos por formação de conceitos, criando, assim, condições para a assimilação de conceitos, a qual passa a predominar em crianças mais velhas e adultas” (MOREIRA, 2016, p. 12). Quando não existem subsunçores na estrutura cognitiva do aprendiz, Ausubel propõe uma organização de conhecimentos, chamados de organizadores prévios, para que sirvam de base receptiva, isto é, ancoradouro para o novo conhecimento. Os organizadores prévios são informações mais abstratas e generalizadas do que o material a ser aprendido, por exemplo, os sumários e mapas conceituais. Tais conceitos, foram abordados previamente na SD, diante da apresentação do conteúdo e dos testes aplicados aos alunos envolvidos. (MOREIRA, 2016).

Nesta primeira condição, podemos observar que o professor pouco controla o processo de aprendizagem dos alunos, as atividades propostas não lhes permitem saber de que conhecimentos prévios dispõem. O professor supõe que todos os alunos sabem do que necessitam para esta unidade, ou prescinde deste conhecimento. Em todo caso, podemos supor que parte do resultado da última avaliação. Se esta informação é insuficiente, certamente bastaria introduzir urna atividade inicial, por exemplo, um diálogo ou debate sobre o tema, que facilitasse informar-se sobre os conhecimentos dos alunos para que servisse como ponto de partida da exposição.

Segundo Ausubel (1978), a principal função do organizador prévio é servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber para que possa aprender significativamente a tarefa com que se depara. Em outras palavras, pode-se afirmar que a principal função dos organizadores prévios é organizar um conjunto de informações para preenchimento do vazio cognitivo, preparando o aprendiz para recepcionar o que precisa aprender, dessa forma entende-se que o indivíduo obteve a aprendizagem significativa.

É importante frisar que o organizador prévio depende, de acordo com Ausubel, da natureza do material de aprendizagem, da idade do aprendiz e do grau de familiaridade que este já tem com o assunto a ser aprendido. Não se pode, portanto, dizer, em termos absolutos, se um determinado material é, ou não, um organizador prévio sem levar em conta essas peculiaridades do aprendiz (MOREIRA, 2016).

Como foi mencionado, a segunda condição para que se tenha uma aprendizagem significativa diz respeito ao material a ser estudado, que precisa ser potencialmente significativo.

Cordazzo e Vieira (2007) defendem que utilizar a brincadeira como um recurso é aproveitar a motivação interna que as crianças têm para tal comportamento e tornar a aprendizagem de conteúdos escolares mais atraente. Os autores ressaltam que a brincadeira cria as zonas de desenvolvimento proximal e que estas proporcionam saltos qualitativos no desenvolvimento e na aprendizagem.

O grau de complexidade da exposição e o número de variáveis interrelacionadas que se utilizem determinarão a dificuldade da compreensão. Se à exposição não se acrescentam atividades de diálogo com os alunos ou entre eles, que permitam nos darmos conta da conveniência dos novos conteúdos, tanto em relação às dificuldades de compreensão como a sua capacidade, será um processo sem controle, no qual a aprendizagem dependerá apenas da capacidade pessoal de cada um dos alunos.

Em reflexão sobre a relevância do brincar no desenvolvimento escolar, Teixeira e Volpini (2014) trazem que na educação é importante que os alunos convivam em ambientes que possam manipular objetos, brinquedos ou jogos e interagir com os demais alunos para que principalmente possam debater e aprender, pois com a comunicação junto com um material potencialmente significativo gera uma sistemática de aprendizado. É importante frisar que o material potencialmente significativo é diferente, e não pode ser chamado de material propriamente dito significativo, ou seja, não se pode afirmar que determinados livros, apostilas, slides, problemas e aulas são significativos. Porque o significado está no aprendiz e não na ferramenta de aprendizagem, ou seja, é o aprendiz que atribui significado.

A motivação para a aprendizagem não decorre da sequência em si mesma, ao menos neste caso, já que tal como está descrita não conta com nenhuma atividade prévia à exposição para despertar o interesse dos alunos. O fato de que seja mais ou menos interessante dependerá da forma e das características da exposição. A maneira de fazê-la, o tipo de relações e cumplicidades que se estabelecem entre professor e aluno, os exemplos, a empatia e o grau de comunicação são as cartas de que o professor pode dispor, numa sequência deste tipo, para fomentar o interesse pela aprendizagem.

O terceiro critério de condição de aprendizagem significativa é chamado de disposição de aprender. Dessa forma, é necessário que o aprendiz manifeste uma disposição para relacionar, de maneira substantiva e não arbitrária, o novo material, potencialmente significativo, à sua estrutura cognitiva. Com isso, a abordagem do estudo de ondas mecânicas, ora feito de forma “tradicional”, despertando a curiosidade e o critério da disposição da aprendizagem (MOREIRA, 2016).

Para Moreira (2011), a partir das discussões postas enfatizamos que a aprendizagem significativa possui três modalidades, que são:

- Aprendizagem representacional;
- Aprendizagem de conceitos;
- Aprendizagem proposicional.

Na primeira modalidade de aprendizagem – a representacional, trata-se de uma associação simbólica, enquanto as demais dependem dela. Tal modalidade de aprendizagem:

[...] envolve a atribuição de significados a determinados símbolos (tipicamente palavras), a identificação, em significado, de símbolos com referentes (objetos, eventos, conceitos). Os símbolos passam a significar, para o indivíduo, aquilo que seus referentes significam (MOREIRA, 2011, p. 38).

Diante disso, a identificação dos significados (aprendizagem representacional) pode ser relacionado com a apresentação dos elementos expostos na Sequência Didática (Produto Educacional) ao estudo de ondas mecânicas, como as grandezas físicas e suas respectivas unidades de medidas. Será imprescindível para prosseguir com a aprendizagem, além de desenvolver o estudo com imagens explicativas e exemplos práticos alternativos.

A segunda modalidade, a aprendizagem de conceitos é uma extensão da primeira em que, também, são “representados por símbolos particulares, porém, são genéricos ou categóricos já que representam abstrações dos atributos criteriosais (essenciais) dos referentes, representam regularidades em eventos ou objetos”. Ou seja, os conceitos de ondas pode ser transportado ou relacionado a imagens gráficas ou até exemplos reais do cotidiano (MOREIRA, 2016).

A última modalidade, a aprendizagem proposicional, necessita do conhecimento prévio dos conceitos e símbolos. Isto porque “contrariamente à

aprendizagem representacional, a tarefa não é aprender significativamente o que palavras isoladas ou combinadas representam, e sim aprender o significado de ideias em forma de proposição” (MOREIRA, 2016).

Naturalmente, no ensino, o que se pretende é que o aluno atribua aos novos conhecimentos veiculados pelos materiais de aprendizagem, os significados aceitos no contexto da matéria de ensino, mas isso, normalmente, depende de um intercâmbio além de uma negociação de significados, que pode ser bastante demorada.

### **3.3 Aprendizagem Mecânica X Aprendizagem Significativa de David Ausubel**

Em contraste com a aprendizagem significativa, Ausubel (1980) apresenta o conceito de aprendizagem mecânica ou automática como sendo novas informações com pouca conexão com os conceitos existentes na estrutura cognitiva, assim não há interação entre o novo e o já armazenado e o que se aprende é adquirido de maneira literal e arbitrária. Um exemplo disso em Física é a simples memorização de fórmulas, leis e conceitos, sem estabelecer relações entre eles.

Para Ausubel, a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica não são dicotômicas, e sim contínuas. A aprendizagem mecânica dentro do contexto do ambiente escolar é considerada apenas como memorização de fórmulas e conceitos, não havendo retenção de ideias e conteúdos, mas a mera transferência de conhecimento pouco valorizado, pois fica na mente do aprendiz apenas por um curto período.

Nessa perspectiva, na aprendizagem mecânica não há retenção de conhecimento, mas apenas a transferência deste. Ademais, pode-se dizer ainda que, na aprendizagem mecânica, as novas informações são aprendidas praticamente sem interagirem com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, sem se ligar a conceitos subsunçores específicos. Obviamente, a aprendizagem mecânica não se processa em um “vácuo cognitivo”, pois alguma associação pode existir, porém, não no sentido de interação como na aprendizagem significativa.

Considere, por exemplo, o caso em que o aluno não possui em sua estrutura cognitiva os subsunçores necessários para se relacionar ao novo conhecimento, neste caso pode ser necessário recorrer temporariamente a uma aprendizagem mecânica, com uso de organizadores prévios, por exemplo, para que seja possível, a partir

destes conhecimentos, continuar aprendendo significativamente, assim como afirma Lemos (2011, p.32):

Quando a estrutura cognitiva do indivíduo não possui subsunçores diferenciados e estáveis para ancorar, subsumir, a nova informação, o indivíduo a armazenará de forma literal e não substantiva, ou seja, realizará aprendizagem mecânica. O conhecimento aprendido mecanicamente pode ir paulatinamente sendo relacionado com novas ideias e reorganizado na estrutura cognitiva, caso o sujeito continue interagindo com o novo conhecimento. É essa interação dinâmica que caracteriza a não dicotomia entre duas formas de aprendizagem [...].

De acordo com, Lemos, os graus de significação ou mecanicidade numa aprendizagem definem-se quando o novo conteúdo se relaciona com os conhecimentos prévios do estudante, ou seja, nem sempre o que se aprende significativamente é compatível com o conhecimento especializado.

Portanto, certo de que a aprendizagem mecânica ocorre desde a infância com a aquisição de formas de conhecimento que servirão mais tarde como esteio para posterior aprendizagem significativa, é importante a sua utilização no estudo de Ondas, já que alguns conceitos, ideias, proposições, teorias e outras formas de conhecimento podem ser novos para o aprendiz. Por outro lado, ideias estabelecidas na estrutura cognitiva podem, no curso de novas aprendizagens, serem reconhecidas como relacionadas.

Segundo Pontes Neto (2001) as vantagens da Aprendizagem Significativa sobre a aprendizagem mecânica estão: permitir maior diferenciação e enriquecimento dos conceitos integradores favorecendo assimilações subsequentes; retenção por mais tempo, redução do risco de impedimento de novas aprendizagens afins; facilitação de novas aprendizagens; favorecimento do pensamento criativo pelo maior nível de transferibilidade do conteúdo aprendido; favorecimento do pensamento crítico e da aprendizagem como construção do conhecimento.

Conforme vimos, a aprendizagem também pode acontecer de maneira mecânica, mas os conhecimentos adquiridos ficam por um período curto de tempo, sendo a aprendizagem significativa muito mais vantajosa e mesmo que as informações adquiridas sejam esquecidas, ela pode deixar âncoras no aprendiz, facilitando a aprendizagem de conteúdos posteriores.

## **4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA(SD) COMO POSSIBILIDADE DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Neste Capítulo, o objetivo foi explicitar sobre Sequência Didática como ferramenta mediadora no processo de ensino aprendizagem no estudo de Ondas Mecânicas.

### **4.1 Sequência Didática como Metodologia de Ensino e Aprendizagem no Estudo de Ondas Mecânicas**

O conceito de SD, entendido como atividades escolares organizadas de maneira sistemática, em torno de um gênero textual oral ou escrito, foi proposto por Dolz, Noverraz e Schneuwly (2001) e divulgado no Brasil com a publicação do artigo “Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento”, traduzido em 2004 pelos autores Rojo e Cordeiro.

Essa tradução se destacou no contexto acadêmico e, em alguns cursos de formação continuada, mas até hoje não foi apropriada por muitos docentes que atuam na educação básica, entretanto, conforme os autores, um ensino por meio de sequências didáticas permite aos alunos um acesso progressivo e sistemático dos instrumentos comunicativos e linguísticos necessários para o aprendizado.

O objetivo das SD é propiciar aos alunos as informações necessárias para que conheçam o projeto comunicativo visado e a aprendizagem de linguagem a que está relacionado (NOVERRAZ, DOLZ E SCHNEUWLY, 2004). Assim, o trabalho com SD deve propiciar todas as informações e condições para que os alunos compreendam o assunto de ondas mecânicas estudado dentro das condições de produção.

Machado e Cristovão (2009), acentuam que diante da incumbência de ensinar assuntos formais, o professor sente dificuldade no processo de planejamento e de aplicar os conhecimentos teóricos durante o seu trabalho, a partir disso, a SD não deve ser compreendida como uma simples aplicação da teoria científica de qualquer forma, mas como um conjunto de transformações alternativas e previamente elaborados que possibilitem a ruptura do conhecimento ao aluno.

Como os conceitos e princípios são temas abstratos, requerem uma

compreensão do significado e, portanto, um processo de elaboração pessoal. Neste tipo de conteúdo são necessárias diversas condições sobre a significância na aprendizagem: atividades que possibilitem o reconhecimento dos conhecimentos prévios, que assegurem a significância e a funcionalidade, que sejam adequadas ao nível de desenvolvimento, que provoquem uma atividade mental. As SD são métodos de renovação de aprendizagem (ZABALA, 1998).

Pereira e Aguiar (2006), relatam que novas práticas pedagógicas são necessárias para que o quadro de desinteresse, dentre outros aspectos, gerado pela má qualidade de ensino, seja alterado. Portanto, ao notar as dificuldades dos estudantes na compreensão sobre a primeira lei de Newton, por exemplo, foram realizadas mudanças na estratégia de ensino, utilizando materiais manipuláveis para facilitar a aprendizagem.

Zabala (1998), das diferentes variáveis que configuram as propostas metodológicas, analisa primeiro a que é determinada pela série ordenada e articulada de atividades que formam as unidades didáticas. Os tipos de atividades, mas sobretudo sua maneira de se articular, são um dos traços diferenciais que determinam a especificidade de muitas propostas didáticas.

Desse modo, a maneira de situar atividades, permite realizar identificações ou caracterizações preliminares da forma de ensinar. Em qualquer caso, o processo da prática educativa em diversos componentes tem certo grau de artificialidade, explicável pela dificuldade que representa encontrar um sistema interpretativo que permita o estudo conjunto e interrelacionado de todas as variáveis que incidem no processo de estudo de ondas mecânicas.

Como tais, estes processos constituem uma realidade global que é totalmente evidente quando pensamos numa SD sem, por exemplo, ter definido o tipo de relações que se estabelece na aula entre professores e alunos. Essas relações são fundamentais na configuração do clima de convivência, e por consequência, de aprendizagem.

Podemos extrair do conhecimento da forma de produção das aprendizagens duas perguntas: a primeira, relacionada com a potencialidade das sequências para favorecer o maior grau de significância das aprendizagens, e a segunda, sua capacidade para favorecer que os professores prestem atenção à diversidade.

Expressada de forma muito sintética, a aprendizagem é uma construção pessoal que cada menino e cada menina realizam graças à ajuda que recebem de outras pessoas. Essa construção, através da qual podem atribuir significado a um determinado objeto de ensino, como jogos e brincadeiras, que implicam a contribuição por parte da pessoa que aprende, de seu interesse e disponibilidade de seus conhecimentos prévios e de sua experiência (ZABALA, 1998).

Em tudo isto desempenha um papel essencial para o professor, que ajuda a detectar um conflito inicial entre o que já se conhece e o que se deve saber, o qual contribui para que o aluno se sinta capaz e com vontade de resolvê-lo, em que propõe o novo conteúdo como um desafio interessante, cuja resolução terá alguma utilidade, que intervém de forma adequada nos progressos e nas dificuldades que o aluno manifesta, apoiando-o e prevendo, ao mesmo tempo, mantendo a atuação autônoma do aluno.

Carvalho (2010), sugere a utilização das atividades experimentais de forma investigativa, mostrando que é possível ensinar Física, motivando e despertando o interesse dos alunos nas aulas. Para tornar isso acessível, o professor deverá fazer com que os alunos percebam a importância de compreender os fenômenos da natureza, desenvolvendo suas habilidades através de aulas com participação ativa, construindo o seu conhecimento.

Moreira (1999) relaciona a importância do processo de aprendizagem ativa com o ensino de Física centrado no aluno, pois o que funciona melhor do que aulas expositivas e temas presentes no cotidiano, é ter os alunos em pequenos grupos trabalhando de forma ativa e sob o auxílio do professor, conseguindo descobrir seus pontos fortes, seus interesses e suas necessidades.

As SD, como conjuntos de atividades, nos oferecem uma série de oportunidades comunicativas, mas que por si mesmas não determinam o que constitui a chave de todo ensino: as relações que se estabelecem entre os professores, os alunos e os conteúdos de aprendizagem. As atividades são o meio para mobilizar a trama de comunicações que pode se estabelecer em classe. Deste modo, as atividades e as sequências, terão um efeito indireto educativo em função das características específicas por consequências das relações que estes possibilitam.

Consoante Zabala (1998) afirma, as sequências didáticas são projetadas e

desenvolvidas para a concretização de objetivos educacionais, com início e fim conhecidos tanto pelos docentes, quanto pelos educandos. No entanto, depreender o valor pedagógico e os motivos que justificam uma Sequência Didática é crucial identificar suas fases, as atividades que a constitui e as relações que estabelecem com o objeto de conhecimento, visando compreender as principais necessidades dos discentes.

[...] As sequências são uma ferramenta muito importante para a construção do conhecimento: Ao organizar a Sequência Didática, o professor poderá incluir atividades diversas como leitura, pesquisa individual ou coletiva, aula dialogada, produções textuais, aulas práticas, etc., pois a sequência de atividades visa trabalhar um conteúdo específico, um tema ou um gênero textual da exploração inicial até a formação de um conceito, uma ideia, uma elaboração prática, uma produção escrita (BRASIL, 2012, p. 21).

Frente a isso, por meio da pesquisa buscamos apresentar uma Sequência Didática, tendo como base a teoria apresentada por Ausubel acrescido de conceitos apresentados por outros autores, obedecendo as etapas e alcançando diversos objetivos. Além disso, a importância da SD se torna mais evidente frente aos resultados propostos e alcançados durante a pesquisa.

Assim, desenvolvemos esta Sequência Didática ao longo de 6 (seis) encontros que corresponde a 2 (duas) aulas com duração de 50 minutos cada, organizada da seguinte forma:

**Primeiro encontro formativo** (2 horas-aula): O objetivo desse encontro foi aferir os conhecimentos prévios dos alunos acerca do estudo de ondas. Iniciamos com a apresentação da proposta de implementação da Sequência didática, como ocorreria às leituras, os prazos, as questões conceituais e aplicação de um questionário/pré-teste (APÊNDICE C), a fim de reconhecer os conhecimentos prévios dos alunos acerca do estudo de ondas mecânicas, bem como sua definição, a sua classificação e elementos característicos. Em seguida, foram levantados questionamentos sobre ondas mecânicas, a partir das questões, previamente elaboradas, no questionário semiestruturado, abrindo um espaço para possíveis discussões (no coletivo).

**Segundo encontro formativo** (2 horas-aula): Objetivo deste encontro foi utilizar o vídeo como um material potencialmente significativo na compreensão do conceito de onda e discutir a leitura de um texto que trata da classificação quanto a sua natureza das ondas. Foi iniciado com a exibição de um vídeo “As maiores (e mais assustadoras) ondas do mundo”, disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=AgBULdFDQLg>. Em seguida, para melhor aclarar a compreensão dos alunos sobre o conceito de onda e sua classificação quanto a sua natureza fizemos a leitura e discussão, em coletivo, do texto “*Ondas e Terremotos*” (XAVIER; CLAÚDIO; BARRETO, 2017).

**Terceiro encontro formativo (2 horas-aula):** O objetivo deste encontro foi utilizar o vídeo como material potencialmente significativo, na compreensão como ocorre as ondas sísmicas no interior da terra e discutir a leitura de um texto como ocorre a direção de vibração e propagação das partículas. Iniciamos com a retomada e à discussão do texto e do vídeo exibido no encontro formativo anterior, solicitando que os alunos apresentassem os significados desenvolvidos por eles sobre o conceito de onda e as formas mais comuns de ondas que já haviam percebido no seu dia a dia. Após isso, o encontro foi iniciado com a exibição de um vídeo “*Ondas Sísmicas*”, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=zMcFb6Nsk0c>. Em seguida, para melhor aclarar a compreensão dos alunos iniciamos a leitura e discussão de outro texto: “*Ondas e Terremotos*” como ocorre a direção de vibração das partículas (XAVIER; CLAÚDIO; BARRETO, 2017).

**Quarto encontro formativo (2 horas-aula):** O objetivo deste encontro foi utilizar simulações da *PHET* como material potencialmente significativo na compreensão dos elementos característicos das ondas e discutir a leitura do texto sobre as características das ondas. Iniciamos o encontro com a apresentação e discussão textual sobre os elementos característicos das ondas. Em seguida, fizemos o uso de simuladores da plataforma *PHET* como ferramenta de ensino com os títulos: Onda em Corda disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/wave-on-a-string](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/wave-on-a-string), e Ondas: intro disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/waves-intro](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/waves-intro).

**Quinto encontro formativo (2 horas-aula):** O objetivo deste encontro foi aplicar o jogo de tabuleiro como material potencialmente significativo em situações problemas no estudo de ondas mecânicas. Iniciamos o encontro com a socialização e explicação acerca do jogo de tabuleiro quanto ao estudo de ondas mecânicas, dando destaque à sua definição, classificação e elementos característicos, destacando os objetivos e comandos necessários à sua utilização. Fizemos o início com a aplicação do jogo de tabuleiro. Após isso, abrimos espaço para discussão (no coletivo) sobre a resolução das situações-problema constantes nas cartas do tabuleiro. Foi papel do

professor, durante toda a dinâmica de aplicação do supracitado jogo, criar as condições de mediação, levantando possíveis problemas.

**Sexto encontro formativo (2 horas-aula):** O objetivo deste encontro foi verificar a partir das atividades propostas aos alunos na Sequência Didática, mediada pelo tabuleiro, se houve (ou não) a apropriação dos conceitos. Iniciamos com a aplicação de um questionário pós-teste para identificar as significações produzidas pelos alunos no desenvolvimento desta Sequência Didática envolvendo o conceito de onda mecânica e, assim, fazer uma avaliação da mesma.

Optar por utilizar a Sequência Didática de uma forma mais estruturada, facilita e dar flexibilidade na aplicação durante as aulas. Visto que, além da particularidade na construção teórico-metodológica, é de suma importância que os docentes consigam ter acesso fácil e de simples aplicação metodológica em sala de aula, posto que esse trabalho se destina aos professores que queiram diversificar as suas práticas, apresentando aos alunos uma Sequência Didática mediadora no ensino aprendizagem dos estudos dos circuitos elétricos simples.

Para melhor compreensão das aulas foi construído um quadro descritivo da Sequência Didática realizada com os alunos que se encontra na próxima sessão “Os caminhos da Pesquisa: a Metodologia”, utilizando as atividades da Sequência Didática, correlacionadas com as Teorias de Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003), despertando curiosidade e lhes possibilitando ir em busca de resoluções problemáticas a partir da criação da Sequência Didática auxiliando nesse processo, para então analisar as contribuições para o ensino.

