



**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**

**SANDRO ALVARENGA PORTELA**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERATIVA (SDI) COMO INSTRUMENTO NA  
MEDIÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DOS CONCEITOS DA  
FÍSICA ONDULATÓRIA**

**TERESINA**

**2022**

**SANDRO ALVARENGA PORTELA**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERATIVA (SDI) COMO INSTRUMENTO NA  
MEDIÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DOS CONCEITOS DA  
FÍSICA ONDULATÓRIA**

Dissertação apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física - Polo 26, da Universidade Federal do Piauí como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física, na linha de pesquisa Recursos Didáticos para o 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 Araújo

**TERESINA**

**2022**

FICHA CATALOGRÁFICA  
Universidade Federal do Piauí  
Sistema de Bibliotecas da UFPI – SIBi/UFPI  
Biblioteca Setorial do CCN

P843s	<p>Portela, Sandro Alvarenga. Sequência Didática Interativa (SDI) como instrumento na mediação da aprendizagem significativa dos conceitos da física ondulatória / Sandro Alvarenga Portela. – 2022. 146 f.</p> <p>Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Pós-Graduação em Ensino de Física, Teresina, 2022. “Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Hilda Mara Lopes Araújo”.</p> <p>1. Física – Estudo e Ensino. 2. Recurso Didático – Sequência Didática Interativa. 3. Física Ondulatória. I. Araújo, Hilda Mara Lopes. II. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 530.7</p>
-------	---

Bibliotecária: Caryne Maria da Silva Gomes. CRB/3-1461

**SANDRO ALVARENGA PORTELA**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERATIVA (SDI) COMO INSTRUMENTO NA  
MEDIÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DOS CONCEITOS DA  
FÍSICA ONDULATÓRIA**

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, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022.

**Banca Examinadora**

---

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

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Adriana de Sousa Melo – UFPI  
(Examinador interno)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eliana de Sousa Alencar Marques – UFPI  
(Examinador externo)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria do Socorro Leal Lopes – UFPI  
(Suplente interno)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Neide Cavalcante Guedes – UFPI  
(Suplente externo)

Dedico este trabalho a minha querida e amada esposa Andreia Soares, a minha mãe Rosa e em memória do meu amado pai Pacífico.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder saúde e sabedoria para seguir sempre em frente. Obrigada por ser a minha força e o meu guia em todos os momentos. A ti, Senhor, toda honra e toda a glória.

À minha linda esposa Andreia, que de uma forma muito especial, sempre me deu força, apoiando-me sempre, principalmente nos momentos de maiores dificuldades.

À minha filha Alicia Soares Portela Reis, que ilumina minha vida de forma especial e me dá motivos para continuar sempre buscando dar o melhor de mim.

De maneira especial, aos meus pais Rosa e Pacífico (*in memoriam*), a quem agradeço minha existência e a forma como eles me ensinaram a ver a vida.

Aos amigos, colegas de mestrado, cuja parceria foi fundamental na superação dos desafios interpostos.

À Sociedade Brasileira de Física (SBF) e à CAPES, através do Programa de Pós-Graduação em ensino de Física, possibilitou o conhecimento das teorias de aprendizagem, a discussão e análise de diferentes métodos de ensino, além da avaliação das técnicas, adquiridas ao longo da formação e da atuação profissional, através da comparação crítica com os novos conhecimentos apresentados.

À professora Dr.<sup>a</sup> Hilda Mara Lopes Araújo que teve toda a paciência na orientação deste trabalho e me incentivou em todos os momentos, tornando possível a conclusão desta dissertação.

A todos queridos professores do MNPEF, pelas importantes e decisivas contribuições para a realização deste trabalho e saberes adquiridos.