## **4.2 Sequência Didática no Ensino de Física**

As novas tecnologias que surgem todos os dias e são inseridas na rotina e na sociedade derivam, em grande parte, dos processos de pesquisa em Ciências, ampliando o nosso acervo de ferramentas domésticas, profissionais, pessoais e até mesmo, afetivas. Todos esses desenvolvimentos científicos reorganizam a sociedade nos níveis mais básicos do cotidiano, como a ampla utilização de celulares em todos os ambientes, de forma que a estrutura profunda da sociedade é alterada por essas inserções tecnológicas. E no cerne dessas tecnologias estão as disciplinas de

Ciências da Natureza, as quais norteiam esse desenvolvimento tecnológico devido às leis que estruturam grande parte da tecnologia.

Dessa forma, a Física é uma das matérias que tem mais proximidade com o aluno, é a ciência dos fenômenos naturais, explicando como as tarefas que fazemos e a tecnologia que utilizamos funcionam. Ela está presente no cotidiano de todas as pessoas, pois a Física rege os fenômenos térmicos, o movimento, as ondas, a eletricidade e muitos outros temas. Utilizando de uma visão mais ampla, sendo a Física uma ciência, ela norteia toda uma produção científica orientando processos históricos e obras artísticas além de trazer para o cotidiano um pensamento mais racional, permitindo um diálogo mais inteligente com o cotidiano (ZANETIC, 1991).

Essa importância social que justifica, em parte, a inclusão das matérias de Ciências nos currículos educacionais, em muitos casos não é compartilhada pelos alunos. Mesmo tendo uma importância fundamental no nosso cotidiano, paradoxalmente são as matérias mais renegadas pelos mesmos, sob a alegação de serem muito ausentes da vida do corpo discente. Em geral, essa distinção entre a aplicação e o estudo em sala de aula tem diversos motivos, sendo um dos mais importantes a falta de contextualização dos fenômenos físicos no dia a dia dos próprios alunos. Essa ausência acaba gerando uma resistência dos alunos perante a disciplina e, conseqüentemente, à introdução de novas visões ou conceitos. (BONADIMAN; NONENMACHAER, 2007)

E essa contradição entre visões propicia um mau rendimento da disciplina por parte do corpo discente, pois sem o entendimento da importância da Física em suas vidas, a única finalidade para aprendê-la é ter o rendimento mínimo para ser promovido ao ano letivo seguinte. Com essa única finalidade de promoção, o ensino de Física ocorre na forma de memorização, sem correlação entre os fatos, gerando um péssimo índice nas avaliações externas.

Em termos oficiais, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), publicados em 1999, buscavam a formação de um cidadão capaz de compreender, intervir e participar da sociedade atual, que conheça e possa interpretar o mundo em que vive. Ao incorporar as tendências anteriores, os PCNs apresentam uma Física diferente, implicando em mudanças metodológica e de conteúdo, acabando por induzir uma atualização curricular no campo da Física. A inserção de história e filosofia da ciência, de Física moderna e contemporânea (FMC), a interdisciplinaridade e a Física do

cotidiano dos alunos, surgem como possíveis caminhos para essa reformulação não só no exterior, mas também no Brasil (BRASIL, 2002).

Nos últimos anos, de acordo com Araújo e Abib (2003), diversos grupos de estudos e pesquisa estão refletindo sobre as causas e consequências dos problemas no ensino em geral, em particular o ensino de Física.

O processo de aprendizagem das aulas práticas contempla possibilidades que não são alcançadas apenas com aulas teóricas, cabendo ao professor e a escola proporcionar essa realidade ao aluno (ANDRADE; MASSABNI, 2011).

De acordo com Moreira (2014, p.44):

[...] é preciso também incorporar, ao ensino da Física, as tecnologias de informação e comunicação, assim como aspectos epistemológicos, históricos, sociais, culturais. Ensinar Física é um grande desafio, mas pode ser apaixonante se conseguirmos melhores condições de trabalho para os professores, livrar-nos do ensino para a testagem e, metaforicamente, abandonarmos o modelo da narrativa, o quadro-de-giz e o livro de texto.

Giordam, M; Guimarães Y, A, F; Massi (2012), afirmam que as Sequências Didáticas são um tema atual e importante na área do ensino de Ciências.

Ministrar conteúdos de Física através de Sequências Didática põe educandos e educadores em total sintonia, mostrando que o aprendizado só será realmente efetivo quando todos estiverem determinados a aprender e a metodologia usada no desenvolvimento demonstra a importância de trabalhar um conteúdo utilizando diversos recursos didáticos, o que de fato dispõe uma verdadeira aprendizagem (OLIVEIRA, 2001). O educador deve estimular seus alunos a criarem estratégias para solucionarem as questões ao invés de transmitir as respostas, para assim assumir o papel de criador de situações estimulantes, e as Sequências Didáticas contribuem para isso. Pode-se notar então, que a Sequência Didática é uma metodologia que instiga a investigação científica, valoriza a aprendizagem vivenciada pelos alunos nas diversas modalidades de estratégias didáticas apresentadas.

Diante da problemática envolvida na aprendizagem de Física e a importância que as Sequências Didáticas têm tido nos últimos anos, elas tornam-se uma estratégia pertinente. O Objetivo desse trabalho foi a criação de uma Sequência Didática (produto educacional), com atividades teórico-práticas sobre o estudo de Ondas Mecânicas, que propicie um estudo mais prático da física, deixando de lado as aulas tradicionais.

## 5 OS CAMINHOS DA PESQUISA: A METODOLOGIA

A fim de atingirmos o objetivo geral que evidencia utilizar uma SD, como recurso didático, para possibilitar a apropriação do ensino de ondas mecânicas a alunos do Ensino Médio e, ainda, encontrarmos elementos que pudessem responder à questão norteadora deste estudo, elaboramos o caminho metodológico desta investigação. Para tanto, este capítulo foi subdividido em seis subseções que tratam dos procedimentos metodológicos: 1º) caracterização da pesquisa; 2º) campo empírico da pesquisa; 3º) participantes da pesquisa; 4º) técnicas e instrumentos de produção de dados; 5º) procedimentos de análise dos dados; 6º) Produto Educacional.

### 5.1 Caracterização da Pesquisa

Por levar em conta as considerações teóricas evidenciadas, assim como o envolvimento dos alunos do 2º ano do Ensino Médio da escola campo empírico/ambiente de pesquisa, esta investigação foi conduzida a partir de contribuições da Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003), abordadas no capítulo anterior.

Segundo Michel (2015, p. 81), o autor afirma, “a necessidade, por parte do pesquisador, de procedimentos para sistematizar, categorizar e tornar possível a análise de dados brutos coletados na pesquisa, que lhe permita chegar a resultados de pesquisa significativos”.

Nessas condições, esta pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa, sobretudo por conta da base teórico-metodológica que adotamos. Conforme Silva e Menezes (2005, p. 20), esse tipo de abordagem “considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números”. Aqui está sua principal diferença quanto à abordagem quantitativa, pois embora façamos uso de dados quantitativos, o foco da análise são os significados desenvolvidos pelos colaboradores.

Em outras palavras, a interpretação dos fenômenos e o desenvolvimento de significados são básicos no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de

dados e o pesquisador é o instrumento-chave. Desse modo, os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente, pois os focos principais de abordagem são o processo e seu significado (SILVA; MENEZES, 2005).

Para Moreira (2011), ao fazer uso dessa abordagem, o pesquisador fica imerso no fenômeno estudado, elencando diferentes formas de significação e registro, com vistas a validar os dados que deseja explicitar.

Na concepção de Moreira (2011, p. 76):

O interesse central dessa pesquisa está em uma interposição de significados atribuídos pelos sujeitos a suas ações em uma realidade socialmente construída, através da observação participativa, isto é, o pesquisador fica imerso no fenômeno de interesse. Os dados obtidos por meio dessa participação ativa são de natureza qualitativa e analisados de forma correspondente.

O pesquisador busca universais concretos alcançados através do estudo profundo de casos particulares, e da comparação desses casos com outros estudos também com grande profundidade. Através de uma narrativa detalhada o pesquisador busca credibilidade para seus modelos qualitativos.

Assim, compreende-se que, na pesquisa qualitativa, deixamo-nos, enquanto pesquisador, debruçar sobre elementos subjetivos inerentes ao comportamento humano em um dado contexto em que convive e compartilha experiências com outros indivíduos. O ato de observar busca, dessa forma, extrair os sentidos que emanam dessas interações, interpretando-os e confrontando-os com teorias que existentes.

Na verdade, na pesquisa qualitativa, todas as pessoas que participam da pesquisa devem ser reconhecidas como sujeitos que elaboram conhecimentos e produzem práticas adequadas para intervir nos problemas que identificam. Assim, é preciso considerarmos que os pesquisados possuem um conhecimento prático, de senso comum e significações produzidas relativamente elaboradas que formam uma concepção de vida e orientam as suas ações individuais (CHIZZOTI, 2008).

Especificamente sobre o objetivo geral e os objetivos específicos, esta pesquisa se caracteriza como explicativa. Essa se preocupa em identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Assim, quando a intenção da pesquisa é explicar as razões e causas de determinados fenômenos, por meio do registro, da análise, da classificação e da interpretação dos fenômenos observados, há a ocorrência de um estudo explicativo (GIL, 2010).

Portanto, a pesquisa qualitativa ora relatada, não se trata apenas de explorar ou descrever os fenômenos em estudo, pois valoriza o sujeito da pesquisa e compreende que o conhecimento foi produzido coletivamente, dando destaque para as relações sociais construídas ao longo do processo de pesquisa que apontassem para uma aprendizagem em Física que transcendesse a mera repetição de procedimentos.

## **5.2 Campo Empírico da Pesquisa**

A escola é um ambiente afetado por múltiplos determinantes, sociais, políticos, econômicos e culturais (LIBÂNEO, 1991; ALARCÃO, 2001; BEHRENS, 2011). Portanto, qualquer intervenção metodológica em seu interior considera estes aspectos, posto que os alunos, razão de sua existência, podem ser considerados como produtos dessas interferências.

Desse modo, Libâneo (2007) destaca três objetivos da escola: (1) a preparação para o processo produtivo e para a vida em uma sociedade técnico-informacional; (2) formação para a cidadania crítica e participativa; (3) formação ética.

Em relação ao primeiro objetivo, a escola deverá preparar o indivíduo para o mundo do trabalho, inseri-lo no meio tecnológico, capacitá-lo para a compreensão e uso das novas tecnologias, bem como promover a sua formação sociocultural. O segundo objetivo aponta para a formação de um aluno capaz de exercer a cidadania, compreender e aplicar os direitos de cada indivíduo, ser crítico e participar dos processos de transformação da sociedade, opinando, interferindo positivamente. Por último, o terceiro objetivo aponta para uma formação ética, que compreenda os valores morais, a ideia de limites, certo e errado. Nesse sentido, importa-nos caracterizar a instituição escolar na qual se desenvolveu a presente pesquisa.

O contexto de realização da pesquisa foi o Ceti Solange Sinimbu Viana Area Leão (CESVAL), pertencente a rede pública de ensino do estado do Piauí, fundada em vinte e sete de dezembro de mil e novecentos e oitenta e cinco. Segundo Lagar, Santana e Dutra (2013), a escola pública é uma instituição que tem o compromisso voltado à democratização do ensino e essa democratização do ensino permite a todos o acesso aos bens culturais produzidos pela humanidade.

A citada escola, localiza-se na Avenida Deputado Ulisses Guimarães, s/n, bairro Promorar, zona sul de Teresina e oferece do 6º ao 9.º ano do Ensino Fundamental e oferece do 1.º ao 3.º ano do Ensino Médio. Como consta no Projeto Político Pedagógico da mencionada escola está vinculada à 19ª Gerência Regional de Educação – GRE - (PIAUÍ, 2020).

A infraestrutura da escola conta com 14 (quatorze) salas de aulas, 31 (trinta e um) funcionários, sala de diretoria, sala de professores, cozinha, banheiro para funcionários e banheiros individualizados por sexo para os alunos, 1 (um) banheiro adequado aos alunos com deficiência ou mobilidade reduzida, dependências e vias adequadas a alunos com deficiência ou mobilidade reduzida, despensa e pátio coberto.

O corpo docente, técnico e administrativo da escola é constituído de uma diretora, um diretor-adjunto, duas coordenadoras, 28 (vinte e oito) professores/as. Essa escola conta com um quadro de pessoal formado por uma secretária, três agentes de portaria, duas merendeiras, dois auxiliares de serviços, um auxiliar de administração e um apoio.

### **5.3 Participantes da Pesquisa**

A pesquisa, realizada no mês de julho de 2021, consistiu na aplicação de uma Sequência Didática voltada para o uso nas aulas de Física, para alunos do 2º ano do Ensino Médio. A participação dos alunos selecionados (amostra) só aconteceu mediante a assinatura de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (apêndice D).

Dos 27 (vinte e sete) alunos matriculados, apenas 15 (quinze) deles decidiram colaborar com a pesquisa, sendo 6 (seis) meninas e 9 (nove) meninos, com idades entre 15 (quinze) a 18 (dezoito) anos. Todos os alunos são oriundos de escola pública e 2 (dois) desses alunos são repetentes. Para mantermos o sigilo sobre a participação dos alunos, esses foram identificados pela letra A (referente a “aluno”) e por um número, começando pelo número 1 até o número 15. Assim propomos como exemplo, A1, A2... A15.

Dessa forma, essas características do grupo foram consideradas no presente estudo como parâmetro por meio do qual compreendemos a sala de aula como um

ambiente influenciado por estes fatores, na direção indicada por Rabelo (1998, p.47), quando este comenta que “[...] o ensino escolar formal precisa ser entendido como parte de um processo na formação global do aluno enquanto ser social”.

Portanto, no que concerne à proposta de utilização da SD no estudo de Ondas Mecânicas, é necessário compreender o contexto compartilhado por esses discentes, realçando em seus entremeios as individualidades de cada um como um ponto de partida para delinear a estratégia de intervenção didática. Essa observação conduziu-nos a compreender que o ensino não se desvincula da dimensão afetiva, a qual pode subsidiar o olhar compreensivo do professor sobre seus alunos como pessoas com singularidades próprias.

#### **5.4 Sequência Didática como técnica de produção de dados**

Conforme mencionado, a SD foi a técnica por meio da qual obtivemos a produção dos dados. Procuramos ficar atentos aos objetivos específicos para a escolha das técnicas e instrumentos de investigação para viabilizar a análise de dados e encontramos respostas para a questão norteadora do estudo.

Assim, por entendermos que os dados a serem apreendidos “[...] são 'fenômenos' que não se restringem às percepções sensíveis e aparentes; mas se manifestam em uma complexidade de oposições, de revelações e de ocultamentos” (CHIZZOTTI, 2008, p. 84), elaboramos e aplicamos as técnicas de produção de dados, atendendo a abordagem e os objetivos desta pesquisa e, ainda, considerando que este estudo envolveu o desenvolvimento de um jogo de tabuleiro para ensino de Física no 2º ano do Ensino Médio: questionários (pré-teste e pós-teste), observação participante e diário de campo (diário do pesquisador).

Dessa forma, num primeiro momento aplicamos um questionário (com questões abertas e fechadas), conforme Apêndice C, com limitação em extensão e em finalidade, conforme as orientações de Marconi e Lakatos (2017), com o objetivo de reconhecermos os conhecimentos prévios dos alunos investigados acerca do conceito de onda, bem como suas classificações e elementos característicos. No final, aplicamos um questionário (pós-teste), com questões abertas e fechadas com o propósito de verificar se a proposta da SD e o uso do jogo de Tabuleiro didático

possibilitou uma aprendizagem significativa dos conceitos físicos na perspectiva de David Ausubel.

Chizzotti (2008) comenta que o questionário consiste em um conjunto de questões sobre o problema, previamente elaboradas, para serem respondidas por um interlocutor, por escrito ou oralmente. Para Tozoni-Reis (2009), esse instrumento de pesquisa consiste num conjunto de questões predefinidas e sequenciais apresentadas ao entrevistado diretamente pelo pesquisador ou indiretamente via correspondência.

Entretanto, sua elaboração pressupõe a apropriação de algumas técnicas para chegar aos problemas centrais da pesquisa. Nesse sentido, é importante que as questões estejam articuladas entre si, tomando-se o cuidado para uma questão não responder outra nem induzir a respostas desejadas pelo pesquisador (TOZONI- REIS, 2009).

Dessa forma, considerando que o questionário consiste em “um conjunto de questões pré-elaboradas, sistemática e sequencialmente dispostas em itens que constituem o tema da pesquisa, com o objetivo de suscitar dos informantes respostas por escrito ou verbalmente sobre assunto que os informantes saibam opinar ou informar” (CHIZZOTTI, 2008, p. 55), entendemos que é necessário um planejamento para sua elaboração.

Para tanto, em sua execução, o pesquisador precisa definir “claramente as informações que busca, o objetivo da pesquisa e de cada uma das questões, o que e como pretende medir ou confirmar suas hipóteses”. Assim, precisa estabelecer critérios para “exaurir todos os aspectos dos dados que se quer obter, sem negligenciar os aspectos essenciais da pesquisa” (CHIZZOTTI, 2008, p. 55).

Vale explicar que esse cuidado irá contribuir para que o informante “compreenda claramente as questões que lhe são propostas, sem dúvidas de conteúdo com termos compatíveis com seu nível de informações, com sua condição e com suas reações pessoais” (CHIZZOTTI, 2008, p. 55). Nesse sentido, resgatamos o que foi dito no início deste capítulo, sobre a importância de elaborar um questionário que leve em consideração os aspectos específicos da população estudada, ou seja, dos colaboradores da pesquisa e somente assim será possível ter êxito na produção dos dados.

A esse respeito, também recorreremos às contribuições de Fonseca (2002) ao orientar que o questionário deve incluir no cabeçalho um enquadramento da natureza da pesquisa, referir os objetivos do questionário e ressaltar a importância de uma resposta cuidada às questões, bem como orientar seu preenchimento e garantir o sigilo do participante. Essas orientações foram seguidas na elaboração e aplicação dos questionários utilizados neste estudo.

No entanto, como preconiza Fonseca (2002, p. 57), não existe uma receita que conduza automaticamente a um questionário perfeito. Portanto, “os procedimentos enumerados não são nem normas rígidas nem um preceituário a ser cumprido de forma seriada pelo pesquisador”. Tratam-se somente de sugestões, dentre as quais seguimos algumas na elaboração da técnicas e instrumentos de produção de dados desta pesquisa.

Por meio desse instrumento de produção de dados, observamos e identificamos possíveis problemas e a necessidade de reorganizações teórica e prática em torno do trabalho a ser desenvolvido.

No processo de produção de dados, também aplicamos a técnica da observação participante, concomitante à aplicação dos questionários. Na aplicação dessa técnica, o pesquisador participa da comunidade ou grupo de colaboradores/participantes da investigação. Ou seja, “ele se incorpora ao grupo, confunde-se com ele. Fica tão próximo à comunidade quanto um membro do grupo que está estudando e participa das atividades normais deste” (MARCONI; LAKATOS 2017).

Desse modo, por corroborar do pensamento dessas autoras, durante todo o desenvolvimento das atividades propostas com a aplicação do jogo didático, fizemos uso da observação participante, pois procuramos sempre fazer a mediação, porém, no sentido de problematizar e não de dar as respostas prontas.

Barros e Lehfeld (2000) consideram a observação como uma das técnicas de coleta de dados imprescindível em toda pesquisa científica. Conforme esses autores, observar significa aplicar atentamente o sentido a um objeto, para dele adquirir um conhecimento claro e preciso. Em outras palavras, é a partir da observação do cotidiano que são formulados os problemas que merecem estudo. Nessa perspectiva, a observação constitui-se, portanto, a base das investigações científicas.

Tozoni-Reis (2009) explica que a técnica de observação tem variações segundo o grau de participação do pesquisador no campo observado, podendo assumir dois tipos: observação ou observação participante. No entanto, como explicam Kauark, Manhães e Medeiros (2010, p. 62), há uma classificação diferente:

Levando-se em conta o critério de participação do observador, a observação pode ser não participante ou participante. A observação não participante é aquela em que o observador permanece fora da realidade a ser estudada. Seu papel é de espectador, não interferindo ou se envolvendo na situação. Na observação participante, o pesquisador participa da situação que está estudando, sem que os demais elementos envolvidos percebam a posição dele, que se incorpora ao grupo ou à comunidade pesquisados, de modo natural (quando já é elemento do grupo) ou artificialmente.

Em todo caso, neste estudo, utilizamos a observação participante. Segundo Chozzitti (2008), esse instrumento propõe que o pesquisador participe como membro ativo dos fatos, apreendendo o significado que as pessoas atribuem aos seus atos.

Conforme Minayo (2010), a observação participante poder ser considerada como parte essencial do trabalho de campo na pesquisa qualitativa. Para a autora, se trata de um “processo pelo qual um pesquisador se coloca como observador de uma situação social, com a finalidade de realizar uma investigação científica” (MINAYO, 2010, p. 70). Assim, o pesquisador mantém uma relação direta com os colaboradores da pesquisa no espaço social da pesquisa, compreendendo todo o contexto envolvido nessa situação.

Fonseca (2002) considera a observação como um instrumento básico de coleta de dados, o qual pode ser usado isoladamente ou suplementando dados recolhidos através de outros instrumentos de pesquisa. Foi como modo de complementar os dados produzidos a partir da aplicação dos outros instrumentos que empregamos a observação participante neste estudo.

Por meio da observação participante, concomitante aos questionários (pré-teste e pós-teste) e às anotações do Diário de Campo, buscamos analisar as significações produzidas pelos alunos sobre o estudo de onda, no desenvolvimento da Sequência Didática (SD)/Produto Educacional. A referida SD, na produção de dados, aqui passou a ser compreendida como o teste.

Após cada encontro com os alunos, colaboradores da pesquisa, eram feitas anotações no Diário de Campo (Diário do Pesquisador) das observações e reflexões individuais e/ou coletivas a fim de produzirmos dados que pudessem possibilitar

elementos para as respostas da questão norteadora deste estudo. Em outras palavras, nesse instrumento registramos comentários acerca da relação com os sujeitos particulares, as alegrias e os possíveis problemas que foram emergindo na investigação, assim como nas possíveis soluções e decisões no que se referia a tais problemas (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Apresentado a Sequência Didática como técnica de produção de dados, exibimos no Quadro 1, um esboço dos encontros/aulas e suas ações, data, carga horária e objetivos perfazendo um total de 10 horas/aula, proporcionados por esta pesquisa de campo.

**Quadro 1:** Esboço dos encontros formativos/aulas e suas ações, datas, carga horária e objetivos da pesquisa decampo.

| Encontros/<br>Aulas | Data  | Carga horária | Objetivos  | Ações   |
|---------------------|-------|---------------|--|---|
| 1º                  | 09/07 | 1 h/a         | Aferir os conhecimentos prévios dos alunos acerca do estudo de ondas mecânicas.  | - Aplicação do questionário (pré-teste) para aferição dos conhecimentos prévios dos alunos sobre onda.  |
| 2º                  | 12/07 | 2 h/a         | Utilizar o vídeo como material potencialmente significativo, na compreensão de onda;<br>Discutir o conceito de onda e sua natureza, exemplificando-as. | - Aplicação de vídeo com o título: “As maiores (e mais assustadoras) ondas do mundo” <b>disponível em:</b><br><a href="https://www.youtube.com/watch?v=AgBULdFDQLg">https://www.youtube.com/watch?v=AgBULdFDQLg</a> .<br>- Leitura e discussão textual sobre conceito de onda e sua classificação quanto à sua natureza.<br>- Questões–problemas relacionados ao conceito de onda |

|    |       |       |  |   |
|----|-------|-------|--|---|
| 3º | 13/07 | 2 h/a | <p>Utilizar o vídeo como material potencialmente significativo, na compreensão como ocorre as ondas sísmicas no interior da terra</p> <p>Discutir a classificação de ondas mecânicas quanto a sua direção de vibração e propagação de suas partículas.</p> | <p>- Aplicação de vídeo com o título: “<i>Ondas Sísmicas</i>” <b>disponível em</b> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=zMcFb6Nsk0c">https://www.youtube.com/watch?v=zMcFb6Nsk0c</a>.</p> <p>- Leitura e discussão textual como ocorre a direção de vibração e propagação das partículas.</p> <p>- Questões–problemas relacionados a classificação das ondas ser transversais e longitudinais.</p>  |
| 4º | 14/07 | 2 h/a | <p>Utilizar simulações como material potencialmente significativo, na compreensão de onda; Discutir os elementos característicos de ondas.</p>   | <p>- Uso de simuladores da plataforma <i>phet</i> como ferramenta de ensino com os título: <b>Onda em Corda</b> disponível em: <a href="https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/wave-on-a-string">https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/wave-on-a-string</a>, e <b>Ondas:</b> <b>intro</b> disponível em: <a href="https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/waves-intro">https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/waves-intro</a>.</p> <p>- Leitura e discussão textual sobre os elementos característicos das ondas.</p> <p>- Questões–problemas relacionadas aos elementos característicos de uma onda.</p> |
|    |       |       | <p>Aplicar o jogo de tabuleiro como material</p>   | <p>- Apresentação e Desenvolvimento do jogo de tabuleiro e discussão (no coletivo) sobre a resolução das situações-problema.</p>  |

|    |       |       |  |  |
|----|-------|-------|--|--|
| 5º | 15/07 | 2 h/a | potencialmente significativo em situações problemas no estudo de ondas mecânicas.  |  |
| 6º | 19/07 | 2 h/a | Verificar a partir das atividades propostas aos alunos na Sequência Didática, se houve (ou não) a apropriação dos conceitos, as classificações e suas características. | - Aplicação do questionário semiestruturado (pós-teste) e avaliação do Produto Educacional |

Fonte: Autor (2021).

### 5.5 Procedimentos de Análise de Dados

Assim, após a organização dos dados produzidos através dos questionários (pré-teste e pós-teste), da observação participante e dos registros feitos no Diário de Campo, como processo de sistematização e análise dos dados, os dados foram analisados à luz do referencial teórico que orientou este estudo - a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e do dispositivo analítico Análise de Conteúdo em Bardin.

Bardin (2011, p. 35) define a Análise de Conteúdo como “um conjunto de técnicas de análise das comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens”. Chizzotti (2008) considera esse formato de análise como um método de tratamento e análise de informações, colhidas por meio de técnicas de produção de dados, consubstanciadas em um documento. A técnica se aplica à análise de textos escritos ou de qualquer comunicação (oral, visual, gestual) reduzida a um texto ou documento.

Nesse sentido, a técnica tem como propósito de ultrapassar o senso comum do subjetivismo e alcançar o rigor científico necessário, mas não a rigidez inválida, que não condiz mais com tempos atuais. Portanto, para que isso ocorra de modo eficaz será levado em consideração as palavras utilizadas nas respostas dos alunos, as suas ideias e suas opiniões expressas nos questionários que serão aplicados, para que assim seja possível captar as intenções e não julgar como essencial.

Nesse sentido, conforme Bardin (2011), a Análise de Conteúdo trabalha a palavra, a prática da língua realizada por emissores identificáveis. Assim, considera as significações (conteúdo), procurando conhecer aquilo que está por trás das palavras, visando o conhecimento de variáveis de ordem psicológica, sociológica, histórica etc., por meio de um mecanismo de dedução com base em indicadores reconstruídos a partir de uma amostra de mensagens particulares.

Moraes (1999) comenta que essa técnica constitui uma metodologia de pesquisa usada para descrever e interpretar o conteúdo de toda classe de documentos e textos. Essa análise, conduzindo a descrições sistemáticas, qualitativas ou quantitativas, ajuda a reinterpretar as mensagens e a atingir uma compreensão de seus significados num nível que vai além de uma leitura comum.

Para o autor, essa metodologia de pesquisa faz parte de uma busca teórica e prática, com um significado especial no campo das investigações sociais. Constitui-se, portanto, em bem mais do que uma simples técnica de análise de dados, representando uma abordagem metodológica com características e possibilidades próprias.

Tozoni-Reis (2009, p. 63-64), por sua vez, defende que “o principal objetivo da Análise de Conteúdo é desvendar os sentidos aparentes ou ocultos de um texto, um documento, um discurso ou qualquer outro tipo de comunicação”.

Desse modo, ao utilizar a Análise de Conteúdo para interpretar os dados, o pesquisador realiza um trabalho de decomposição do(s) texto(s) em partes constituintes, procedendo a um estudo aprofundado dessas partes, buscando informações do texto e do contexto, a fim de compreender o exposto e o oculto (TOZONI-REIS, 2009).

Nesse sentido, optamos por utilizar a Análise de Conteúdo por categorias (análise categorial). De acordo com Bardin (2011, p. 153), a análise categorial funciona por operações de desmembramento do texto em unidades, em categorias segundo reagrupamentos analógicos.

Sendo assim, seguindo as orientações de Bardin (2011), acerca da sequência metodológica para a organização da Análise de Conteúdo, e de posse dos dados selecionados, elaboramos um plano de análise da seguinte forma: etapa pré-analítica (organização do material a ser estudado); etapa analítica (estudo do material, da codificação, classificação e categorização); etapa da interpretação inferencial (reflexões que possibilitaram o estabelecimento de relações com a realidade pesquisada, realizando-se as inferências necessárias).

Abordaremos, sucintamente, cada uma dessas etapas. A fase inicial (pré-analítica) trata-se da etapa de organização, que inclui a escolha dos documentos a serem submetidos à análise, a formulação das hipóteses e dos objetivos e a elaboração de indicadores que fundamentem a interpretação final.

De acordo com Minayo (2010), a fase de análise propriamente dita corresponde à exploração do material: é o momento em que se codifica o material, iniciando por um recorte do texto, seguido pela escolha de regras de contagem; por último, classificam-se e agregam-se os dados, organizando-os em categorias teóricas ou empíricas. Logo, o estudo do material envolve os processos de codificação, classificação e categorização.

Outro cuidado importante refere-se à determinação de regras de enumeração, envolvendo a relação entre as unidades de registro, as quais podem ser: contagem, intensidade, presença (ou ausência) de conteúdos no material analisado, frequência com que ocorre, entre outras. Essa operação auxilia nos processos de inferência na Análise de Conteúdo Qualitativa. Assim, considerando os critérios determinados na

escolha do material, na fase de pré-análise, deve ser realizada a categorização (LIMA; MANINI, 2016).

Completando a etapa analítica, são realizados os procedimentos de categorização, os quais podem ser: a) fechados (processo dedutivo), quando a escolha das categorias de análise acontece a partir de um quadro operacional fixo, utilizando como referencial outros estudos; b) procedimentos de exploração (processo indutivo), que permitem encontrar ligações entre as diversas variáveis, determinando as categorias com base na pesquisa realizada; c) híbridos, partindo inicialmente de um quadro de referência que poder ser redefinido durante os procedimentos de exploração (LIMA; MANINI, 2016).

Bardin (2011) divide a categorização em duas etapas: o inventário (isolamento dos elementos) e a classificação (momento de repartir os elementos e procurar ou impor uma certa organização às mensagens). Assim, conforme essa autora, “a categorização é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente definidos” (BARDIN, 2011, p. 118).

Dessa forma, a categorização “significa um processo de classificação ou de organização de informações em categorias, isto é, em classes ou conjuntos que contenham elementos ou características comuns” (FIORENTINI; LORENZATO, 2012, p. 134).

Portanto, na última fase, correspondente à etapa da interpretação inferencial. Em pesquisas qualitativas, após a organização dos dados, procede-se à interpretação dos elementos qualitativos contidos nos índices, fazendo o diálogo com os referenciais teóricos do pesquisador, sendo importante também colocar a percepção e intuição a serviço da análise para se chegar à síntese (LIMA; MANINI, 2016). Desse modo:

Interpretação é o momento em que o pesquisador se debruça sobre os dados, fazendo-os expressar (ou não) os elementos necessários para a elucidação de seu objeto de estudo e de suas hipóteses. Essa etapa exige criatividade, retorno aos dados múltiplas vezes e análise das suposições inicialmente propostas para testar a validade ou não. É aqui que alcançamos efetivamente os objetivos propostos pela Análise de Conteúdo (LIMA; MANINI, 2016, p. 75).

Considerando os comentários de Lima e Manini (2016), compreendemos que os dados devem ser interpretados em relação a um referencial teórico que, no caso deste estudo, vale lembrar que se trata da Teoria da Aprendizagem Significativa.

Quanto a isso, Moraes (1999) explica que há duas vertentes que caracterizam o movimento interpretativo. Uma delas consiste em construir a base teórica conforme se executa a análise dos dados e categorias. A outra se refere à definição prévia de uma fundamentação teórica, a partir da qual os dados serão interpretados.

Após percorrermos essas etapas para a análise dos dados, estabelecemos 3 (três) categorias, que nos possibilitaram encontrar resposta para a questão problema desta pesquisa: até que ponto uma sequência didática poderá proporcionar as condições necessárias ao processo de ensino-aprendizagem do estudo de ondas mecânicas a alunos do Ensino Médio?

Assim, em conformidade com as orientações aqui postas sobre os procedimentos de análise de dados, as 3 (três) categorias explícitas são:

- I) **Os Conhecimentos prévios dos alunos acerca do estudo de ondas mecânicas;**
- II) **As atividades teórico-práticas sobre o estudo de onda mecânica;**
- III) **Significações produzidas pelos alunos a partir do desenvolvimento da Sequência Didática sobre o estudo de onda mecânica;**

Dessa forma, todas essas categorias serão analisadas no próximo capítulo – **Os Conhecimentos Prévios acerca do Estudo de Ondas Mecânicas: Análise e discussão de dados.**

## 6 OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS ACERCA DO ESTUDO DE ONDAS MECÂNICAS: Análise e discussão de dados

O objetivo deste capítulo foi aferir os conhecimentos prévios dos alunos acerca do conceito, classificações e elementos característicos da onda. Entendemos que os conhecimentos prévios possibilitam a relação do aluno com o que será ensinado e deve ser aproveitado pelo professor, no decorrer do processo. Dessa forma, caberá ao docente propor questionamentos e situações problemáticas que despertem nos alunos suas inquietações através de interações, formulando suas próprias hipóteses e, a partir dessas, construir ou reconstruir seus conceitos. Para isso, utilizamos um questionário com perguntas abertas possibilitando ampla liberdade nas respostas.

Neste sentido organizamos um encontro com os alunos do 2º ano com a duração de 100 minutos no máximo (2 horas / aulas). A aplicação do referido questionário se deu no dia 14 de julho de 2021, de forma remota, devido ao cenário de pandemia, onde foi utilizado um formulário do *Google Forms* e a plataforma do *Google Meet*. Dos 28 (vinte e oito) alunos matriculados, somente 15 alunos responderam ao questionário. Nesse mesmo dia, os alunos assinaram o Termo de Consentimento e Adesão para participar como sujeito da pesquisa de Mestrado em Ensino de Física (APÊNDICE B) e receberam esclarecimentos (orientações no próprio questionário) sobre os propósitos da pesquisa.

No pré-teste as questões utilizadas foram: 1) *Qual a sua compreensão sobre onda? Dê exemplos de ondas que você conhece.* 2) *Na sua opinião como uma onda pode ser gerada?* 3) *As ondas podem ser classificadas quanto a sua natureza de duas formas: mecânica e eletromagnéticas. Você poderia explicar a diferença entre esses dois tipos de ondas.* 4) *Cite pelo menos dois exemplos de ondas mecânicas.* 5) *Josué bate uma régua na superfície da água 10 vezes em 5,0 segundos e duas cristas consecutivas da onda ficam separadas por 2,0 centímetros. Sendo assim, você conseguiria dizer que grandezas físicas (ou elementos característicos) estão presentes no surgimento da onda feita por Josué.*

Entre as respostas apresentadas pelos alunos no que concerne a primeira questão mostraremos no quadro abaixo, uma a uma.

**Quadro 2:** Respostas à Questão 1 do questionário semiestruturado (pré-teste).

| <b>ALUNO (A)</b> | <b>RESPOSTAS</b>  |
|------------------|---|
| A1               | Ondas fazem parte do nosso dia-a-dia em aparelhos nos sons das ruas ou até mesmo no vento. Exemplos Ondas Sonoras, marítimas. |
| A2               | Ondas magnéticas, Ondas Sonoras e Ondas do mar.   |
| A3               | Ondas são movimentos e impulsos que se propagam e invisíveis ao olho nu. Exemplos: Ondas de Satélites, Ondas de raio-x.       |
| A4               | Ondas eletromagnéticas  |
| A5               | Ondas do mar, Onda magnética e Onda mecânica.   |
| A6               | Ondas podem ser vistas ou geradas de vários tipos de formas tais como onda sonora, onda de calor, ondas aquáticas, etc        |
| A7               | Ondas telefônicas, Ondas do mar e Ondas radioativas.  |
| A8               | Onda do mar, Ondas Sonoras, Ondas de energia e Ondas de Calor.  |
| A9               | Ondas de rádio, Ondas de celular e Ondas de televisão.  |
| A10              | Onda do mar e Onda de energia.  |
| A11              | Sinais transmitidos para antenas e satélites sem necessitar de fios.<br>Ondas de rádio  |
| A12              | Ondas de rádio e Ondas de água.   |

|     |   |
|-----|---|
| A13 | São sinais sem fios de energia. Exemplo: ondas eletromagnéticas   |
| A14 | Ondas mecânicas e Ondas eletrônicas.  |
| A15 | São movimentos naturais através de forças visíveis ou invisíveis. Exemplos: Onda do mar, onda de calor, onda de uma corda, onda de som. |

Com base nos comentários dos alunos, observamos diversidade, a maior parte ligada a equipamentos eletrônicos que têm associação com as ondas eletromagnéticas, e acredita-se que tais menções se deram pelo fato de utilizarem esses equipamentos em seu cotidiano.

Analisando os resultados obtidos sobre a compreensão de onda, verificou-se que 3 (três) estudantes (A3, A11 e A15) conseguiram melhor aproximação do conceito de onda, como por exemplo, algumas menções de que as “ondas são movimentos e impulsos que se propagam e invisíveis ao olho nu” (A3); “sinais transmitidos para antenas e satélites sem necessitar de fios” (A11) e “são movimentos naturais através de forças visíveis ou invisíveis” (A15). Nas respostas emitidas pelos alunos evidenciava-se a compreensão acerca de ondas eletromagnéticas, que podem ser transmitidas a longas distâncias sem necessitar de um meio para se propagar; mas também, deveriam estar se reportando ao conceito principal dos vários tipos de ondas existentes que é o transporte de energia para diferentes pontos.

Como afirma Nussenzveig (2014), uma onda é qualquer efeito ou perturbação que se transmite de um ponto a outro de um meio, ou seja, a transmissão do efeito entre dois pontos distantes ocorre sem que haja transporte direto de matéria de um desses pontos ao outro. Conforme verificamos a partir das respostas emitidas pelos alunos A3, A11 e A15, a presença de conhecimentos prévios relacionados ao conceito de ondas.

Também verificamos exemplos de ondas que estão relacionadas a expressões do cotidiano tais como ondas de calor como afirma os alunos (A1 e A6). Essa expressão aparece com frequência nas previsões do tempo, evidenciando

influências das práticas sociais de referência. Portanto, ondas são oscilações em função do tempo e do espaço, que apenas transportam energia (NUSSENZVEIG, 2014).

Outro exemplo de onda eletromagnética é a luz, que se propaga no vácuo, assim como as ondas de calor. Quanto aos demais estudantes (A2, A4, A5, A7, A8, A9, A10, A12) mencionaram somente exemplos de ondas que sugerem as representações que estão relacionadas às experiências vivenciadas no cotidiano ao presenciarem o fenômeno da propagação da onda na superfície do mar ou do rio ou quando eles os observam pelos meios de comunicação.

Diante do exposto, verificamos que os alunos possuem concepções superficiais ou distorcidas. Neste contexto, situa-se a importância de conhecer o que os alunos já sabem sobre o estudo de ondas, pois como argumenta Ausubel (1980), possibilita que os conceitos possam ser ancorados a estrutura cognitiva do aprendiz. Além disso, de acordo com o autor, o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe e que descubra isso e ensine de acordo.

No que concerne a segunda questão que trata sobre como uma onda pode ser gerada, podemos observar algumas das respostas dos alunos (A1, A2, A3, A4, A6, A9, A12, A15):

- “No mar temos um exemplo, o vento cria um mecanismo onde as ondas se movimentam pelo oceano” (A1)
- “Por impacto na água ou por um movimento” (A2)
- “Podem ser geradas como resultado de um impulso” (A3)
- “Uma onda pode ser gerada de varias formas. Exemplo: Se você jogar uma pedra em um lago calmo ele vai criar uma onda que vai agitá-lo” (A4)
- “Através de um impulso de algo ou alguém” (A6)
- “Uma onda pode ser gerada pela velocidade do vento ou ato da força da natureza” (A9)
- “Pela perturbação da matéria” (A12)
- “Através de um movimento ou de um impacto” (A15)

As respostas evidenciam a dificuldade que o aluno demonstra ao tentar explicar como as ondas se formam, mas é possível observar que os estudantes possuem conhecimento prévio, pois como podemos observar usam das palavras “velocidade”, “movimento”, “impacto” e “perturbação” para definir a formação de uma onda em um determinado meio de propagação. Quanto aos demais alunos (A5, A7, A8, A10, A11, A14) responderam à questão destacando alguns aparelhos eletrônicos como celulares, televisões, rádios e micro-ondas como forma de gerar ondas. Como podemos destacar, para Young e Freedman (2003), uma onda surge quando uma

perturbação é realizada num meio qualquer e se propaga provocando uma perturbação em um sistema antes em equilíbrio. Dessa forma, podemos dizer que ondas eletromagnéticas são geradas inicialmente pelo movimento de cargas elétricas que criam um campo elétrico à sua volta, ou seja, criam uma região de perturbação nas propriedades do espaço

Diante do exposto, verificamos que os alunos possuem concepções prévias. Neste contexto, aborda-se o trabalho científico educacional de Ausubel, voltado para aprendizagem que “o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigue isso e ensine-o de acordo” (MOREIRA, 2016, p.64).

Nas respostas à terceira questão (quanto a *diferença entre ondas mecânicas e eletromagnéticas*), apenas A1, A2 e A15 não deixaram a questão em branco, apresentando como resposta: o aluno A1 comenta, “que uma onda mecânica necessita de algum impacto (ou movimento) para acontecer em algum objeto e uma onda eletromagnética acontece através de forças eletromagnéticas, já o aluno A4 mencionou “que uma onda mecânica são gerada por um movimento enquanto as ondas eletromagnéticas são geradas por algum aparelho”, e o aluno A15 afirma “que uma onda mecânica são ondas que aparecem enquanto as ondas eletromagnéticas são ondas conduzidas por energia”. Fica claro a dificuldade encontrada pelos estudantes para realizar corretamente a definição dos conceitos.

Constatamos, em linhas gerais, que os alunos participantes da pesquisa, embora tenham apresentado formas de ondas, como visto na questão anterior, não souberam explicar a diferença entre onda mecânica e onda eletromagnética, conceitos que são trabalhados no 9º ano do Ensino Fundamental. Verificamos que os três alunos não relacionaram ao meio de propagação quanto a natureza da onda que difere de onda mecânica e eletromagnética. Essas vibrações e oscilações podem se espalhar em meios elásticos, como o caso de ondas mecânicas, e também no vácuo, nesse último caso sendo classificadas como ondas eletromagnéticas, que não precisam de um meio material para se propagar (YOUNG; FREEDMAN, 2003).

Ao definirem ondas mecânicas remetem ao estudo de movimento dos corpos, por tratar a unidade mecânica dos corpos estudados no ensino fundamental e primeiro ano do Ensino Médio, enquanto as ondas eletromagnéticas afirmam sobre os aparelhos eletrônicos que fazem parte do seu dia a dia por produzirem ondas

eletromagnéticas. Para Viennot (2001) os alunos não levam muito em conta o meio de propagação. Os estudantes usam das palavras “velocidade”, “movimento”, “força” e “energia” sem diferenciá-las, como se representassem o mesmo significado. Conforme a autora, os alunos fazem analogias à mecânica dos sólidos, na qual relacionam todo o movimento ao agente que o cria necessário uma “energia”, uma “força” para que o pulso seja mantido com velocidade constante.

No caso da questão 4 (*exemplos de ondas mecânicas*) muitos alunos citaram os vários tipos de ondas que conheciam do seu cotidiano, atitude esperada considerando a questão anterior na qual não conseguiram diferenciar ondas mecânicas de ondas eletromagnéticas. Podemos destacar aqui que os alunos (A1, A2 e A15) mencionaram exemplos como A1 “Som, rádio e Tv; já o aluno A2 comentou “Luz, som e corda de um violão” e o aluno A15 afirmou “onda do mar, som, onda na corda” ou seja, os mesmos que discutiram a diferenciação conseguiram exemplificar alguns tipos de ondas mecânicas.

Como afirmam Young e Freedman (2003), a principal diferença entre ondas mecânicas e eletromagnéticas se dá com relação à sua propagação. Enquanto as ondas mecânicas precisam de um meio para se propagar, como por exemplo, ondas no mar, ondas na corda, ondas sonoras e etc. Já as ondas eletromagnéticas não precisam de um meio e podem se propagar até no vácuo (onde não há matéria) em que podemos destacar como a luz, micro-ondas, rádio, raio X. Diante disso, na questão 4, os alunos citam essas duas formas de ondas, evidenciando que não conhecem ainda a diferença entre elas.