*“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

O presente trabalho apresenta como título “Sequência Didática Interativa (SDI) como instrumento na mediação da aprendizagem significativa dos conceitos da Física ondulatória”. A ancorou-se no seguinte problema de pesquisa: Como a aplicação da Sequência Didática Interativa no ensino da Ondulatória poderá mediar o processo ensino e aprendizagem dos alunos do Ensino Médio? Partimos do pressuposto que a aplicação da Sequência Didática no estudo da Ondulatória constitui ferramenta importante no processo de ensino e aprendizagem dos alunos proporcionando, além da apreensão do conhecimento, motivação, interação entre os mesmos, além da criatividade, com possibilidades de tornarem-se sujeitos participantes desse processo, seres críticos e ativos na construção do seu próprio conhecimento, de modo a obter uma aprendizagem significativa. Esse trabalho tem como objetivo geral, utilizar a Sequência Didática Interativa para mediar o processo de ensino e aprendizagem no conceito de Ondulatória a alunos da 2ª série do Ensino Médio e, como objetivos específicos 1) Identificar as dificuldades vivenciadas pelos discentes acerca dos conceitos da Ondulatória; 2) Produzir e aplicar a Sequência Didática Interativa na apreensão de conceitos de Ondulatória, considerando a Aprendizagem Significativa em Ausubel; 3) Avaliar as contribuições do uso da Sequência Didática Interativa no processo de ensino e aprendizagem dos alunos do Ensino Médio quanto aos conceitos de Ondulatória; 4) Correlacionar o estudo da Ondulatória com a Teoria da Aprendizagem Significativa sob a perspectiva de Ausubel (2003); 5) Desenvolver situações-problemas que despertem a curiosidade, motivação e interação entre os alunos na busca por soluções relacionadas ao conceito de Ondulatória. Para o embasamento teórico, utilizou-se a Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 1980), Zabala (1998), Brosseau (2008) que abordam conceitos em Sequência Didática; Resnick (2009) e Feynman (2008) trazem os conceitos de Ondulatória, além de outros teóricos. No percurso teórico-metodológico fizemos uso da pesquisa de campo do tipo exploratória de natureza qualitativa (ERICKSON, 1986) com alunos do segundo ano do Ensino Médio do Centro de Ensino João Lisboa. Ainda, utilizamos a Pesquisa-Ação (THIOLLENT, 1985) por esta ser uma pesquisa social com base empírica, que é pensada e executada em associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo. Os instrumentos de coleta de dados foram o questionário semiestruturado inicial (com questões abertas) para diagnóstico dos conhecimentos prévios e das dificuldades de aprendizagem dos alunos acerca da Ondulatória; a observação participante e um questionário semiestruturado final (com questões fechadas) para avaliação da metodologia pelos alunos. A análise e a discussão dos dados foram realizadas a partir dos aportes teóricos da Análise Textual Discursiva (ATD) proposta por Moraes e Galiazzi (2007; 2011; 2016). Os resultados da pesquisa apontaram que a utilização da Sequência Didática Interativa (SDI) contribuiu para despertar o interesse, a motivação, a imaginação, a leitura, a escrita, a interação entre eles e evidências da aprendizagem significativa do alunado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Física. Ondulatória. Sequência Didática Interativa. Aprendizagem Significativa.



## ABSTRACT

The present work presents as its title “Interactive Didactic Sequence (SDI) as a tool to mediate meaningful learning of wave physics concepts”. It was anchored in the following research problem: How can the application of the Interactive Didactic Sequence in the teaching of Undulating can mediate the teaching and learning process of high school students? We start from the assumption that the application of the Didactic Sequence in the study of Undulating is an important tool in the teaching and learning process of students providing, in addition to the apprehension of knowledge, motivation, interaction between them, in addition to creativity, with possibilities of becoming subjects participants in this process, critical and active beings in the construction of their own knowledge, in order to obtain meaningful learning. This work has as a general objective, to use the Interactive Didactic Sequence to mediate the teaching and learning process in the concept of Undulating to students of the 2nd grade of High School and, as specific objectives 1) Identify the difficulties experienced by students about the concepts of Wave; 2) Produce and apply the Interactive Didactic Sequence in the apprehension of wave concepts, considering the Meaningful Learning in Ausubel; 3) Evaluate the contributions of the use of the Interstive Didactic Sequence in the teaching and learning process of high school students regarding the concepts of Undulating; 4) Correlate the study of Undulatory with the Theory of Meaningful Learning from the perspective of Ausubel (2003); 5) Develop problem-situations that arouse curiosity, motivation and interaction among students in the search for solutions related to the concept of Undulating. ), Brosseau (2008) that address concepts in Didactic Sequence; Resnick (2009) and Feynman (2008) bring the concepts of Wave, in addition to other theorists. In the theoretical-methodological path, we made use of exploratory field research of a qualitative nature (ERICKSON, 1986) with second-year high school students at Centro de Ensino João Lisboa. Still, we use Action Research (THIOLLENT, 1985) because it is an empirically based social research, which is thought and carried out in association with an action or with the resolution of a collective problem. The data collection instruments were the initial semi-structured questionnaire (with open questions) for diagnosing the students' previous knowledge and learning difficulties about Wave; participant observation and a final semi-structured questionnaire (with closed questions) to evaluate the methodology by the students. The analysis and discussion of the data were carried out from the theoretical contributions of the Discursive Textual Analysis (DTA) proposed by Moraes and Galiazzi (2007; 2011; 2016). The research results showed that the use of the Interactive Didactic Sequence (SDI) contributed to arouse interest, motivation, imagination, reading, writing, the interaction between them and evidence of the students' significant learning.