Sobre a questão 5 (trata de elementos característicos presentes no surgimento da onda), dos 15 (quinze) alunos que responderam ao pré-teste, somente 1 (um) aluno respondeu à questão (A15) afirmando que “a grandeza envolvida da onda feita por Josué é o volume, o comprimento e a largura”. Esperávamos como possível resposta da onda feita por um aluno que as grandezas envolvidas são a frequência, que está relacionada com número de voltas, ciclos ou batidas no determinado intervalo de tempo e a outra grandeza é o comprimento de onda que é a distância (medida paralelamente à direção de propagação da onda) entre repetições da forma de onda (HALLIDAY, 2016)

Nessa análise dos dados apreendidos até aqui, em linhas gerais, fica evidenciado a partir dos conhecimentos prévios que o que os alunos estudam na

Educação Básica ainda está muito distante da "física real", da física que os alunos conhecem no seu dia a dia. Segundo Carvalho (2006), faz-se necessário mudanças nas metodologias de ensino, porque a forma como o ensino de ciências vem sendo trabalhado nas escolas contribui para que os estudantes criem aversão pelas disciplinas voltadas a esta área do conhecimento, em especial da Física, e não consigam uma apropriação dos conceitos.

Assim, observamos que essa mesma realidade ainda se faz presente nos dias atuais devido a falta de organização por parte do professor ou desconhecimento de Física no sentido de não trabalhar com estratégias metodológicas que possam partir do senso comum dos alunos e, assim, trabalhar os conhecimentos científicos, a fim de que os alunos se apropriem dos mesmos, não se limitando aos cálculos matemáticos e às definições apenas, sem levar em conta a vivência dos alunos.

Já a questão 6, a única questão objetiva que trata sobre a propagação de uma onda num plano julgando os itens como verdadeiro ou falso, dos 15 quinze) alunos participantes da pesquisa, apenas 5 (cinco) deles, A1, A3, A7, A13 e A15, responderam essa questão correta. Porém, apenas assinalaram a alternativa e ambos assinalaram a letra 'C' em que os itens II e III estão corretos. Embora apresentado a equação, a fórmula empregada para se calcular a velocidade de propagação da onda, os alunos não souberam aplicar essa fórmula, o que revela também não terem as habilidades mínimas dos conhecimentos matemáticos necessários à resolução de situações-problema envolvendo conceitos da Física. A questão trata da equação fundamental da ondulatória que relaciona a velocidade ( $v$ ), comprimento de onda ( $\lambda$ ) e a frequência ( $f$ ) que corresponde ( $v = \lambda \cdot f$ ), com a unidade no SI dada em metros por segundos (m/s) (SERWAY; JEWETT JR., 2016).

### **6.1 As Atividades Teórico-Práticas sobre o estudo de onda mecânica**

Após a análise dos dados produzidos através do questionário (pré-teste) sobre os conhecimentos prévios dos alunos investigados acerca do estudo de ondas mecânicas sobre seu conceito, a sua classificação e os elementos característicos é chegado o momento de explicarmos como se deu a aplicação e o desenvolvimento das atividades teórico-práticas que foram proposta na SD e a análise dos possíveis

dados produzidos por meio da observação participante e do diário de campo (diário do pesquisador).

Assim, inicialmente, nos dois primeiros encontros/aulas (2 horas/aula), com duração de 50 minutos cada aula, a primeira ação da SD foi a exibição de um vídeo “As maiores (e mais assustadoras) ondas do mundo”, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=AgBULdFDQLg>. Esse vídeo foi exibido na plataforma do *Google Meet* e foram feitos comentários do mesmo. A orientação que antecedeu a apresentação do vídeo foi de destacar em uma folha de papel A4 entregue a todos os alunos participantes da pesquisa os principais pontos que chamaram atenção sobre o surgimento de uma onda fazendo a observação detalhada para análise de questões subjetivas no final do encontro. Em seguida, para melhor aclarar a compreensão dos alunos sobre o conceito de onda e onda mecânica assim como sua classificação quanto a sua natureza fizemos a leitura e discussão (no coletivo) do texto “*Ondas e Terremotos*” lido em voz alta. Vale lembrar que nesta ação foram empregados os recursos de ensino: computador, papel branco A4 (para possíveis anotações com orientações sobre a leitura do texto) e texto enviados via *Whatsaap* e no *e-mail* (foi enviado com dois dias de antecedência).

Observamos que os alunos se mostraram envolvidos com as atividades propostas, demonstradas por meio da curiosidade e motivação, sobretudo, ao levantarmos alguns questionamentos e até mesmo situações-problema, dentre outros:

- Conforme o texto e o que foi exibido no vídeo, aprendemos que a onda está presente em diversas situações do nosso cotidiano. Com base nessa afirmação, tente formular o conceito de onda e como ela surge.

- Uma boia encontra-se no meio de uma piscina. Uma pessoa provoca ondas na água, com uma varinha de madeira. De acordo com os conceitos estudados no texto, o que acontecerá com a boia?

- Ao se propagar, uma onda transporta apenas energia e quantidade de movimento. Dê um exemplo de uma onda mecânica que não foi exemplificada no texto e justifique essa afirmação.

Dessa forma, através da observação participante, a partir da discussão (no coletivo) do texto e da exibição do vídeo, verificamos que esses recursos e estratégias de ensino se apresentaram como possibilidade de proporcionar aos alunos a ligação

entre os conhecimentos que ele já sabia e os conhecimentos científicos. Neste caso, é necessário ter conhecimentos prévios para servir de sustentação para o novo conhecimento. Essa sustentação, ou suporte foi designado de “ancoragem”, de acordo com Moreira (2011, p.28)

[...] na perspectiva da aprendizagem significativa ausubeliana, a estrutura cognitiva prévia (i.e., os conhecimentos prévios e sua organização hierárquica) é o principal fator, a variável isolada mais importante, afetando a aprendizagem e a retenção de novos conhecimentos.

Para Ausubel e Novak (1987), a aprendizagem se dará por ancoragem, processo que se baseia no que chamaram de “hierarquia conceitual”, o que, de forma sintética, consiste na ideia de que elementos específicos vão se ligando a elementos gerais. Para isto, a ancoragem é necessária, realizada através dos subsunçores. (MOREIRA, 1999). Para Moreira (2011) a ancoragem é uma metáfora, pois não se deve entender como um mero ancoradouro, pois o processo ocorre de forma dinâmica e interativa, modificando o subsunçor.

Para o aluno, o conceito terá significado com o decorrer do tempo com a aquisição das “ideias âncoras”. As ideias bases, muitas vezes, já fazem parte da estrutura do aluno, contudo não estão ativadas, cabendo ao professor averiguar o conhecimento prévio, para ativá-lo, e ancorar o novo ensinamento.

Sobre os questionamentos propostos aos alunos após a leitura do texto e exibição do vídeo, voltamos analisar as falas dos alunos acerca das situações-problemas colocadas. Para isso, comentamos as questões apresentadas, bem como possíveis distorções conceituais que podem surgir quando iniciamos o estudo do conceito de onda e a definição de onda mecânica.

Para isso, explicamos o conceito de onda como sendo uma perturbação (ou abalo) que se propaga. Além disso, que as ondas mecânicas são tipos de ondas que necessitam de um meio material para a sua propagação e que as ondas eletromagnéticas são ondas que não necessitam obrigatoriamente de um meio material para se propagarem.

Observamos que dos 15 (quinze) alunos que participaram do preenchimento do questionário (pré-teste), somente 3 (três) alunos responderam as três questões propostas neste segundo encontro da aplicação da SD. Destacaremos algumas

respostas dos alunos (A1, A2, A15) o aluno A1 afirmou que a questão 1: “Uma onda é uma perturbação que se propaga nos materiais e no espaço. Ela surge quando um sistema é deslocado de sua posição de equilíbrio e a perturbação se desloca ou se propaga de uma região para outro sistema” na questão 2: “A boia vai continuar no mesmo lugar, pois as ondas só transmitem energia e não a matéria” e na questão 3: “As ondas do mar. Ela é mecânica, pois o vento sopra na água fazendo formar as ondulações”.

Já o aluno A2 afirmou que a questão 1: “Uma onda é uma perturbação que se propaga” na questão 2: “A boia vai continuar no mesmo lugar, pois as ondas só transmitem energia” e na questão 3: “Onda em uma corda. Ela é mecânica, pois a corda é um meio de propagação”. Enquanto o aluno A15 afirma que a questão 1: “Uma onda é um abalo ou perturbação que se propaga transportando energia” na questão 2: “A boia vai continuar no mesmo lugar, pois as ondas só transmitem energia” e na questão 3: “Onda em uma mola”.

Podemos verificar o entendimento dos alunos no que concerne a onda sem transportar matéria e sim de energia. Quando uma onda se desloca em um determinado meio provoca uma perturbação nas partículas que constituem o mesmo. Essas vibrações podem ocorrer de diferentes formas, transportando energia (SERWAY; JEWETT JR., 2016).

Observamos que os alunos (A1, A2, A15) mostraram evolução de conceituar uma onda, como ela surge e qual suas diferenças sendo ela mecânica e eletromagnética e também verificamos o entendimento do aluno no que concerne a onda sem transportar matéria e sim de energia. Quando uma onda se desloca em um determinado meio provoca uma perturbação nas partículas que constituem o mesmo. Essas vibrações podem ocorrer de diferentes formas, transportando energia (SERWAY; JEWETT JR., 2016).

Feito a análise desse segundo encontro da aplicação do Produto Educacional, no encontro seguinte (3º encontro), também perfazendo um total de 2 horas/aula, sendo 50 minutos cada aula, a primeira ação da Sequência Didática foi a exibição de um vídeo “Ondas Sísmicas”, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=zMcFb6Nsk0c>. Esse vídeo foi exibido na plataforma do Google Meet e foi levantada situações problemas do mesmo. Em seguida, para melhor aclarar a compreensão dos alunos sobre como ocorre a direção

de vibração das partículas e direção de propagação fizemos a leitura e discussão (no coletivo) do texto “*Ondas e Terremotos*” lido em voz alta (XAVIER; CLAÚDIO; BARRETO, 2017).

A orientação que antecedeu a apresentação do vídeo foi de destacar em uma folha de papel A4, na qual foi entregue a todos os alunos participantes da pesquisa e que destacassem os principais pontos que chamaram atenção sobre como ocorre a diferença de uma onda do tipo longitudinal e uma onda do tipo transversal fazendo a observação detalhada para análise de questões subjetivas, aqui mencionadas.

1) Uma caixa d’água está com  $\frac{2}{3}$  da sua capacidade preenchida de água. Um rapaz brincando com uma varinha de madeira, começa a produzir ondas na superfície d’água. Como podemos classificar essa onda quanto à direção de vibração do meio de propagação com relação à direção de propagação da onda?

2) Duas crianças estão brincando de pular corda, quando decidem mudar a brincadeira. Amarram uma das extremidades em uma árvore, de modo que a mesma fique firme. Na extremidade solta começam a movimentar a corda para cima e para baixo, formando uma imagem referente a uma onda. O que você pode falar a respeito dessa onda?

Sobre os questionamentos propostos aos alunos após a leitura do texto e exibição do vídeo foram respondidas por 8 alunos. Podemos destacar, as respostas dos alunos (A3, A11, A13 e A15) com relação a primeira questão: (A3) Ondas Mecânicas, (A11) Ondas Transversais ou longitudinais, (A13) Ondas Longitudinais, (A15) na água ocorrem movimento transversal e longitudinal. Quando questionados sobre a primeira resposta, o estudante A11 observou: que não pode ser uma onda mecânica, porque não é isso que o exercício está perguntando. Questionados se poderia ser uma onda longitudinal, logo o aluno (A15) respondeu que: o movimento é longitudinal e transversal, conforme a última resposta.

Quanto a resposta da segunda questão, podemos observar que 7 (sete) alunos que responderam a essa questão classificaram como correto a onda em uma corda ser do tipo transversal, sendo que um aluno respondeu não ter entendido a questão.

Ao analisarmos as respostas dos alunos, iniciamos explicando a diferença entre ondas transversais e ondas longitudinais. Nas ondas transversais, as

perturbações ocorrem na direção perpendicular à direção de propagação da onda, tal como ocorre em uma corda esticada. Por outro lado, nas ondas longitudinais a perturbação ocorre na mesma direção de propagação da onda. Podemos destacar ainda que, existem situações, em que é possível obter ondas longitudinais e ondas transversais no mesmo meio. Como exemplo podemos citar, um recipiente cheio de líquido possui uma placa submersa que pode ser movimentada para frente e para trás. Quando a placa é empurrada para frente o líquido se movimenta e as partículas que o compõem realizam vibrações perpendiculares em relação a direção da propagação da onda e na mesma direção do espalhamento, produzindo, assim, ondas longitudinais e transversais que se sobrepõem (SERWAY; JEWETT JR., 2016).

Na discussão feita de ondas transversais e longitudinais voltamos ao caso do vídeo exibido no início do encontro e foi postos alguns questionamentos como: As ondas sísmicas de um terremoto como podemos classificar quanto a sua direção de vibração e de propagação? Qual é a natureza das ondas geradas nos terremotos: mecânica ou eletromagnética?

Os alunos (A3, A13 e A15) pediram novamente para que colocassem o vídeo, pois queriam observar algumas ilustrações provocadas pela propagação da onda. Depois de alguns minutos em silêncio responderam todos de forma correta em voz alta que “quando um terremoto é originado em algum ponto do planeta, ondas longitudinais e transversais são geradas simultaneamente e se propagam pela crosta terrestre com velocidades diferentes”. Quanto a resposta do segundo questionamento podemos destacar que o aluno (A11) lembrou novamente a resposta de outro aluno que ao perguntar sobre a classificação da onda quanto a sua direção de vibração e propagação é referido a onda ser transversal ou longitudinal e não quanto a sua natureza (ser mecânica ou eletromagnética). Alguns alunos concordaram com sua indagação e novamente responderam corretamente que uma onda gerada por um terremoto é do tipo mecânica. Vale ressaltar que as ondas geradas por um terremoto são ondas mecânicas. Basicamente, são deformações elásticas que se propagam pelo interior da Terra transportando energia. (SERWAY; JEWETT JR., 2016).

Feito a análise desse terceiro encontro da aplicação do Produto Educacional, no encontro seguinte (4º encontro), também perfazendo um total de 2 horas/aula, sendo 50 minutos cada aula, a primeira ação da SD foi a apresentação e discussão textual sobre os elementos característicos das ondas. Em seguida, fizemos uso de

simuladores da plataforma PhET como ferramenta de ensino com os títulos: Onda em Corda disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/wave-on-a-string](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/wave-on-a-string), e Ondas: intro disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/waves-intro](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/waves-intro).

Iniciou-se o encontro perguntando aos alunos se conseguiram fazer a leitura do texto e as questões que se encontrava no final. Somente estava presente 7 (sete) alunos e apenas 4 (quatro) alunos disseram ter lido o texto e feito as questões enquanto 3 disseram não ter lido o texto e não fizeram as questões propostas. Então começamos a discutir o texto em voz alta observando os pontos de vista de alguns alunos no que refere as grandezas que caracterizam as ondas. Observamos que os alunos se mostraram bastante envolvidos com as atividades propostas, o que implicou na curiosidade e motivação deles, sobretudo, ao levantarmos alguns questionamentos e até mesmo situações-problema, dentre outros:

- 1) Um trem de ondas senoidais, gerado por um dispositivo mecânico oscilante, propaga-se ao longo de uma corda. A tabela a seguir descreve quatro grandezas que caracterizam essas ondas mecânicas. Relacione a grandeza quanto ao período, frequência, comprimento de onda e amplitude.

| Grandeza | Descrição   |
|----------|---|
| 1        | número de oscilações completas por segundo de um ponto da corda |
| 2        | duração de uma oscilação completa de um ponto da corda          |
| 3        | distância que a onda percorre durante uma oscilação completa    |
| 4        | deslocamento máximo de um ponto da corda                        |

- 2) - Uma onda representada na imagem abaixo tem velocidade igual a 24 cm/s. Determine:



- a) a amplitude da onda;
- b) o comprimento de onda da onda;

- c) a frequência da onda;
- d) o período da onda.

3) O comprimento de onda, representado pela letra grega lambda ( $\lambda$ ) pode ser definida como:

- a) A distância percorrida pela onda em um segundo.
- b) A distância entre dois pontos da onda, consecutivos e correspondentes.
- c) A distância entre seu ponto mais alto (crista) e seu ponto mais baixo (vale).
- d) A distância de ondas completas na unidade de tempo

No que concerne a primeira questão alguns alunos prontamente disseram não terem entendido o que é a frequência de uma onda e o que é o período, devido os conceitos serem muito parecidos, afirma um dos alunos. Observou-se que dos sete alunos que disseram ter lido o texto e respondido, apenas o aluno (A11) mencionou a sequência correta dos elementos característicos de uma onda como observa a sua discussão: “frequência, período, comprimento de onda, amplitude” e assim os alunos (A3, A13 e A15) fizeram a sua discussão da seguinte forma: (A3) “período, frequência, comprimento de onda, amplitude”; (A13) “comprimento de onda, período, amplitude, frequência”; e (A15) “período, comprimento de onda, amplitude, frequência”, na qual observamos que esses três alunos não conseguiram, pois observamos a dificuldade de interpretação do conceito físico, principalmente das grandezas período e frequência.

Com isso, foi evidenciado aos alunos um simulador, PhET, disponível em ([https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/waves-intro](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/waves-intro)) para auxiliar na explicação na definição do conceito de frequência e período. Foi explicado que a frequência representava o número de oscilações de uma onda em um determinado intervalo de tempo, ou seja, uma onda de 50Hz, oscila cinquenta vezes por segundo e que o período era o tempo necessário para que a fonte produzisse uma onda completa. Aproveitou-se o simulador para explicar as grandezas comprimento de onda e a amplitude, na qual o comprimento de onda corresponde ao comprimento de uma onda completa ou a distância entre duas cristas ou dois vales adjacentes e a amplitude está

relacionada ao máximo afastamento dos pontos da corda em relação à posição de equilíbrio.

Conforme ainda abordado na Questão 1 sobre o uso do simulador, em relação as grandezas amplitude e o comprimento de onda, os alunos declararam ter respondido errado a questão.

Com relação à questão 2, as respostas obtidas mostraram que os estudantes não conseguiram fazer as relações necessárias para responde-la, necessitando de uma explicação em aula. Contudo, observamos que apenas o aluno (A15) conseguiu responder todos os itens solicitados da forma correta e os alunos (A11) e (A13) conseguiram acertar os itens 'c' e 'd' da questão. Verificamos então, que os alunos não conseguiam relacionar a frequência da onda com a velocidade da onda e o seu comprimento de onda através da equação fundamental ( $V = \lambda.f$ ). Questionados sobre o valor da frequência desta onda, não houve resposta. Então, observamos que mesmo os alunos tendo conhecimento da equação matemática observou a falta de conhecimentos matemáticos para desenvolver a sua resposta.

Com relação ao período da onda, foi preciso relacionar a frequência com o período para que pudessem determinar o seu valor. Foi interessante observar que o aluno (A15) fez uma seguinte pergunta: Professor nesta questão vai ser preciso transformar em metros por segundo, pois a velocidade da onda está em centímetros por segundo? Depois de alguns segundos observamos que alguns alunos ficaram inquietos com a pergunta do colega afirmando que: Meu Deus, vai ter mais conta pra fazer! Logo pedi que se acalmassem, pois a pergunta do colega tinha sido muito importante e respondi dizendo que esta questão não necessitaria de transformação, mas que todo cuidado temos que ter com as unidades de medidas.

Com relação à Questão 3, questão objetiva, em que o aluno precisava aplicar o conceito de comprimento de onda, destacaremos aqui 4 (quatro) alunos (A1, A2, A11, A15) que responderam de forma correta e assinalaram o item 'b' da questão. Novamente os alunos (A7, A10, A12, A14) começaram a relatar que sua resposta da questão, estava errada, pois alguns confundiram com a amplitude e outros relataram ter relacionado com a frequência. Os alunos, em conformidade com as respostas, perceberam os equívocos por causa da abordagem da Questão 1, onde, com o auxílio do simulador, conversamos sobre a definição de comprimento de onda, logo

identificaram a alternativa correta. Segundo Serway, Jewett Jr (2016), a distância entre duas cristas, ou duas amplitudes máximas, é chamada de comprimento da onda ( $\lambda$ ).

Feito a análise desse quarto encontro da aplicação do Produto Educacional, no encontro seguinte (5º encontro), também perfazendo um total de 2 horas/aula, sendo 50 minutos cada aula, a primeira ação da SD foi iniciar o encontro com a socialização e explicação do jogo de tabuleiro sobre o estudo de ondas, dando destaque à sua definição, a sua classificação e seus elementos característicos, como os seus objetivos e comandos necessários à sua utilização. Após isso, abri espaço para discussão (no coletivo) sobre a resolução das situações-problema constantes nas cartas do tabuleiro. É papel do professor, durante toda a dinâmica de aplicação do supracitado jogo, criar as condições de mediação, fazer a mediação, levantando possíveis problematizações.

Esclarecemos que o jogo de tabuleiro, tipo trilha, utilizado neste estudo foi organizado com trinta e cinco casas, excluindo as casas de início e fim. Na construção desse jogo, nossa referência foi o jogo didático “Tapete Solar” (SOARES, 2020).

A turma foi dividida em quatro grupos de três alunos, em que apenas um aluno foi escolhido por seu grupo para representar a determinada cor do tabuleiro e os outros componentes do grupo poderiam ajudá-lo. Cada grupo foi identificado por uma cor, o grupo 1 (cor marrom), grupo 2 (cor verde), grupo 3 (cor preta) e o grupo 4 (cor laranja).

O Jogo de tabuleiro é um jogo didático sobre os estudos de ondas, dando destaque à sua definição, a sua classificação e elementos característicos, que consiste em caminhos de cores com ações a serem realizadas pelos jogadores com o objetivo de revisar os assuntos tratados na SD e avaliar o conhecimento teórico adquirido pelos estudantes, sendo utilizado como sinônimo de ludicidade permitindo, assim, que o aluno desenvolva sua capacidade intelectual, afetiva, motora e social.

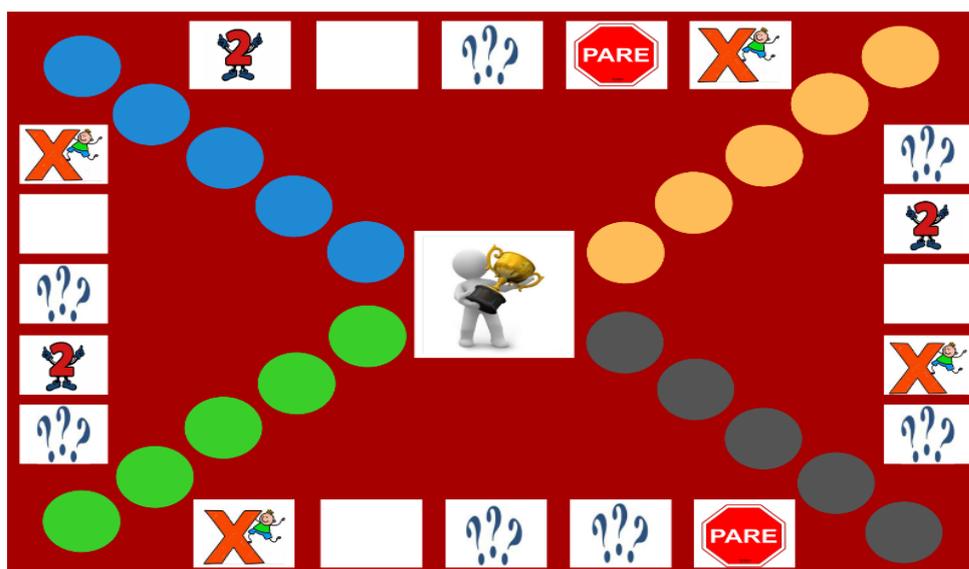
A aprendizagem é dita significativa quando a tarefa potencialmente significativa, dada por recepção ou descoberta, relaciona-se significativamente com os conhecimentos que os alunos já traziam ao longo desses dias estudando os assuntos tratados na SD como uma forma de ancoragem.

De acordo com Moreira (2011), a aprendizagem significativa acontece por meio da interação entre as novas informações apreendidas e os conhecimentos prévios do aprendiz, a partir de uma relação não-arbitrária e substantiva.

Em análise aos estudos realizados, entendemos que a partir dessa relação não-arbitrária e não-literal, tanto a nova informação sobre os conceitos de Onda e Onda mecânica como as que serviram de ancoradouro, ou seja, de subsunçores, modificaram-se e os novos significados na mente dos alunos adquiriram maior estabilidade, assim os mesmos tinham facilidade ao entender e responder às perguntas feitas no jogo.

Através dessa atividade didática, intencional e planejada, buscamos organizar o ensino de Física e, além disso, proporcionar aos alunos motivos, maior interesse pelo tema abordado, considerando a espontaneidade, criatividade e disposição em se apropriar do conceito proposto neste estudo.

**Figura 6** – Jogo de tabuleiro



Fonte: Adaptado Soares (2020)

Dessa forma, o jogo se apresenta como mediador do ensino e aprendizagem, a fim de que ocorra a apropriação dos conceitos. De acordo com Cavalcanti (2005), na atividade do jogo, três das funções psicológicas que mais se desenvolvem são a memória, pensamento e a linguagem. Logo, os alunos devem ter a memória do conteúdo e saber pensar e se comunicar para solucionar as situações-problema postas, criando as estratégias para solucioná-las.

## REGRAS DO JOGO

- Número de jogadores: 04 (quatro);
- jogo inicia com o jogador que ao lançar o dado obtiver o maior número. Caso haja empate, os jogadores repetirão o procedimento até desempatar;
- Os jogadores caminharão em sentido horário, de acordo com o que tirar ao lançar o dado;
- Durante o caminho há espaços com perguntas. Onde o jogador deverá responder, ou outras ações que deve realizar;
- Está na reta final. Jogue o dado e responda para passar adiante.
- Acertou: avance 1 casa.
- Errou: volte 1 casa.
- Ganhará o jogador que conseguir dar uma volta inteira no retângulo e chegar ao centro do caminho que tem sua cor.

**CARTAS COM SITUAÇÕES-PROBLEMA**

**1) Na propagação de uma onda há, necessariamente, transporte de:**

- a) massa e energia
- b) quantidade de movimento e partículas
- c) energia e quantidade de movimento
- d) massa e partículas
- e) partículas e vibrações

**2) Ondas que vibram na mesma direção em que se propagam:**

- a) transversais;
- b) longitudinais;
- c) oblíquas;
- d) perpendiculares

**3) Quando uma pedra cai num lago tranquilo, formam-se ondas circulares. O fato de as ondas serem circulares é uma evidência de que:**

- a) as ondas transportam energia;
- b) as ondas transportam matéria;
- c) a velocidade de propagação das ondas é a mesma em todas as direções;
- d) a velocidade de propagação das ondas depende da densidade da pedra;

**4) Qual das ondas citadas é longitudinal:**

- a) ondas na superfície da água;
- b) ondas luminosas;
- c) ondas eletromagnéticas;
- d) ondas sonoras;

**5) Uma onda mecânica é dita transversal se as partículas do meio movem-se:**

- a) perpendicularmente a sua direção de propagação;
- b) paralelamente à direção de propagação da onda;
- c) transportando matéria na direção de propagação da onda;
- d) com a velocidade da luz na direção de propagação da onda;

**6) O número de ondas que passa por um ponto na unidade de tempo, é denominado:**

- a) frequência;
- b) amplitude;
- c) período;
- d) velocidade de propagação;

**7) O som se propaga com maior velocidade:**

- a) nos sólidos;
- b) na atmosfera;
- c) no vácuo;
- d) nos líquidos;

**8) Numa experiência clássica, coloca-se em uma campânula de vidro, onde se faz o vácuo, uma lanterna acesa e um despertador que está despertando. A luz da lanterna é vista, mas o som do despertador não é ouvido. Isso acontece porque:**

- a) o comprimento de onda da luz é menor que o do som;
- b) nossos olhos são mais sensíveis que nossos ouvidos;
- c) o som não se propaga no vácuo e a luz sim;
- d) o vidro da campânula serve de blindagem para o som, mas não para a luz;

9) Quando assistimos a filmes em que ocorrem batalhas espaciais, tipo Star Wars, notamos que em locais do espaço onde existe vácuo, uma espaçonave de combate atira contra outras, provocando grandes estrondos. A respeito, podemos dizer que:

- a) esses estrondos realmente existem, pois o som se propaga no vácuo;
- b) esses estrondos são muito mais intensos que os exibidos no cinema, porque surgem da emissão de ondas eletromagnéticas que se originam na desintegração das espaçonaves;
- c) esses estrondos são mais fracos que os exibidos no cinema, pois no vácuo os sons se propagam com baixa velocidade;
- d) esses estrondos não existem, pois o som não se propaga no vácuo;

10) As radiações eletromagnéticas, no vácuo, caracterizam-se por possuir:

- a) mesma frequência;
- b) mesma velocidade;
- c) mesmo comprimento de onda;
- d) mesma amplitude;

11) Luz é onda eletromagnética:

- a) mecânica;
- b) transversal;
- c) longitudinal;
- d) material;

12) Considere os seguintes fenômenos ondulatórios:

I) Luz

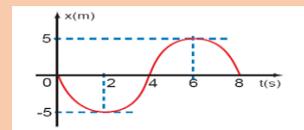
II) Som (no ar)

III) Perturbação propagando-se numa mola helicoidal esticada.

Podemos afirmar que:

- a) I, II e III necessitam de um suporte material para propagar-se.
- b) I é transversal, II é longitudinal e III tanto pode ser transversal como longitudinal.
- c) I é longitudinal, II é transversal e III é longitudinal.
- d) I e III podem ser longitudinais.
- e) Somente III é longitudinal.

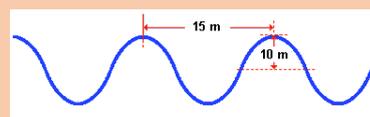
13) O gráfico representa a propagação de uma onda.



A amplitude, o período e a frequência para esse movimento são dados, respectivamente, por:

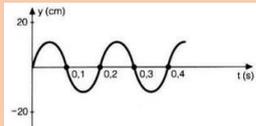
- a) 10 m, 4 s, 1/8 Hz
- b) 5 m, 8 s, 1/4 Hz
- c) 10 m, 8 s, 1/4 Hz
- d) 5 m, 8 s, 1/8 Hz

14) Uma onda se propaga ao longo de uma corda com frequência de 60 Hz, como ilustra a figura.



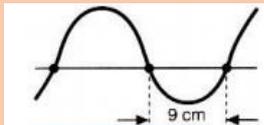
- A) Qual a amplitude da onda?
- B) Qual o valor do comprimento de onda?
- C) Qual a velocidade de propagação dessa onda?

15) Uma onda produzida na superfície de um tanque de água, de 40 cm de comprimento de onda, faz com que uma pequena rolha sofra deslocamentos verticais, em relação ao nível da superfície. Conforme diagrama abaixo. A velocidade da onda, em cm/s, é:



- a) 50                      b) 180                      c) 200  
d) 500                    e) 800

16) Uma onda se propaga ao longo de uma corda com frequência de 30 Hz, conforme a figura. Nessas condições podemos afirmar que sua velocidade e comprimento de onda são, respectivamente:



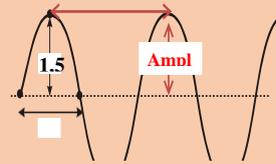
- a) 320 cm/s e 18 cm  
b) 540 cm/s e 18 cm  
c) 270 cm/s e 9 cm  
d) 90 cm/s e 3 cm  
e) 30 cm/s e 3 cm

17) Uma bola estava flutuando no meio de uma piscina. Um estudante na beirada da piscina desejava fazer com que ela se deslocasse para a outra beirada. Bateu, então, várias vezes na água com a mão movendo-a para cima e para baixo, gerando uma onda que se propagou na superfície da piscina, para que a bola, ao ser atingida pela onda, fosse levada por ela. O estudante conseguiu o que desejava? Por quê?

18) Uma criança coloca um barquinho de papel em uma grande bacia com água. Ela começa a agitar levemente a bacia e percebe a formação de pequenas ondas, no entanto, seu barquinho não sai do lugar. Justifique sua resposta por meio de argumentos científicos.

19) Uma onda é estabelecida em uma corda mostrada na figura ao lado. O ponto A destacado na figura oscila com uma frequência  $f = 20$  Hz. Observe a figura e diga se cada uma das afirmativas seguintes é verdadeira ou falsa. Para aquelas que estiverem erradas, apresente o valor correto da grandeza mencionada.

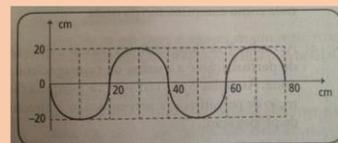
- O comprimento de onda é igual a 1,5 m.
- O período da onda é igual a 5 segundos.
- A amplitude da onda é igual a 0,8 m.
- A velocidade de propagação é 30 m/s.



20) Ondas eletromagnéticas propagam-se no vácuo na velocidade da luz. Assinale a alternativa que apresenta apenas ondas eletromagnéticas:

- raios X, infravermelho, micro-ondas, ondas de rádio.
- raios  $\beta$ , radiação  $\gamma$ , ultravioleta.
- ultrassom, laser, luz visível, micro-ondas.
- raios  $\alpha$ , raios  $\beta$ , ondas de rádio.
- raios X, infrassom, ultrassom, infravermelho

21) A figura a seguir representa uma onda que se propaga com frequência de 25 Hz, ao longo de uma corda homogênea. Determine para essa onda, os valores:



- Do comprimento;
- Da Amplitude;
- Do período;

É oportuno afirmarmos que no decorrer de todo o processo de aprendizagem do estudo de onda, dando destaque à sua definição, a sua classificação e elementos característicos, visualizarmos que os resultados desta pesquisa mostram que o ensino nessa perspectiva é gerador de motivos, de sentidos, de interesse, de criatividade e de entusiasmo por parte dos alunos, porém, não basta apenas aplicarmos o jogo no processo educativo. "O trabalho do 'jogo didático' e do jogo como atividade exige ações pedagógicas diferentes" (MOURA et al., 2016, p. 146).

Nessas condições, os dados analisados, mostraram que de 21 (vinte uma) questões que constam nas cartas de perguntas do jogo, apenas 2 (duas) questões não foi dada como respostas corretas mencionadas pelo grupo 1 (cor marrom) e o grupo 4 (cor laranja) no que refere as questões 14 e 18 do cartão.

Ambas as questões (14 e 18) tratava sobre como identificar as características de uma onda, como amplitude, comprimento de onda e sua velocidade. Assim, com relação as demais questões, os alunos demonstraram um domínio de conteúdo incrível que percebemos na fala, nas indagações e na postura que assumiram na sala de aula, com mais atenção, concentração, motivação e interesse pelo Estudo de Ondas Mecânicas.

Com isso podemos destacar em relação ao potencial dos jogos que é uma ferramenta com alto poder de vantagem satisfatória, mas é preciso compreender seu uso e aplicar de forma consciente para alcançar o seu objetivo didático no processo de aprendizagem. As intenções, no caso do jogo educativo, este funciona como um mediador de motivação que facilita a aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003).

## **6.2 Significações produzidas pelos alunos a partir do desenvolvimento da Sequência Didática sobre o estudo de Onda Mecânica**

No sexto e último encontro, ocorrido em 19/07/2021, solicitamos aos alunos participantes da pesquisa que respondessem o questionário pós- teste (APÊNDICE D), contendo 7 (sete) questões, a fim de analisarmos as reflexões e significados produzidos por eles (no coletivo) sobre a perspectiva metodológica empregada na Sequência Didática (Produto Educacional). De posse dos dados apreendidos por intermédio do questionário (pós-teste), passamos a apresentar os resultados e análises dos mesmos.

Sobre a Questão 1 - Tendo em vista a SD, o que você agora entende por onda, ou seja, qual novo significado que você desenvolveu sobre esse conceito? 2 (dois) alunos (14,28%) deixaram a questão em branco (A2 e A7); os alunos A5 e A9 cometeram equívoco (14,28%), discutindo o conceito de onda mecânica e, assim, ambos responderam: “a onda mecânica são perturbações que necessitam de um meio material para se propagar”.

Já os alunos A1, A3, A4, A6, A8, A10, A11, A12, A13, A14 e A15 responderam corretamente à questão (71,43%). Para todos esses alunos, onda “é uma perturbação (ou um abalo) que se propaga num meio”. Na resposta apresentada pelos alunos, nota-se que eles compreenderam o conceito de onda, já que Nussenzveig (2004, p.98) define onda como “qualquer sinal que se transmite de um ponto a outro de um meio, com velocidade definida”. Além disso, em geral, fala-se de onda quando a transmissão de sinal ocorre sem o transporte de matéria. Em linhas gerais, na leitura e análise que fizemos das respostas dos alunos, observamos que o primeiro indício que se apresenta como resultado da aplicação da Sequência Didática (Produto Educacional), é que as representações de experiências vivenciadas no cotidiano para o pensamento do conhecimento científico é ancoradouro. Como afirma Ausubel (1978) esses conhecimentos influenciam de forma significativa porque vão servir como ponte, ancoragem, para os novos conhecimentos ou podem se constituir em obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1978) para a construção de um novo conhecimento.

Especificamente sobre a Questão 2, todos os alunos responderam. Nessa questão, buscamos saber como esses alunos passaram a ver as aulas de Física com o uso do jogo de tabuleiro. Destacamos algumas respostas de alguns alunos: “As aulas com jogos ficam mais interessantes e divertido de aprender” (A1), “Muito divertidas, eu gostei muito, me diverti e aprendi o assunto que poderia ser chato e foi muito legal” (A3), “Muito interessante, pois interagimos em grupos e nos estimulou coletivamente” (A4) “Uma forma muito interessante e dinâmica de aprendizagem” (A11), “Vejo uma aula muito legal” (A13) e “Muito legal e diferente da aula tradicional” (A15).

Ao analisarmos as falas desveladas pelos alunos acerca do uso do jogo de tabuleiro como um dos recursos metodológicos usados na Sequência Didática no estudo de onda, estes consideram que o uso metodológico do jogo favoreceu a aprendizagem do conteúdo, fazendo-os refletirem sobre as aulas de Física

ministradas na perspectiva tradicional. Como afirma Behrens (1995) sobre a abordagem tradicional, que os paradigmas conservadores caracterizam uma prática pedagógica que se preocupa com a reprodução do conhecimento. Fortemente influenciada pelo paradigma da ciência newtoniana - cartesiana, a ação docente apresenta-se fragmentada e assentada na memorização, na cópia e na reprodução.

De certa forma, a prática pedagógica propõe ações mecânicas aos alunos, provocando um ensino assentado no escute, leia, decore e repita. Com o uso do jogo os alunos mostraram envolvimento e curiosidades, uma vez que desenvolveram significados às diversas situações-problema e comentários possibilitados pela SD.

Com relação à Questão 3 – O que lhe chamou mais atenção nas atividades teórico-práticas desenvolvidas em sala de aula? -, no geral, todos os alunos investigados, responderam que o jogo foi importante para a apropriação do estudo de onda, assim como a sua definição, a sua classificação e suas características. Para isso, trouxemos algumas falas: “O jogo de tabuleiro chama mais a atenção do aluno pra estudar” (A5), “A comunicação com os colegas” (A9), “Gostei muito dos textos e do jogo de tabuleiro” (A13) e “Dos tipos de questões que continha nas cartas sobre verdadeiro ou falso” (A14).

Com relação as respostas manifestadas pelos alunos, mais uma vez nos chamou atenção sobre a metodologia didática do jogo na apropriação dos conceitos da Física, uma vez que se trata de uma perspectiva metodológica que se contrapõe nas aulas tradicionais em que criamos as condições objetivas, pois a aprendizagem, no caso do jogo educativo, funciona como mediador de motivação que facilita a aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003)

Diante do exposto, entendemos que esses alunos passaram a refletir a própria prática pedagógica do professor e a produzir novos significado sobre as aulas de Física. Com isso, podemos destacar a relevância da SD como foi apresentada e discutida. Através dessa proposta metodológica, concluímos que o aluno, como afirma Soares (2008), para obter êxito com a utilização do jogo, precisa da mediação do professor e o mesmo deve atuar como um aprendiz juntamente com seus alunos, não podendo se mostrar como único sujeito detentor do conhecimento.

Desse modo, a partir dessas compreensões sobre o jogo na aprendizagem da Física, na Questão 4 – O jogo que foi utilizado como um dos recursos metodológico

presentes na Sequência Didática lhe ajudou a compreender o estudo de onda mecânica? Justifique sua resposta - no geral, todos os alunos que responderam ao Questionário foram unânimes ao afirmarem que o jogo, nas aulas de Física, consistiu numa metodologia que os professores deveriam adotar para ensinar. Trouxemos alguns dos comentários escritos dos alunos, para exemplificar: Sim muito, pois tudo com um pouquinho de diversão se torna mais fácil A (2), sim, a forma como assunto foi trabalhado e divertido A (9), Sim. Pela vontade de vencer fez com que eu buscasse a vontade de aprender e se divertir A (13), sim, pois deixa a aula mais dinâmica A (15).

Sobre a análise dos dados produzidos a partir dessa pergunta, constatamos que a utilização do jogo enquanto um dos recursos metodológicos aplicados dentro de uma SD nas aulas de Física, possibilitou aos alunos uma melhor compreensão e produção de significados do conceito de onda, em relação, de onda mecânica, uma vez que foram unânimes ao afirmarem que passaram a entender o jogo como uma metodologia que os professores poderiam adotar para a aprendizagem conceitual.

Como afirma Santos (2008), os jogos proporcionam o ato de aprender brincando, onde o ambiente envolvido torna-se propício para contextualizar assuntos entre professores e alunos. Além disto, os jogos têm o poder de instigar e forçar o aluno a elaborar as respostas, com questões problemáticas e desafiadoras, ocasionando disputas emocionantes que desenvolvem a cognição do aluno e estimulam uma aprendizagem significativa.

Na questão 5 – A forma como foi abordado o conteúdo de ondas utilizando recursos metodológicos (vídeos, simulações, o jogo de tabuleiro, textos, questões abertas) abordados na Sequência Didática ajudou você a melhorar a sua comunicação com seus colegas em sala de aula, proporcionando um crescimento de conhecimento de todos os envolvidos no grupo sobre o tema abordado? Justifique sua resposta - na análise que fizemos das respostas dos 15 (quatorze) alunos, todos disseram que “sim”. Além disso, encontramos as justificativas: "Sim, pois como o jogo era em grupos houve interação entre todos." (A1); "Sim, pois conversei com todos e todos dividimos conhecimentos juntos sobre a matéria" (A3); "Sim, nos comunicamos muito durante o jogo." (A5); "discutimos opiniões com o grupo e tiramos dúvidas" (A7); "melhorou, mas a relação da turma e fez a gente entender mais sobre o conteúdo" (A11); "ajudou a compreender o conteúdo trabalhado em sala de aula" (A13).

Ficam evidenciadas nas respostas dos alunos que os recursos metodológicos utilizados na SD foi importante para o crescimento de conhecimento no que concerne a comunicação com seus colegas. Destacamos aqui Moreira (1999), que relaciona a importância do processo de aprendizagem ativa com o ensino de Física centrado no aluno, pois o que funciona melhor do que aulas expositivas e temas presentes no cotidiano, é ter os alunos em pequenos grupos trabalhando de forma ativa e sob o auxílio do professor, conseguindo descobrir seus pontos fortes, seus interesses e suas necessidades.

As SD, como conjuntos de atividades, nos oferecem uma série de oportunidades comunicativas, mas que por si mesmas não determinam o que constitui a chave de todo ensino: as relações que se estabelecem entre os professores, os alunos e os conteúdos de aprendizagem. As atividades são o meio para mobilizar a trama de comunicações que pode se estabelecer em classe. Deste modo, as atividades e as sequências, terão um efeito indireto educativo em função das características específicas por consequências das relações que estes possibilitam.

A importância do jogo no desenvolvimento da comunicação, dos diálogos, contribuindo para a superação da timidez, como citado por alguns alunos. Portanto, o jogo se apresenta não só como possibilidade de mediar a aprendizagem, mas também de fazer com o aluno desenvolva sua capacidade de analisar, de criar estratégias, de produzir significados, de abstrair e de generalizar fenômenos da realidade.

Segundo Rodrigues (2001, p.57) “o jogo é uma atividade rica e de grande efeito que responde as necessidades lúdicas, intelectuais e afetivas, estimulando a vida social e representando, assim, importante contribuição na aprendizagem”. Então, segundo o autor, a ludicidade vai além do simples brincar ou jogar, pois, quando bem definida, pode desenvolver saberes para a vida pessoal e profissional, com o intuito de proporcionar ao aluno, interagir e intervir em seu meio social de forma significativa e contextualizada.

Com relação a questão 6 - no estudo que fizemos do texto que tratava da classificação quanto a sua natureza das ondas, vimos que as ondas podem separar em dois tipos, mecânicas e eletromagnéticas. Diante dessa afirmação, pedimos que você observe abaixo os diferentes tipos de ondas e escreva as que são ondas do tipo mecânicas. Assim verificamos que os alunos que responderam a esse questionário,

apenas o aluno A2 e A8 erraram a questão, informando que ondas produzidas pelo aparelho de ultrassonografia era um tipo de onda mecânica.

Uma onda surge quando uma perturbação é realizada num meio qualquer e se propaga provocando uma perturbação em um sistema antes em equilíbrio. Essas vibrações e oscilações podem se espalhar em meios elásticos, como o caso de ondas mecânicas, e também no vácuo, nesse último caso sendo classificadas como ondas eletromagnéticas, que não precisam de um meio material para se propagar (YOUNG; FREEDMAN, 2003).

E, para finalizarmos a análise e discussão dos dados dessa última categoria, temos a questão 7 que é similar a questão anterior para que os alunos identificassem os tipos de onda que são classificadas como ondas eletromagnéticas. De forma geral podemos observar que todos os alunos mencionaram corretamente, com exceção dos alunos A2 e A8 que não citaram que as ondas produzidas pelo aparelho de ultrassonografia são do tipo eletromagnética.

O fato de termos lido e discutido no coletivo o texto, que se encontra proposto na SD, que trata do conceito de onda e sua classificação quanto a sua natureza, assim também como as discussões sobre o vídeo que foi exibido em sala de aula, entendemos que isso fez com que os alunos identificassem o tipo de onda mecânica presente em uma determinada situação-problema contemplando o seu cotidiano. Nessa situação, conseguiram, com exceção dos alunos A2 e A8, ver que a onda mecânica são perturbações que se propagam em um determinado meio material transportando energia.

Assim, as reflexões dos alunos, as contribuições teóricas dos autores que deram suas contribuições neste estudo e as possibilidades do jogo de tabuleiro provocaram tanto os alunos quanto o professor no sentido de observar que o jogo quando trabalhado na perspectiva aqui defendida facilita a apropriação dos conceitos da Física.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho partimos do seguinte problema: até que ponto uma SD poderá proporcionar as condições necessárias ao processo de ensino-aprendizagem do estudo de ondas mecânicas a alunos do Ensino Médio? Assumimos como pressuposto que o uso da SD como um recurso metodológico, os estudantes são estimulados a participar de um mundo novo nas relações entre Física e o dia a dia dos alunos, valorizando habilidades, como: reflexão e desenvolvimento de significações acerca dos conceitos trabalhados, e ainda torna a aprendizagem mais interativa e coletiva.

Ancorou-se no objetivo geral de elaborar e desenvolver uma SD, como recurso metodológico, para possibilitar a apropriação do ensino de ondas mecânicas a alunos do Ensino Médio e como objetivos específicos reconhecer os conhecimentos prévios dos alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública da rede estadual de ensino de Teresina acerca do conceito de onda, bem como de suas classificações e características, propor uma SD (com atividades teórico-práticas, mediadas pelo jogo de tabuleiro envolvendo o estudo de ondas mecânicas e analisar as significações produzidas pelos alunos do 2º ano do Ensino Médio sobre onda mecânica, no desenvolvimento da Sequência Didática (Produto Educacional), na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel.

Com o propósito de contemplar este estudo, recorreremos à abordagem de David Paul Ausubel (2003) para explicar como se consolida o fenômeno da aprendizagem nos sujeitos em processo de formação. Esta dissertação teórica conduziu-nos a compreender como ocorreu o processo de assimilação cognitiva pelos estudantes e que possibilitaram entender a importância dos conhecimentos prévios, subsunçores, organizadores prévios para uma aprendizagem significativa.

A análise dos dados da pesquisa nos revelou que, embora alguns alunos tenham demonstrado que ainda estão muito presos ao senso comum, aos conhecimentos empíricos, é uma necessidade a interação dos alunos com o professor de Física para que, assim, também se apropriem dos conceitos científicos. A pesquisa demonstrou que muitos dos conhecimentos dos estudantes era baseado apenas no senso comum, empirismo, mas outros já tinham um esboço do conhecimento científico e esse conhecimento do senso comum é considerável à medida que é aprimorado ou

totalmente descartado. Mas a partir do mesmo foi possível conhecer o alunado e traçar estratégias eficazes para uma aprendizagem significativa.

Nesse sentido, ao longo dessa pesquisa percebemos, que a SD com atividades teórico-práticas, conforme a Teoria da Aprendizagem Significativa, apresentou-se como possibilidade de apropriação do estudo de onda mecânica, o que confirma a nossa hipótese, defendida neste estudo. Na análise dos dados produzidos, ficou evidenciada a necessidade de o professor voltar seu olhar para a criação de ações didáticas através das quais o aluno interaja com o conhecimento, sobretudo, na coletividade. Eis aqui a necessidade de se refletir e de organizar o ensino de Física, rompendo com os modelos de prática tradicionais.

Também foi evidente a importância do jogo, como atividade proposta na SD na organização do ensino de Física no contexto considerado. Conforme as significações produzidas pelos alunos pesquisados, esse contribui no desenvolvimento da comunicação, dos diálogos e ainda tornando a aprendizagem mais interativa e coletiva. Enfim, trata-se de uma perspectiva metodológica, que se apresenta não só como possibilidade de mediar a aprendizagem, mas também de fazer com que o aluno desenvolva sua capacidade de analisar, de criar estratégias, de produzir significados, de abstrair e de generalizar fenômenos da realidade.

Por mais que tenhamos disponíveis as mais adequadas referências bibliográficas e dados empíricos consistentes, colocar em prática uma nova metodologia exige muito mais do que atenção aos referenciais, implica, antes de tudo, em uma imersão na pesquisa, na experimentação do que nos é novo, desconhecido. É preciso aprender, experimentar, viver a metodologia no próprio processo de investigação como uma prática que acolhe os fatores emergentes e seja constantemente (re)avaliada e (re)significada.

A metodologia utilizada na SD proporcionou um contexto de aprendizagem diverso daquele com o qual os educandos estavam habituados, na medida em que a Física, marcada pelo poder matemático, reforçado pela visão tradicionalista, passou a ser explorada pelo campo da linguagem, numa perspectiva de informação e formação.

Desse modo, neste percurso, percebemos que a utilização da SD no ensino da Física oportunizou um ambiente de aprendizagem em que os estudantes puderam

praticar a leitura, a escrita, a argumentação, a interação das ideias, a participação em grupo, o desenvolvimento da autonomia, a motivação, o interesse e a atenção pela Física, tudo isso a partir de uma abordagem crítica, que aconteceu de várias maneiras como o uso da produção de textos, ilustrações, simulações, vídeos e jogos como consequência de um processo de pesquisa e estudo da realidade presente a que pertenciam, a escola e seus lares, pautado no trabalho individual e em equipe.

Assim, foi possível desmistificar a ideia reducionista e a mera aplicação de cálculos que a Física manifesta no alunado, pois os conceitos físicos puderam se relacionar significativamente com os conhecimentos que os alunos já traziam ao longo desses meses estudando os assuntos tratados na SD como uma forma de ancoragem.

Dentro desse contexto, compreendemos que por meio da Sequência Didática o aprendiz desenvolveu a capacidade de exercer domínio sobre situações de aprendizagens. Assim, possibilitando uma maior humanização dos sujeitos, criatividade, imaginação, fatores esses que são importantes para a obtenção de uma aprendizagem significativa, percebemos de forma clara na análise dos resultados que a maioria concordou o quanto benéfico foi a utilização da SD no Ensino de Física.

Nesse sentido, a Sequência Didática mostrou como ensinar e aprender pode ser divertido e motivador tanto para alunos, quanto para professores, tornando o processo mais leve, dinâmico, inovador, prático e encantador para ambas as partes.

Desse modo, a Sequência Didática não é uma ferramenta milagrosa e que vai resolver todos os problemas de ensino e aprendizagem, e sim mais um instrumento didático que pode auxiliar professores e alunos nessa tarefa de ensinar e aprender. Entendemos que houve evidências de uma aprendizagem significativa, pois as práticas pedagógicas priorizadas utilizadas favoreceram a mudança conceitual da estrutura cognitiva dos alunos, através da interação entre as suas ideias prévias e as novas informações.

## REFERÊNCIAS

- ALARCÃO, I. (Org.) **Escola reflexiva e nova racionalidade**. Porto Alegre: Artmed editora, 2001.
- AMORIM, Alex. **Ondas longitudinais e transversais - ondulatória experimental**. Youtube, 19 fev. 2014. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=zMcFb6Nsk0c> >. Acesso em: 15 ago. 2021.
- AUSUBEL, D.P. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. New York, Holt, Rinehart and Winston.
- AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.
- AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Editora, 2003.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal: Edições 70, 2011.
- BARROS, M. A.; VILLANI, A. A dinâmica de grupos de aprendizagem de física no ensino médio: um enfoque psicanalítico. **Investigações em ensino de ciências**, v. 9, n. 2, p. 115-136, 2004. Disponível em: < <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/532> >. Acesso em: 10 nov. 2021.
- CORDAZZO, S. T. D.; VIEIRA, M. L.. A brincadeira e suas implicações nos processos de aprendizagem e de desenvolvimento. *Estudos e Pesquisas em Psicologia*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 122-136. jun. 2007.
- COLORADO, University. **Onda em corda**. PhET interactive simulations. Disponível em: < [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/wave-on-a-string](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/wave-on-a-string) >. Acesso em 15 ago. 2021.
- BEHRENS, Marilda Aparecida. **O paradigma emergente e a prática pedagógica**. Petrópolis, RJ: 6. Ed. Vozes, 2013.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática / Secretaria de Educação Fundamental**. Brasília : MEC -SEF, 1998. 148 p.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias**. Brasília, 2001.
- CACHAPUZ, A. et. Al. **A necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações**. 7a. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2006.
- CARVALHO, A. M. P. Critérios estruturantes para o ensino das ciências. **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learnrig, p. 1-17, 2006.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. São Paulo: Cortez, 2008.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 2.ed. São Paulo: Cortez, 2007. Disponível em: [www.explicatorium.com/cfq-8/caracteristicas-das-ondas.html](http://www.explicatorium.com/cfq-8/caracteristicas-das-ondas.html). Acesso em: 15 set. 2020.

DOLZ, J. NOVERRAZ, M.; SCHNEUWY, B. **Sequência didáticas para o oral e a escrita: apresentação de procedimento**. In: SCHNEUWY, B. DOLZ, J. Gêneros orais e escritos na escola. Campinas: Mercado de Letras, [2001] 2004, p. 95-128.

FERRARO, Nicolau; TOLEDO, Paulo; FOGO, Ronaldo. **Física básica: volume único**. 4. ed. São Paulo: Atual, 2013

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GIORDAM, M; GUIMARÃES Y, A, F; MASSI, L. An analysis of investigative approaches works on didactics of sequences: tendencies in science teaching. Disponível em: <  
[http://www.lapeq.fe.usp.br/textos/ec/ecpdf/giordan\\_guimaraes\\_massienpec-2012.pdf](http://www.lapeq.fe.usp.br/textos/ec/ecpdf/giordan_guimaraes_massienpec-2012.pdf).> Acesso em: 20 jul de 2021.

Gomes, R. R.; Friedrich, M. **A Contribuição dos jogos didáticos na aprendizagem de conteúdos de Ciências e Biologia**. In: EREBIO,1, Rio de Janeiro, 2001, Anais..., Rio de Janeiro, 2001.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos da Física, volume 2: gravitação, ondas e termodinâmica**; tradução e revisão técnica Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física, volume 2: gravitação, ondas e termodinâmica**. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

HUIZINGA, J. Homo Ludens. Coleção Estudos. 4ª ed. reimpressão. São Paulo: perspectiva, 2000. Disponível em:  
[http://jnsilva.ludicum.org/Huizinga\\_HomoLudens.pdf](http://jnsilva.ludicum.org/Huizinga_HomoLudens.pdf) Acesso em: 05/04/2016.

KISHIMOTO, Tizuko Morchida (Org.). **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

LAGAR, F.; SANTANA, B. B.; DUTRA, R. **Conhecimentos Pedagógicos para Concursos Públicos**. 3. ed. Brasília: Gran Cursos, 2013.

MINAYO, M. C. de S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2010.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1991.

LIBÂNEO, J. C. et. al. **Educação Escolar: políticas, estrutura e organização**. Coleção Docência em Formação. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

- MACHADO, Anna Rachel; CRISTOVÃO, Vera Lúcia L. **A construção de modelos didáticos de gêneros**: aportes e questionamentos para o ensino de gêneros. In: ABREU-TARDELLI, L.S; CRISTOVÃO, Vera Lúcia L. (Orgs.) **Linguagem e educação: o ensino e a aprendizagem de gêneros textuais**. Campinas: Mercado de Letras, 2009, p. 123-151.
- MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2003.
- MINAYO, M. C. de S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2010.
- MORAES, Maria Cândida. **O paradigma educacional emergente**. Campinas, SP: Papyrus, 1997).
- MORAES, José Uibson Pereira; ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de. **O ensino de Física e o enfoque CTSA**: caminhos para uma educação cidadã. São Paulo: Livraria da Física, 2012.
- MOREIRA, M. A. **Ensino de Física no Brasil**: retrospectiva e perspectivas. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 22, n. 1, p. 94-99, mar. 2000.
- MOREIRA, M. A. **Metodologias de pesquisa em ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**: a teoria e textos complementares. São Paulo: Livraria da Física, 2011.
- MOREIRA, M.A; **Teorias de aprendizagem**. – 2. ed.São Paulo: E.P.U., 2016.
- MOREIRA, M. A. Great challenges for physics teaching in contemporary education. Disponível em: < [https://www.if.ufrj.br/~pef/aulas\\_seminarios/seminarios/2014\\_Moreira\\_DesafiosEnsinoFisica.pdf](https://www.if.ufrj.br/~pef/aulas_seminarios/seminarios/2014_Moreira_DesafiosEnsinoFisica.pdf). > Acesso em: 20 jul de 2021.
- MUNDO, Misterios. **Essas são as maiores ondas do mundo**. Youtube, 7 abr. 2021. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=AgBULdFDQLg> >. Acesso em: 15 ago. 2021.
- OLIVEIRA, M. M. Metodologia Interativa: um processo hermenêutico dialético. Revista Educação. Porto Alegre: INTERFACES BRASIL/CANADÁ, V1, N.1, 2001.
- PEREIRA, R. F; FUSINATO, P. A; NEVES, M. C. D. **Desenvolvendo um jogo de tabuleiro para o ensino de física**. Anais do VII ENPEC. p. 1-12. 2009.
- PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. Metodologia do trabalho científico métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
- RABELO, Mauro. **Avaliação educacional**: fundamentos, metodologia e aplicações no contexto brasileiro. Rio de Janeiro: SBM, 2013.

SERWAY R. A.; JEWETT JR., J. W. **Oscilações, Ondas e Termodinâmica: Princípios de Física**, volume 2; tradução EZ2 Translate; revisão técnica Sergio Roberto Lopes. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

SEARS, YOUNG & FREEDMAN. **Física II - Termodinâmica e Ondas** – 12 ed. São Paulo: Pearson, 2008.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A.; Sears & Zemansky- Física II: **Termodinâmica e Ondas**. São Paulo: Pearson, 2003.

XAVIER; Cláudio; BARRETO; Benigno. **360° Física aula por aula**. São Paulo: FTD, 2017.

ZABALA, Antoni., A prática educativa: como ensinar. Trad. Ernani F. da Rosa – Porto Alegre: ArtMed, 1998.

**APÊNDICE A** – Sequência Didática (Produto Educacional) com atividades teórico-práticas sobre o estudo de ondas mecânicas no Ensino Médio.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI**  
**PRÓ -REITORIA DE ENSINO DE PÓS - GRADUAÇÃO**  
**COORDENADORIA GERAL DE PÓS – GRADUAÇÃO**  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF**

**PRODUTO EDUCACIONAL**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ATIVIDADES TEÓRICO-PRÁTICAS SOBRE O**  
**ESTUDO DE ONDAS MECÂNICAS NO ENSINO MÉDIO**

**WESLEY ANTONIO COSTA RODRIGUES**

**Orientadora:** Profa. Dra. Hilda Mara Lopes Araujo.

**TERESINA**

**2022**

## SUMÁRIO

|   |            |
|---|------------|
| <b>1 Apresentação.....</b>  | <b>94</b>  |
| <b>2 Público Alvo.....</b>  | <b>95</b>  |
| <b>3 Objetivo Geral.....</b>                                      | <b>95</b>  |
| <b>4 Objetivos Específicos.....</b>                               | <b>95</b>  |
| <b>5 Sequência Didática.....</b>                                  | <b>96</b>  |
| <b>6 Conteúdos.....</b>   | <b>100</b> |
| <b>7 Desenvolvimento Metodológico.....</b>                        | <b>100</b> |
| <b>8 Avaliação da Aprendizagem.....</b>                           | <b>110</b> |
| <b>9 Jogo de Tabuleiro Sobre o Estudo de Ondas Mecânicas.....</b> | <b>110</b> |
| <b>10 Regras do Jogo.....</b>                                     | <b>111</b> |
| <b>11 Cartas com Situações-problemas.....</b>                     | <b>112</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>   | <b>115</b> |

## APRESENTAÇÃO

Neste material, com o título “**Sequência Didática com atividades Teórico - Práticas sobre o estudo de Ondas Mecânicas no Ensino Médio**”, o professor encontrará instruções necessárias a utilização deste Produto Educacional em sala de aula.

Trata-se de parte do Trabalho de Conclusão do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, gerenciado pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com a Universidade Federal do Piauí – MNPEF – Polo 26 – UFPI.

Acreditamos que a proposição das atividades contempladas na SD, aliada ao uso do tabuleiro em sala de aula, contribuirá no processo de ensino e aprendizagem do estudo de ondas mecânicas, trabalhados no 2º ano do Ensino Médio, sobretudo, em escolas públicas da Educação Básica.

Sendo assim, observamos que os professores, em geral, continuam na perspectiva da "racionalidade técnica", ou seja, tendem a ensinar conteúdos apenas baseados em técnicas muitas vezes desprovidas de significados, sem interpretação dos fenômenos físicos de forma reflexiva e crítica. Em outros dizeres, apenas recorrem à memorização, em que o aluno passa a ter comportamento passivo no processo ensino e aprendizagem no contexto aqui considerado.

Dessa forma, faz-se necessário repensarmos estratégias, novos recursos didáticos, desenvolvermos novas significações à prática pedagógica docente, com o intuito de que a escola desenvolva sua função social: a apropriação dos conceitos científicos a todos os alunos. Como afirma Moraes e Araújo (2012) essa abordagem contribui para que se amplie entre os estudantes um ideário que desvirtua a real finalidade da Física, de modo que ela deixa de ser percebida como um conhecimento relevante para sua formação geral e passe a ser vista como um emaranhado de fórmulas matemáticas, desconexas do mundo real experimentado diariamente por eles. Nessa direção, verificamos que é cada vez mais necessário analisar o processo de ensino e aprendizagem da disciplina de Física, onde o foco para uma aprendizagem se torne possível aos alunos a adequação dos conceitos científicos.

Assim, notamos que é cada vez mais necessário se analisar o processo de ensino e aprendizagem em Ciências, no caso particular, desta Sequência Didática

baseada no autor Ausubel tendo como foco uma aprendizagem que possibilite aos estudantes à apropriação dos conceitos científicos e teóricos de ondas mecânicas. Além disso, que permita à aplicação e operacionalização do que se aprendeu frente aos desafios postos no seu dia a dia.

## **2 PUBLICO ALVO**

Alunos do 2º Ano do Ensino Médio.

## **3 OBJETIVO GERAL**

Desenvolver uma sequência didática, como recurso metodológico, para possibilitar a apropriação do conteúdo de ondas mecânicas por alunos do Ensino Médio.

## **4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Reconhecer os conhecimentos prévios dos alunos acerca do estudo de ondas, sobre seu conceito, a sua classificação e os elementos característicos.
- b) Estudar o conceito de ondas mecânicas, numa perspectiva da aprendizagem significativa, a partir do diagnóstico acerca dos conhecimentos prévios dos alunos.
- c) Observar fenômenos do cotidiano que evidenciem as características mais comuns de ondas mecânicas.
- d) Explicar e reconhecer as características que envolvem o estudo de ondas mecânicas.
- e) Aplicar o jogo de Tabuleiro na resolução de situações-problemas sobre o estudo de ondas mecânicas, como possibilidade de mediar a aprendizagem do referido estudo.
- f) Reconhecer as significações produzidas pelos alunos, no desenvolvimento desta sequência didática, envolvendo o estudo de ondas mecânicas, a partir da aplicação de um questionário (pós-teste).

## 5 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

David Ausubel (1968) apresenta uma teoria, que este trabalho adota como base, cuja essência do processo de aprendizagem significativa consiste em que ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas ao que o aprendiz já conhece ou que apresente aspecto relevante na sua estrutura de conhecimento. Para o autor o material a ser estudado precisa ser potencialmente significativo para o aprendiz, ou seja, estar relacionado de forma não arbitrária a sua estrutura de conhecimento.

Nesta parte do Produto Educacional, buscamos explicar passo a passo o movimento de produção e de desenvolvimento da SD, a fim de que o professor possa aplicar em sala de aula, podendo, portanto, fazer as adaptações conforme a realidade escolar em que seus alunos estão inseridos.

O conceito desenvolvido por Ausubel (1968), procura explicar os mecanismos internos que ocorrem na mente humana com relação ao aprendizado e à estruturação do conhecimento. Isso ocorre quando ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva com conhecimentos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. Dessa maneira, quanto mais sabemos mais aprendemos, por que o que mais influência na aprendizagem é o que o aluno já sabe, ou seja, sua estrutura cognitiva.

Dessa forma, a aprendizagem é influenciada por fatores externos e internos, como materiais ou assuntos já mencionados pelos educadores e fatores afetivos e cognitivos como a curiosidade e pré-disposição do próprio aluno em aprender.

O conceito da SD, entendido como atividades escolares organizadas de maneira sistemática, em torno de um gênero textual oral ou escrito, foi proposto por Dolz, Noverraz e Schneuwly (2001) e divulgado no Brasil com a publicação do artigo “Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento”, traduzido em 2004 pelos autores Rojo e Cordeiro.

Essa tradução se destacou no contexto acadêmico e, em alguns cursos de formação continuada, mas até hoje não foi apropriada por muitos docentes que atuam na educação básica, entretanto, conforme os autores, um ensino por meio de sequências didáticas permite aos alunos um acesso progressivo e sistemático os instrumentos comunicativos e linguísticos necessários para o aprendizado.

O objetivo das SD é fornecer aos alunos todas as informações necessárias para que conheçam o projeto comunicativo visado e a aprendizagem de linguagem a que está relacionado (NOVERRAZ, DOLZ E SCHNEUWLY, 2004).

Assim, o trabalho com SD deve propiciar todas as informações e condições para que os alunos compreendam o assunto de ondas mecânicas estudado dentro das condições de produção.

Machado e Cristovão (2009), acentuam que diante da incumbência de ensinar assuntos formais, o professor sente dificuldade no processo de planejamento e de aplicar os conhecimentos teóricos durante o seu trabalho, a partir disso, a SD não deve ser compreendida como uma simples aplicação da teoria científica de qualquer forma, mas como um conjunto de transformações alternativas e previamente elaborados que possibilitem a ruptura do conhecimento ao aluno.

Como os conceitos e princípios são temas abstratos, requerem uma compreensão do significado e, portanto, um processo de elaboração pessoal. Neste tipo de conteúdo são necessárias diversas condições sobre a significância na aprendizagem: atividades que possibilitem o reconhecimento dos conhecimentos prévios, que assegurem a significância e a funcionalidade, que sejam adequadas ao nível de desenvolvimento, que provoquem uma atividade mental. As SD são métodos de renovação de aprendizagem (ZABALA, 1998).

Pereira e Aguiar (2006), relatam que novas práticas pedagógicas são necessárias para que o quadro de desinteresse, gerado pela má qualidade de ensino, seja alterado. Portanto, ao notar as dificuldades dos estudantes na compreensão sobre a primeira lei de Newton, por exemplo, foram realizadas mudanças na estratégia de ensino, utilizando materiais manipuláveis para facilitar a aprendizagem.

Zabala (1998), das diferentes variáveis que configuram as propostas metodológicas, analisa primeiro a que é determinada pela série ordenada e articulada de atividades que formam as unidades didáticas. Os tipos de atividades, mas sobretudo sua maneira de se articular, são um dos traços diferenciais que determinam a especificidade de muitas propostas didáticas.

Desse modo, a maneira de situar atividades, permite realizar identificações ou caracterizações preliminares da forma de ensinar. Em qualquer caso, o processo da prática educativa em diversos componentes tem certo grau de artificialidade,

explicável pela dificuldade que representa encontrar um sistema interpretativo que permita o estudo conjunto e interrelacionado de todas as variáveis que incidem no processo de estudo de ondas mecânicas.

Como tais, estes processos constituem uma realidade global que é totalmente evidente quando pensamos numa SD sem, por exemplo, ter definido o tipo de relações que se estabelece na aula entre professores e alunos. Essas relações são fundamentais na configuração do clima de convivência, e por consequência, de aprendizagem.

Podemos extrair do conhecimento da forma de produção das aprendizagens duas perguntas: a primeira, relacionada com a potencialidade das sequências para favorecer o maior grau de significância das aprendizagens, e a segunda, sua capacidade para favorecer que os professores prestem atenção à diversidade. Expressada de forma muito sintética, a aprendizagem é uma construção pessoal que cada menino e cada menina realizam graças à ajuda que recebem de outras pessoas. Essa construção, através da qual podem atribuir significado a um determinado objeto de ensino, como jogos e brincadeiras, que implicam a contribuição por parte da pessoa que aprende, de seu interesse e disponibilidade de seus conhecimentos prévios e de sua experiência (ZABALA, 1998).

Em tudo isto desempenha um papel essencial para o professor, que ajuda a detectar um conflito inicial entre o que já se conhece e o que se deve saber, o qual contribui para que o aluno se sinta capaz e com vontade de resolvê-lo, onde propõe o novo conteúdo como um desafio interessante, cuja resolução terá alguma utilidade, que intervém de forma adequada nos progressos e nas dificuldades que o aluno manifesta, apoiando-o e prevendo, ao mesmo tempo, mantendo a atuação autônoma do aluno.

Carvalho (2010), sugere a utilização das atividades experimentais de forma investigativa, mostrando que é possível ensinar física, motivando e despertando o interesse dos alunos nas aulas. Para tornar isso acessível, o professor deverá fazer com que os alunos percebam a importância de compreender os fenômenos da natureza, desenvolvendo suas habilidades através de aulas com participação ativa, construindo o seu conhecimento.

Moreira (1999) relaciona a importância do processo de aprendizagem ativa com o ensino de Física centrado no aluno, pois o que funciona melhor do que aulas expositivas e temas presentes no cotidiano, é ter os alunos em pequenos grupos trabalhando de forma ativa e sob o auxílio do professor, conseguindo descobrir seus pontos fortes, seus interesses e suas necessidades.

As SD, como conjuntos de atividades, nos oferecem uma série de oportunidades comunicativas, mas que por si mesmas não determinam o que constitui a chave de todo ensino: as relações que se estabelecem entre os professores, os alunos e os conteúdos de aprendizagem. As atividades são o meio para mobilizar a trama de comunicações que pode se estabelecer em classe. Deste modo, as atividades e as sequências, terão um efeito indireto educativo em função das características específicas por consequências das relações que estes possibilitam.

O conceito de SD é entendido como atividades escolares organizadas, de maneira sistemática, em torno de um gênero textual oral ou escrito. Essa tradução se destacou no contexto acadêmico e, em alguns cursos de formação continuada, mas até hoje não foi apropriada por muitos docentes que atuam na educação. A consolidação, como é obvio, alcança-se através da confirmação, correção e clarificação, no decurso do retorno, e através da prática diferencial e da revisão, no decurso da exposição repetida, com retorno, ao material de aprendizagem (AUSUBEL, 2003).

Como requisito do curso didático, nunca se deve introduzir novo material na sequência até se dominarem bem todos os passos anteriores. Com isso, na metodologia deve ser proposta avaliações em cada etapa da SD. Este princípio também se aplica aos tipos de aprendizagem que envolva uma atividade dinâmica grupal, nos quais cada tarefa componente complementa a tarefa seguinte.

Frente a isso, a pesquisa buscou apresentar uma Sequência Didática, tendo como base a teoria apresentada por Ausubel e acrescido de conceitos apresentados por outros autores, obedecendo as etapas e alcançando diversos objetivos. Além disso, a importância da SD se torna mais evidente frente aos resultados propostos e alcançados durante a pesquisa.

## 6 CONTEÚDOS

Introdução sobre o estudo de ondas na relação com o cotidiano; A compreensão do conceito de onda; Classificação das ondas quanto: a sua natureza, a direção de propagação e de vibração; Elementos característicos de uma Onda; Situações-problemas envolvendo o estudo de ondas mecânicas.

## 7 DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO

Demonstramos aqui as etapas de aplicação da Sequência Didática. Cada encontro corresponde a duas aulas, cada aula possui 50 minutos em um total de 100 minutos. Segue abaixo o detalhamento dos encontros.

Primeiro encontro formativo (2 horas-aula): O objetivo desse encontro é aferir os conhecimentos prévios dos alunos acerca do estudo de ondas. Iniciamos com a apresentação da proposta de implementação da sequência didática, como ocorreria às leituras, os prazos, as questões conceituais e aplicação de um questionário/pré-teste (APÊNDICE C), a fim de se reconhecer os conhecimentos prévios dos alunos acerca do estudo de ondas mecânicas, bem como sua definição, a sua classificação e elementos característicos. Em seguida, foram levantados questionamentos sobre ondas mecânicas, a partir das questões, previamente elaboradas, no questionário semiestruturado, abrindo um espaço para possíveis discussões (no coletivo).

Segundo encontro formativo (2 horas-aula): Objetivo deste encontro é utilizar o vídeo como um material potencialmente significativo na compreensão do conceito de onda e discutir a leitura de um texto que trata da classificação quanto a sua natureza das ondas. Foi iniciado com a exibição de um vídeo "**As maiores (e mais assustadoras) ondas do mundo**", disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=AgBULdFDQLg>. Em seguida, para melhor aclarar a compreensão dos alunos sobre o conceito de onda e sua classificação quanto a sua natureza fizemos a leitura e discussão (no coletivo) de um texto conforme segue abaixo.

Frequentemente estamos em contato com ondas. Em todos os lugares que estivermos presentes, em nosso dia a dia as ondas nos tocam. Algumas podemos ouvir, outras podemos visualizar e muitas não podemos ver nem ouvir, contudo estão

presentes. Nosso contexto de estudo estará direcionado as ondas mecânicas, mas lhe será apresentado o que as diferencia das ondas eletromagnéticas.

Em um dia chuvoso, pode-se notar na superfície da água de um lago a deformação ocasionada pelas gotas da chuva. Essas deformações são o surgimento de onda. Contudo, essa onda só é percebida graças a outro tipo de onda, uma onda eletromagnética, a luz visível.

A onda produzida na superfície desse lago é dita bidimensional, pois está se propagando em duas direções simultaneamente conforme a Figura 1.

**Figura 1:** Representação de uma onda na superfície de um lago.

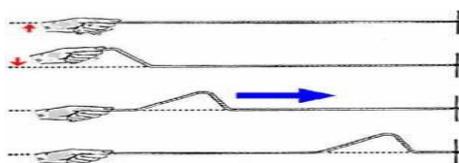


Fonte: Jordão Silva da Rocha (2005)

Young e Freedman (2008, p. 103), destacam que “uma onda surge quando um sistema é deslocado de sua posição de equilíbrio e a perturbação se desloca ou se propaga de uma região para outro sistema. Quando uma onda se propaga, ela carrega energia”. Essa onda se caracteriza então, principalmente por transportar energia, sem que ocorra o transporte de matéria.

Pensemos agora em uma corda bem esticada onde uma das extremidades esteja fixa, conforme a Figura 2. Se movermos a extremidade da corda para cima e para baixo (conforme as setas em vermelho na Figura 2), ocorrerá uma transmissão de movimento sucessivamente, a todos os pontos da corda. Essa perturbação que os pontos da corda estão sofrendo, chamamos de pulso, e um conjunto de pulsos chamamos de onda.

**Figura 2:** Movimento de um pulso de onda



Fonte: Domiciano Correa Marques da Silva (2010)

Como a onda produzida por uma corda propaga-se em uma única direção ela é dita unidimensional. Podemos separar em dois tipos de ondas:

- a) Ondas Mecânicas: São perturbações que se propagam devido a continuidade de um determinado meio material. Isso ocorre, por exemplo, quando uma onda sonora (o som é um modelo de onda tridimensional, pois se propaga em todas as direções.) se propaga no ar, uma onda se propagando em uma corda, onda na superfície da água, ondas sísmicas, ou seja, toda onda que necessite de um meio material para que possa se propagar.
- b) Ondas Eletromagnéticas: Não precisam de um meio material para existir, e todas as ondas eletromagnéticas são transversais. A luz das estrelas é um exemplo, pois atravessa o vácuo do espaço para chegar até nós. Outros exemplos são as ondas de rádio, micro-ondas, luz visível, ultravioleta, raio x e raio gama, outra característica das ondas eletromagnéticas é possuírem a mesma velocidade no vácuo, cerca de 300 000 km/s. Então, ondas eletromagnéticas podem se propagar em meio material, assim como as ondas mecânicas, contudo somente elas se propagam no vácuo.

O texto deverá ser lido em voz alta e, ao longo da leitura, deverão ser feitos comentários do mesmo. Após isso, abrir espaço para os questionamentos:

- 1) Conforme o texto e o que foi exibido no vídeo, aprendemos que a onda está presente em diversas situações do nosso cotidiano. Com base nessa afirmação, tente formular o conceito de onda e como ela surge.
- 2) Uma boia encontra-se no meio de uma piscina. Uma pessoa provoca ondas na água, com uma varinha de madeira. De acordo com os conceitos estudados no texto, o que acontecerá com a boia?
- 3) Ao se propagar, uma onda transporta apenas energia e quantidade de movimento. Dê um exemplo de uma onda mecânica que não foi exemplificada no texto e justifique essa afirmação.

Terceiro encontro formativo (2 horas-aula):O objetivo deste encontro é utilizar o vídeo como material potencialmente significativo, na compreensão como ocorre as ondas sísmicas no interior da terra e discutir a leitura de um texto como ocorre a direção de vibração e propagação das partículas. Iniciam com a retomada e à discussão do texto e do vídeo exibido no encontro formativo anterior, solicitando que

os alunos apresentassem os significados desenvolvidos por eles sobre o conceito de onda e as formas mais comuns de ondas que já haviam percebido no seu dia a dia. Após isso, o encontro foi iniciado com a exibição de um vídeo “**Ondas Sísmicas**”, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=zMcFb6Nsk0c>. Em seguida, para melhor aclarar a compreensão dos alunos iniciamos a leitura e discussão de outro texto como ocorre a direção de vibração das partículas, e um exemplo de aplicação conforme o texto abaixo “*Ondas e Terremotos*” (XAVIER; CLÁUDIO; BARRETO, 2017).

### **ONDAS E TERREMOTOS**

Um tipo especial de onda mecânica são as ondas sísmicas produzidas por terremotos. O estudo dessas ondas tem enorme importância prática: avanços na sua compreensão tornaram possível desde investigar o interior da Terra até projetar sistemas de alarme de terremotos que podem salvar milhares de vidas.

Terremotos produzem ondas que se propagam tanto pelo interior da Terra quanto pela sua superfície. Essas ondas podem percorrer grandes distâncias e chegam a atravessar o planeta. Estudando como as ondas geradas por terremotos (e outros fenômenos sísmicos como erupções vulcânicas) se propagam pela Terra, os cientistas descobriram que o interior do planeta é formado por diferentes camadas: a crosta, o manto e o núcleo.

A crosta é a parte mais externa, com espessura de aproximadamente 5 km abaixo dos oceanos e cerca de 50 km sob os continentes. A camada seguinte é o manto, que vai até uma profundidade de 3000 km abaixo da superfície da Terra e é composto por rocha sólida. A crosta e a parte mais externa do manto formam a litosfera, que está “partida” em placas tectônicas que se movem umas em relação às outras com velocidades que vão de 10 a 100 mm/ano. A camada mais interna da Terra é o núcleo, que começa a uma profundidade de cerca de 3.000 km e tem temperatura muito elevada. A parte superior do núcleo é líquida, mas seu centro, com raio de 1200 km, é sólido.

As regiões mais susceptíveis aos terremotos estão localizadas próximas às interfaces das placas tectônicas. Dentre os países do continente sul-americano, o Peru, o Chile e o Equador, são os que mais sofrem com a incidência de terremotos. Estes países estão próximos a uma região onde duas placas tectônicas, a de Nazca e a Sul-Americana, se encontram.

O Brasil está situado na parte central da placa Sul-Americana. Nesta região, os sismos possuem intensidade baixa. Porém, isto não significa que terremotos não ocorram no Brasil. Em geral, ocorrem pequenos terremotos que têm origem nos desgastes na placa tectônica, causando falhas. Há falhas tectônicas em todo o território brasileiro gerando terremotos de pequena magnitude, a maioria imperceptível por nós.

As ondas geradas por um terremoto são ondas mecânicas. Basicamente, são deformações elásticas que se propagam pelo interior da Terra transportando energia. Não há, porém, um deslocamento efetivo do meio que é atravessado pela onda, ou seja, não há transporte de massa. Durante a passagem de uma onda cada partícula do meio efetua um movimento oscilatório em torno da sua posição de equilíbrio. Dependendo da direção de vibração ou perturbação, podemos classificar as ondas mecânicas em transversais ou longitudinais.

Nas ondas transversais (Figura 1), as perturbações ocorrem na direção perpendicular à direção de propagação da onda, tal como ocorre em uma corda esticada.

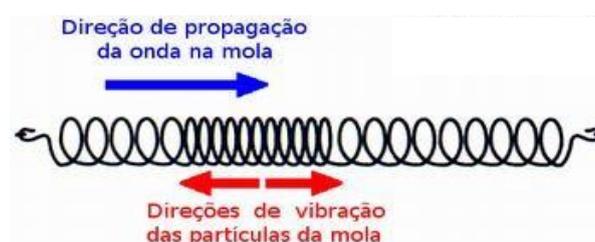
**Figura 3:** Representação da propagação de uma onda transversal



Fonte: José Marcelo Gomes (adaptado)

Por outro lado, nas ondas longitudinais (Figura 2), a perturbação ocorre na mesma direção de propagação da onda.

**Figura 4:** Representação da propagação de uma onda longitudinal



Fonte: José Marcelo Gomes (adaptado)

As ondas sísmicas de um terremoto podem ser tanto transversais quanto longitudinais. Além disso, existem vários tipos de ondas sísmicas. Algumas se movem no interior da Terra (as chamadas ondas de corpo ou de volume), outras pela superfície. Analogamente à luz que pode ter sua trajetória alterada pela refração, os percursos das ondas de corpo também podem ser distorcidos, dependendo das propriedades do meio por onde se propagam.

Dentre as ondas que se movem no interior da Terra, as *ondas primárias* (ou ondas P) são as mais rápidas, com velocidades da ordem de 10 km/s. As ondas P são ondas longitudinais ou de compressão, tal como as ondas sonoras. Essas ondas podem se propagar através de sólidos e fluidos. Ao se deslocar através da Terra, as ondas P comprimem e distendem as rochas ao longo da direção em que se propagam. Por serem de natureza longitudinal, as ondas P de um terremoto não costumam provocar muitos danos.

As ondas secundárias (também chamadas ondas S ou ondas de cisalhamento) constituem um outro tipo de onda de corpo, que se propaga no interior da Terra. Ao contrário das ondas P, as ondas S são transversais, deformando as rochas na direção perpendicular à direção de propagação, tal como uma onda oceânica. As ondas S viajam um pouco mais devagar do que as ondas P, e só se propagam através dos sólidos, uma vez que fluidos não suportam forças de cisalhamento. Elas costumam ser mais intensas e destrutivas que as ondas P.

Além das ondas de corpo, terremotos também geram ondas que se movem ao longo da superfície da Terra. Há dois tipos de ondas de superfície, as ondas L e R, e elas são as responsáveis pela maior parte da destruição causada por um terremoto. As ondas de superfície são mais lentas das ondas sísmicas, o que significa que elas chegam por último. Elas podem percorrer distâncias enormes; ondas de superfície geradas por grandes terremotos dão várias voltas na Terra antes de se dissiparem. Após isso, abrir espaço para os questionamentos:

1) Uma caixa d'água está com  $\frac{2}{3}$  da sua capacidade preenchida de água. Um rapaz brincando com uma varinha de madeira, começa a produzir ondas na superfície d'água. Como podemos classificar essa onda quanto à direção de vibração do meio de propagação com relação à direção de propagação da onda?

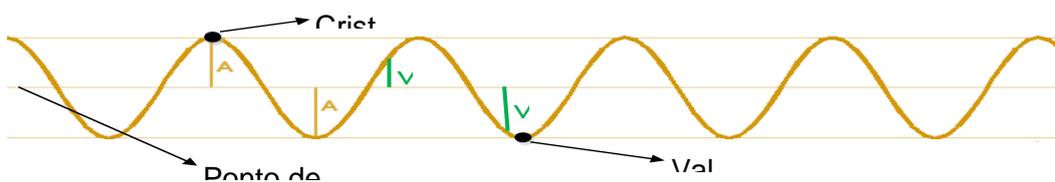
2) Duas crianças estão brincando de pular corda, quando decidem mudar a brincadeira. Amarram uma das extremidades em uma árvore, de modo que a mesma fique firme. Na extremidade solta começam a movimentar a corda para cima e para baixo, formando uma imagem referente a uma onda. O que você pode falar a respeito dessa onda?

Quarto encontro formativo (2 horas-aula): O objetivo deste encontro é utilizar simulações como material potencialmente significativo na compreensão dos elementos característicos das ondas e discutir a leitura de um texto sobre as características das ondas. Iniciamos o encontro com a apresentação e discussão textual sobre os elementos característicos das ondas. Em seguida, fizemos o uso de simuladores da plataforma *phet* como ferramenta de ensino com os títulos: **Onda em Corda** disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/wave-on-a-string](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/wave-on-a-string), e **Ondas: intro** disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/waves-intro](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/waves-intro).

Para ilustrar o movimento de uma corda, levaremos em conta uma sequência de pulsos iguais sendo produzidos. Essa corda então será denominada periódica, pois ocorrerão repetições de forma idêntica em intervalos de tempos iguais e sucessivos.

As ondas possuem alguns elementos característicos como: Elongação ( $Y$ ): é a distância de um ponto qualquer da curva até o eixo de equilíbrio. Está representado na figura 1 pela letra  $Y$ . Amplitude ( $A$ ): é o valor máximo da elongação, ou seja, é a distância entre o ponto de equilíbrio e uma crista (ponto mais alto de uma onda) ou de um vale (ponto mais baixo de uma onda), conforme representação na figura 1 pela letra  $A$ . Está relacionada com a energia transportada pela onda. Quanto maior a amplitude maior a energia transportada.

**Figura 5:** Ilustração de uma onda periódica

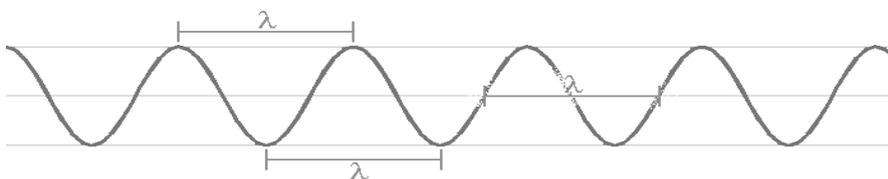


Fonte: Autor Adaptado (2021)

Comprimento de onda ( $\lambda$ ): é a distância percorrida pela onda durante uma oscilação completa, ou seja, a distância entre dois pontos equivalentes. Na figura 2, representamos o comprimento de onda entre duas cristas consecutivas, ou dois vales

consecutivos, ou ainda dois pontos sobre o eixo de equilíbrio, na qual a onda está crescendo.

**Figura 6:** Onda periódica representando o comprimento de onda



Fonte: Autor Adaptado

**Período (T):** quando completamos um ciclo, ou seja, um comprimento de onda (duas cristas consecutivas, por exemplo), em um determinado tempo, tem o que chamamos de período. O período ocorre em um determinado intervalo de tempo, então sua unidade é representada por alguma medida de tempo (segundos, minutos, horas, dias, ...). Se uma onda periódica produzida em uma corda tiver um período de 1 segundo, significa dizer que a cada 1s uma crista passará por certo ponto. Quanto maior o período, menos ondas completas passa por um mesmo ponto da corda em um certo período de tempo, conseqüentemente, quanto menor o período mais ondas passarão por um determinado ponto da corda em um determinado intervalo de tempo.

**Frequência (f):** é o número de oscilações completas (ondas completas) que passam em um determinado ponto da corda em um intervalo de tempo correspondente. Quanto mais rápido for o movimento para cima e para baixo executado por uma pessoa (fonte) na parte livre de uma corda, maior será a frequência da fonte e por consequência maior será a frequência. Se tivermos o período da onda de 1s, implica dizer que teremos 60 ciclos completos (60 ondas) a cada 1 minuto. Utilizando as unidades de medidas do Sistema Internacional, a frequência será medida em hertz (Hz), pois estaremos medindo em ciclos completos por 1 segundo.

## RELAÇÃO ENTRE PERÍODO E FREQUÊNCIA

Quanto maior for o período, menor será a frequência e conseqüentemente, quanto menor for o período maior será a frequência. Um é inversamente proporcional

ao outro.

$$f = \frac{1}{T} \text{ ou } T = \frac{1}{f}$$

## EQUAÇÃO FUNDAMENTAL DA ONDULATÓRIA

A velocidade  $V$  de uma onda ela é constante em um determinado meio e está relacionada com as demais grandezas – comprimento de onda, frequência e período.

Sabemos que a velocidade é obtida pela razão (divisão) entre a variação de posição e um intervalo de tempo (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2015), ou seja:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

Considerando o deslocamento igual ao comprimento de onda ( $\lambda$ ) e o intervalo de tempo igual ao período ( $T$ ) (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2015), teremos:

$$V = \frac{\lambda}{t}$$

O período  $T$  se relaciona inversamente com a frequência, como vimos anteriormente:

$$V = \lambda \cdot f$$

Após isso, abrir espaço para os questionamentos:

- 1) (UFRGS-adaptada) Um trem de ondas senoidais, gerado por um dispositivo mecânico oscilante, propaga-se ao longo de uma corda. A tabela a seguir descreve quatro grandezas que caracterizam essas ondas mecânicas. Relacione a grandeza quanto ao período, frequência, comprimento de onda e amplitude.

| Grandeza | Descrição   |
|----------|---|
| 1        | número de oscilações completas por segundo de um ponto da corda |
| 2        | duração de uma oscilação completa de um ponto da corda          |
| 3        | distância que a onda percorre durante uma oscilação completa    |
| 4        | deslocamento máximo de um ponto da corda                        |

2) - Uma onda representada na imagem abaixo tem velocidade igual a 24 cm/s.

Determine:



- a amplitude da onda;
- o comprimento de onda da onda;
- a frequência da onda;
- o período da onda.

3) O comprimento de onda, representado pela letra grega lambda ( $\lambda$ ) pode ser definida como:

- A distância percorrida pela onda em um segundo.
- A distância entre dois pontos da onda, consecutivos e correspondentes.
- A distância entre seu ponto mais alto (crista) e seu ponto mais baixo (vale).
- A distância de ondas completas na unidade de tempo

Quinto encontro formativo (2 horas-aula): O objetivo deste encontro é aplicar o jogo de tabuleiro como material potencialmente significativo em situações problemas no estudo de ondas mecânicas. Iniciamos o encontro com a socialização e explicação sobre o jogo de tabuleiro sobre o estudo de ondas mecânicas, dando destaque à sua definição, a sua classificação e elementos característicos, destacando os seus objetivos e comandos necessários à sua utilização. Fizemos o início com a aplicação do jogo de tabuleiro. Após isso, abrimos espaço para discussão (no coletivo) sobre a resolução das situações-problema constantes nas cartas do tabuleiro. Foi papel do professor, durante toda a dinâmica de aplicação do supracitado jogo, criar as

condições de mediação, fazendo a mediação e levantando possíveis problematizações.

Sexto encontro formativo (2 horas-aula): O objetivo deste encontro é verificar a partir das atividades propostas aos alunos na sequência didática, mediada pelo tabuleiro, se houve (ou não) a apropriação dos conceitos. Iniciamos com a aplicação de um questionário pós-teste para identificar as significações produzidas pelos alunos no desenvolvimento desta Sequência Didática envolvendo o conceito de onda mecânica e, assim, fazer uma avaliação da mesma.

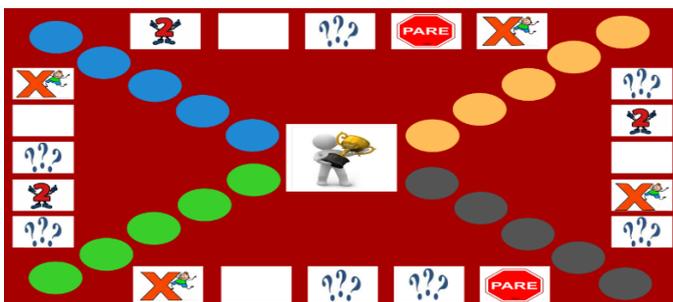
## **8 AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM**

Na avaliação serão considerados tanto os aspectos qualitativos quanto os quantitativos. Especificamente sobre os aspectos qualitativos deverão ser empregados os instrumentos: observações acerca da participação interação, disciplina e assiduidade dos alunos no desenvolvimento das atividades propostas na Sequência Didática. E, sobre os aspectos quantitativos, propomos que sejam utilizados os instrumentos: o próprio jogo de tabuleiro, uma produção textual sobre a o conceito de onda, as classificações e suas características e uma avaliação escrita sobre as potencialidades da Sequência Didática.

## **9 JOGO DE TABULEIRO SOBRE O ESTUDO DE ONDAS MECÂNICAS**

Sobre o jogo de tabuleiro (trilha) - onda mecânica, esclarecemos que esse deve ser organizado com trinta e cinco casas, excluindo as casas de início e fim. O referido jogo, enquanto recurso didático, pode ser jogado por duas ou mais equipes, com a ajuda de dois colegas do grupo: um para ler as perguntas e o outro para respondê-las. Os jogadores devem percorrer o circuito fechado, cumprindo as atividades que aparecerem no supracitado jogo. Porém, vencerá o jogador que percorrer todo o circuito.

**Figura 7:** Jogo de tabuleiro



Fonte: Adaptado Soares (2020)

Dessa forma, tal jogo se apresenta como mediador do ensino e aprendizagem, a fim de que ocorra a internalização do referido estudo. De acordo com Cavalcanti (2005), na atividade do jogo, duas das funções psicológicas são as que mais se desenvolvem: a memória e o pensamento. Logo os alunos devem ter a memória do conteúdo e saber pensar para solucionar as situações-problema postas, criando as estratégias para solucioná-las.

## REGRAS DO JOGO

- Número de jogadores: 04 (quatro);
- jogo inicia com o jogador que ao lançar o dado obtiver o maior número. Caso haja empate, os jogadores repetirão o procedimento até desempatar;
- Os jogadores caminharam em sentido horário, de acordo com o que tirar ao lançar o dado;
- Durante o caminho há espaços com perguntas. Onde o jogador deverá responder, ou outras ações que deve realizar;
- Está na reta final. Jogue o dado e responda para passar adiante.
- Acertou: avance 1 casa.
- Errou: volte 1 casa.
- Ganhará o jogador que conseguir dar uma volta inteira no retângulo e chegar ao centro do caminho que tem sua cor.

**CARTAS COM SITUAÇÕES-PROBLEMA**

**1) Na propagação de uma onda há, necessariamente, transporte de:**

- a) massa e energia
- b) quantidade de movimento e partículas
- c) energia e quantidade de movimento
- d) massa e partículas
- e) partículas e vibrações

**2) Ondas que vibram na mesma direção em que se propagam:**

- a) transversais;
- b) longitudinais;
- c) oblíquas;
- d) perpendiculares

**3) Quando uma pedra cai num lago tranquilo, formam-se ondas circulares. O fato de as ondas serem circulares é uma evidência de que:**

- a) as ondas transportam energia;
- b) as ondas transportam matéria;
- c) a velocidade de propagação das ondas é a mesma em todas as direções;
- d) a velocidade de propagação das ondas depende da densidade da pedra;

**4) Qual das ondas citadas é longitudinal:**

- a) ondas na superfície da água;
- b) ondas luminosas;
- c) ondas eletromagnéticas;
- d) ondas sonoras;

**5) Uma onda mecânica é dita transversal se as partículas do meio movem-se:**

- a) perpendicularmente a sua direção de propagação;
- b) paralelamente à direção de propagação da onda;
- c) transportando matéria na direção de propagação da onda;
- d) com a velocidade da luz na direção de propagação da onda;

**6) O número de ondas que passa por um ponto na unidade de tempo, é denominado:**

- a) frequência;
- b) amplitude;
- c) período;
- d) velocidade de propagação;

**7) O som se propaga com maior velocidade:**

- a) nos sólidos;
- b) na atmosfera;
- c) no vácuo;
- d) nos líquidos;

**8) Numa experiência clássica, coloca-se em uma campânula de vidro, onde se faz o vácuo, uma lanterna acesa e um despertador que está despertando. A luz da lanterna é vista, mas o som do despertador não é ouvido. Isso acontece porque:**

- a) o comprimento de onda da luz é menor que o do som;
- b) nossos olhos são mais sensíveis que nossos ouvidos;
- c) o som não se propaga no vácuo e a luz sim;
- d) o vidro da campânula serve de blindagem para o som, mas não para a luz;

9) Quando assistimos a filmes em que ocorrem batalhas espaciais, tipo Star Wars, notamos que em locais do espaço onde existe vácuo, uma espaçonave de combate atira contra outras, provocando grandes estrondos. A respeito, podemos dizer que:

- esses estrondos realmente existem, pois o som se propaga no vácuo;
- esses estrondos são muito mais intensos que os exibidos no cinema, porque surgem da emissão de ondas eletromagnéticas que se originam na desintegração das espaçonaves;
- esses estrondos são mais fracos que os exibidos no cinema, pois no vácuo os sons se propagam com baixa velocidade;
- esses estrondos não existem, pois o som não se propaga no vácuo;

10) As radiações eletromagnéticas, no vácuo, caracterizam-se por possuir:

- mesma frequência;
- mesma velocidade;
- mesmo comprimento de onda;
- mesma amplitude;

11) Luz é onda eletromagnética:

- mecânica;
- transversal;
- longitudinal;
- material;

12) Considere os seguintes fenômenos ondulatórios:

I) Luz

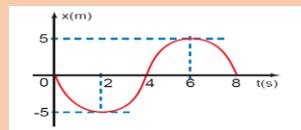
II) Som (no ar)

III) Perturbação propagando-se numa mola helicoidal esticada.

Podemos afirmar que:

- I, II e III necessitam de um suporte material para propagar-se.
- I é transversal, II é longitudinal e III tanto pode ser transversal como longitudinal.
- I é longitudinal, II é transversal e III é longitudinal.
- I e III podem ser longitudinais.
- Somente III é longitudinal.

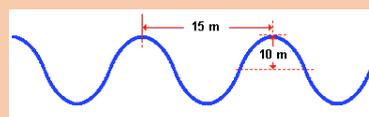
13) O gráfico representa a propagação de uma onda.



A amplitude, o período e a frequência para esse movimento são dados, respectivamente, por:

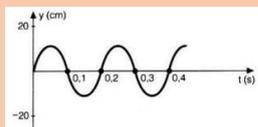
- 10 m, 4 s, 1/8 Hz
- 5 m, 8 s, 1/4 Hz
- 10 m, 8 s, 1/4 Hz
- 5 m, 8 s, 1/8 Hz

14) Uma onda se propaga ao longo de uma corda com frequência de 60 Hz, como ilustra a figura.



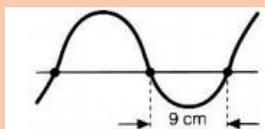
- Qual a amplitude da onda?
- Qual o valor do comprimento de onda?
- Qual a velocidade de propagação dessa onda?

15) Uma onda produzida na superfície de um tanque de água, de 40 cm de comprimento de onda, faz com que uma pequena rolha sofra deslocamentos verticais, em relação ao nível da superfície. Conforme diagrama abaixo. A velocidade da onda, em cm/s, é:



- a) 50                      b) 180                      c) 200  
d) 500                      e) 800

16) Uma onda se propaga ao longo de uma corda com frequência de 30 Hz, conforme a figura. Nessas condições podemos afirmar que sua velocidade e comprimento de onda são, respectivamente:



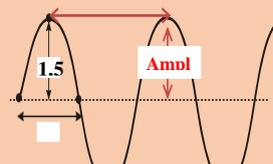
- a) 320 cm/s e 18 cm  
b) 540 cm/s e 18 cm  
c) 270 cm/s e 9 cm  
d) 90 cm/s e 3 cm  
e) 30 cm/s e 3 cm

17) Uma bola estava flutuando no meio de uma piscina. Um estudante na beirada da piscina desejava fazer com que ela se deslocasse para a outra beirada. Bateu, então, várias vezes na água com a mão movendo-a para cima e para baixo, gerando uma onda que se propagou na superfície da piscina, para que a bola, ao ser atingida pela onda, fosse levada por ela. O estudante conseguiu o que desejava? Por quê?

18) Uma criança coloca um barquinho de papel em uma grande bacia com água. Ela começa a agitar levemente a bacia e percebe a formação de pequenas ondas, no entanto, seu barquinho não sai do lugar. Justifique sua resposta por meio de argumentos científicos.

19) Uma onda é estabelecida em uma corda mostrada na figura ao lado. O ponto A destacado na figura oscila com uma frequência  $f = 20$  Hz. Observe a figura e diga se cada uma das afirmativas seguintes é verdadeira ou falsa. Para aquelas que estiverem erradas, apresente o valor correto da grandeza mencionada.

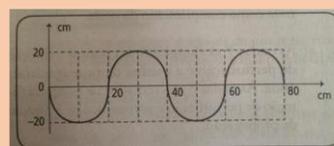
- v. O comprimento de onda é igual a 1,5 m.  
vi. O período da onda é igual a 5 segundos.  
vii. A amplitude da onda é igual a 0,8 m.  
viii. A velocidade de propagação é 30 m/s.



20) Ondas eletromagnéticas propagam-se no vácuo na velocidade da luz. Assinale a alternativa que apresenta apenas ondas eletromagnéticas:

- a) raios X, infravermelho, micro-ondas, ondas de rádio.  
b) raios  $\beta$ , radiação  $\gamma$ , ultravioleta.  
c) ultrassom, laser, luz visível, micro-ondas.  
d) raios  $\alpha$ , raios  $\beta$ , ondas de rádio.  
e) raios X, infrassom, ultrassom, infravermelho

21) A figura a seguir representa uma onda que se propaga com frequência de 25Hz, ao longo de uma corda homogênea. Determine para essa onda, os valores:



- a) Do comprimento;  
b) Da Amplitude;  
c) Do período;

## REFERÊNCIAS

AMORIM, Alex. **Ondas longitudinais e transversais - ondulatória experimental**. Youtube, 19 fev. 2014. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=zMcFb6Nsk0c> >. Acesso em: 15 ago. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. 2018. Disponível em: < [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/BNCC\\_19dez2018\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/BNCC_19dez2018_site.pdf). > Acesso em: 22 nov. 2018.

CAVALCANTI, L. **Geografia e práticas de ensino**. Goiânia: Alternativa, 2005.

COLORADO, University. **Onda em corda**. PhET interactive simulations. Disponível em: < [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/wave-on-a-string](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/wave-on-a-string) >. Acesso em 15 ago. 2021.

FERRARO, Nicolau; TOLEDO, Paulo; FOGO, Ronaldo. **Física básica: volume único**. 4. ed. São Paulo: Atual, 2013

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física, volume 2: gravitação, ondas e termodinâmica**. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

MORAES, J. U. P.; ARAÚJO, M. S. T. **O ensino de Física e o enfoque CTSA: caminhos para a educação cidadã**. São Paulo: Livraria da Física, 2012.

MUNDO, Misterios. **Essas são as maiores ondas do mundo**. Youtube, 7 abr. 2021. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=AgBULdFDQLg> >. Acesso em: 15 ago. 2021.

Scientific American Brasil – Aula Aberta n. 12 (2012, p. 57-58) 18 de abril de 2018. Antonio Carlos F. Santos, Carlos Eduardo Aguiar

SEARS, YOUNG & FREEDMAN. **Física II - Termodinâmica e Ondas** – 12 ed. São Paulo: Pearson, 2008.

XAVIER; Cláudio; BARRETO; Benigno. **360° Física aula por aula**. São Paulo: FTD, 2017.

**APÊNDICE B** – Questionário (pré-teste) para avaliar conhecimentos prévios dos alunos acerca de Ondas Mecânicas.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA - CCN**  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF**

Teresina (PI), \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2021.

Prezado Estudante,

Sou aluno da Universidade Federal do Piauí–UFPI, do Centro de Ciências da Natureza, do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF e estou realizando uma pesquisa intitulada: **PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE ONDAS MECÂNICAS NO ENSINO MÉDIO**, voltada para a elaboração da dissertação de Mestrado e do Produto Educacional que, neste caso, será um Jogo de Tabuleiro com atividades teórico-práticas, envolvendo esse conceito, sob a orientação do Prof. Dr<sup>a</sup>. Hilda Mara Lopes. Tem como objetivo geral desenvolver aulas de Física em uma turma de Ensino Médio sobre ondas mecânicas, utilizando-se do jogo de tabuleiro, de modo a possibilitar a aprendizagem desse estudo. Especificamente sobre esse primeiro momento da pesquisa, o objetivo é o de fazer o diagnóstico dos conhecimentos prévios dos alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública da rede estadual de ensino de Teresina acerca de ondas mecânicas. Assim, conto com o apoio da colaboração de cada um de vocês no sentido de que respondam sinceramente o questionário em anexo, pois me comprometo em manter seu nome sob sigilo. Agradeço antecipadamente e coloco-me à sua disposição para quaisquer esclarecimentos.

Atenciosamente,

Wesley Antônio Costa Rodrigues

**Questionário (pré-teste) para avaliar conhecimentos prévios dos alunos acerca de Ondas Mecânicas.**

Nome do aluno:

Sexo: ( ) Feminino ( ) Masculino

Idade:

01) Qual a sua compreensão sobre onda? Dê exemplos de tipos de ondas que você conhece.

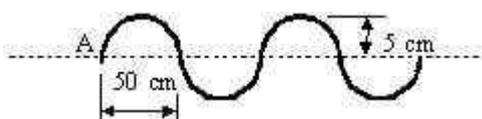
02) Na sua opinião como uma onda pode ser gerada?

03) As ondas podem ser classificadas quanto a sua natureza de duas formas: mecânica e eletromagnéticas. Você poderia explicar a diferença entre esses dois tipos de ondas.

04) Cite pelo menos dois exemplos de ondas mecânicas.

05) Josué bate uma régua na superfície da água 10 vezes em 5,0 segundos e duas cristas consecutivas da onda ficam separadas por 2,0 centímetros. Sendo assim, você conseguiria dizer que grandezas físicas (ou elementos característicos) estão presentes no surgimento da onda feita por Josué.

06) Uma onda é estabelecida numa corda, fazendo-se o ponto A oscilar com uma frequência igual a  $1 \times 10^3$  Hertz, conforme a figura.



Considere as afirmativas:

I - Pela figura o comprimento de onda é 5 cm.

II - O período da onda é  $1 \times 10^{-3}$  segundos.

III - A velocidade de propagação da onda é de  $1 \times 10^3$  m/s.

São corretas:

a) I e II

b) I e III

c) II e III

d) I, II e III

**APÊNDICE C** – Questionário (pós-teste) para avaliar conhecimentos e significados desenvolvidos pelos alunos acerca de Ondas Mecânicas.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA – CCN**  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF**

Teresina(PI), \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2021.

Prezado Estudante,

Sobre a pesquisa que estamos desenvolvendo nesta escola, intitulada: **PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE ONDAS MECÂNICAS NO ENSINO MÉDIO**, voltada para a elaboração da dissertação de Mestrado e do Produto Educacional que, neste caso, é um Jogo de Tabuleiro com atividades teórico-práticas, envolvendo o estudo de ondas mecânicas, sob a orientação da Prof. Dr<sup>a</sup>. Hilda Mara Lopes Araujo, tendo em vista que já aplicamos esse Jogo de Tabuleiro, é chegado o momento de analisarmos os significados produzidos, por vocês alunos, no processo de apropriação do estudo de ondas mecânicas com sua classificação e suas características, ao se considerar o uso do jogo de tabuleiro.

Assim, mais uma vez contamos com o apoio da colaboração de cada um de vocês no sentido de que respondam sinceramente o questionário, em que nos comprometemos em manter seu nome sob sigilo para toda essa pesquisa.

Atenciosamente

Wesley Antonio Costa Rodrigues

**Questionário (pós-teste) para avaliar conhecimentos e significados desenvolvidos pelos alunos acerca de Ondas Mecânicas.**

Nome do aluno:

Sexo: ( ) Feminino ( ) Masculino

Idade:

**QUESTÕES**

01) Tendo em vista a Sequência Didática, o que você agora entende por onda, ou seja, qual novo significado que você desenvolveu sobre esse conceito?

02) Como você vê as aulas de física com o uso do jogo de tabuleiro utilizado?

03) O que lhe chamou mais a atenção nas atividades teórico-práticas desenvolvidas em sala de aula?

04) O jogo que foi utilizado como um dos recursos metodológico presentes na Sequência Didática lhe ajudou a compreender o estudo de onda mecânica? Justifique sua resposta.

05) A forma como foi abordado o conteúdo de ondas utilizando recursos metodológicos (vídeos, simulações, o jogo de tabuleiro, textos, questões abertas) abordados na Sequência Didática ajudou você a melhorar a sua comunicação com

seus colegas em sala de aula, proporcionando um crescimento de conhecimento de todos os envolvidos no grupo sobre o tema abordado? Justifique sua resposta.

06) No estudo que fizemos do texto que tratava da classificação quanto a sua natureza das ondas, vimos que as ondas podem separar em dois tipos, mecânicas e eletromagnéticas, em que o diferenciam se quanto ao meio de propagação da onda em um determinado meio ou não. Diante dessa afirmação, pedimos que você observe abaixo os diferentes tipos de ondas e marque M para ondas do tipo mecânicas e E para ondas do tipo eletromagnéticas.

- Ondas do mar.
- Ondas sonoras.
- Ondas de radiofrequência.
- Ondas nas cordas de um piano.
- Bluetooth.
- Raios X.
- Ondas produzidas pelo aparelho de ultrassonografia

7) No estudo que fizemos do texto que tratava da classificação quanto a sua natureza das ondas, vimos que as ondas podem separar em dois tipos, mecânicas e eletromagnéticas. Diante dessa afirmação, pedimos que você observe abaixo os diferentes tipos de ondas e marque as que são ondas do tipo eletromagnéticas:

- Ondas do Mar;
- Ondas Sonoras;
- Ondas de Radiofrequência;
- Ondas nas cordas de um piano;
- Bluetooth;
- Raios X;
- Ondas produzidas pelo aparelho de ultrassonografia;

**ANEXO A** - Termo de Consentimento e Adesão para participar como colaborador da pesquisa de Mestrado em Ensino de Física

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA – CCN**  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF**

Teresina(PI), \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2021.

**PESQUISA: PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE ONDAS MECÂNICAS NO ENSINO MÉDIO**

Você está sendo convidado para participar, como voluntário de uma pesquisa no Ensino de Física. Leia cuidadosamente o que se segue e pergunte ao responsável por esse estudo sobre quaisquer dúvidas caso as tenha. Esta pesquisa será conduzida pelo mestrando WESLEY ANTONIO COSTA RODRIGUES. Após ser esclarecido sobre as informações a seguir e, caso aceite fazer parte do estudo, assine este documento impresso em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Se tiver dúvida, você poderá procurar a Coordenação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, do Centro de Ciências da Natureza, da Universidade Federal do Piauí, ou o pesquisador responsável por esta pesquisa.

---

Wesley Antonio Costa Rodrigues  
(mestrando)

**ADESÃO PARA PARTICIPAR COMO SUJEITO DA PESQUISA**

Eu, \_\_\_\_\_ RG nº \_\_\_\_\_,

Abaixo assinado concordo em participar do estudo: PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE ONDAS MECÂNICAS NO ENSINO MÉDIO, como participante/sujeito desta pesquisa, respondendo questionários (pré-teste e pós-teste), participando de aulas teórico-práticas, empregando o jogo orientado tabuleiro, envolvendo o conceito de Onda Mecânica, com uma carga horária máxima de 10 horas. Tive pleno conhecimento das informações que li e que foram descritas sobre o referido estudo. Discuti com o mestrando Wesley Antônio Costa Rodrigues sobre minha decisão em participar desta pesquisa. Ficaram claros para mim os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou evidente também que minha participação é isenta de quaisquer despesas bem como de remuneração. Concordo, voluntariamente, em participar desse estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem penalidades ou prejuízos pessoais.

Teresina, 22 de junho de 2021.

---

Assinatura do participante/sujeito da pesquisa