**KEYWORDS:** Teaching Physics. Wavy. Interactive Didactic Sequence. Meaningful Learning.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa conceitual sobre Ondas.....	31
Figura 2- Onda senoidal produzida numa corda.....	34
Figura 3 – Os componentes de uma onda.....	37
Figura 4 - Gráfico do deslocamento do elemento da corda situado em $x = 0$ em função do tempo.....	38
Figura 5 – Dois instantâneos de uma onda quanto $t = 0$ e $t = \Delta t$ .....	38
Figura 6 – Segmento de corda tensionada, usado para dedução da equação da onda.....	39
Figura 7 – Difração de uma onda.....	41
Figura 8 – Onda eletromagnética sendo polarizada.....	43
Figura 9 – Representação dos raios refletidos e raios refratado.....	44

## LISTA DE FOTOS

Foto 1- Alunos respondendo o questionário inicial.....	54
Foto 2- Roda de conversa.....	54
Foto 3- Aula pelo google meet.....	55
Foto 4- Aula pelo google meet.....	56
Foto 5 – Mapas conceituais produzidos pelos alunos.....	57
Foto 6 - Aplicação do júri simulado.....	58
Foto 7 – Jogos produzidos pelos alunos.....	59
Foto 8 – Aplicação dos jogos.....	60
Foto 9 – Alunos respondendo o questionário final.....	62
Foto 10 – Representação de ondas eletromagnéticas e ondas sonoras.....	68
Foto 11 – Representação de uma quebra de onda.....	69
Foto 12 – Representação de ondas na superfície da água.....	69

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Respostas do item 1.....	82
Gráfico 2 - Respostas do item 2.....	83
Gráfico 3 - Respostas do item 3.....	84
Gráfico 4 - Respostas do item 4.....	85
Gráfico 5 - Respostas do item 5.....	86
Gráfico 6 - Respostas do item 6.....	87
Gráfico 7 - Respostas do item 7.....	88
Gráfico 8 - Respostas do item 8.....	89

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2 UTILIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERATIVA (SDI) PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA</b> .....	19
<b>2.1 Sequência Didática</b> .....	19
2.1.1 Sequência Didática Interativa (SDI).....	22
2.1.2 Sequência Didática Fedathi.....	23
<b>2.2 Perspectivas da aprendizagem significativa de Ausubel</b> .....	26
2.2.1 Organizadores prévios e mapas conceituais como meios facilitadores da aprendizagem significativa.....	30
<b>3 DISCUTINDO OS CONCEITOS DA ONDULATÓRIA</b> .....	33
<b>3.1 Comprimento de onda e Frequência</b> .....	35
3.1.1 Componentes de uma onda.....	36
<b>3.2 A velocidade de uma onda</b> .....	38
<b>3.3 O princípio da superposição para ondas</b> .....	40
<b>3.4 Interferência de ondas</b> .....	40
<b>3.5 Ondas estacionárias</b> .....	41
<b>3.6 Difração</b> .....	41
<b>3.7 Polarização</b> .....	42
<b>3.8 Reflexão e Refração</b> .....	44
<b>4 PERCURSO TEÓRICO METODOLÓGICO</b> .....	46
<b>4.1 Caracterização da pesquisa</b> .....	46
<b>4.2 Campo empírico da pesquisa</b> .....	48
4.2.1 A cidade de Coroatá.....	48
4.2.2 Centro de Ensino João Lisboa – CEJL.....	49
<b>4.3 Participantes da pesquisa</b> .....	50
<b>4.4 Instrumentos de produção de dados</b> .....	50
<b>4.5 Procedimentos de análise de dados</b> .....	52
<b>4.6 Produto educacional</b> .....	52
<b>4.7 Atividades desenvolvidas</b> .....	53
4.7.1 PRIMEIRA ETAPA: Introdução a Ondulatória e aplicação do questionário para identificar os conhecimentos prévios dos alunos.....	53
4.7.2 SEGUNDA ETAPA: Construção dos mapas conceituais .....	54
4.7.3 TERCEIRA ETAPA: Implementação da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP).....	56
4.7.4 QUARTA ETAPA: Aplicação do júri simulado com o tema luz: partícula ou onda?.....	57
4.7.5 QUINTA ETAPA: Produção de jogos pelos alunos.....	58
4.7.6 SEXTA ETAPA: Apresentação dos jogos pelos alunos.....	60
4.7.7 SÉTIMA ETAPA: Avaliação da Metodologia.....	60
<b>5 DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS À CONSTRUÇÃO DE SUBSUNÇORES: análise e discussão dos resultados</b> .....	65
<b>5.1 Conhecimentos prévios dos alunos</b> .....	65
<b>5.2 A observação participante e a utilização da SDI</b> .....	71
5.2.1 Os mapas conceituais e a aprendizagem significativa.....	72
5.2.2 A implementação da ABP.....	73
5.2.3 Interações com as ideias de outros participantes.....	76

5.2.4 Os jogos didáticos e ludicidade na aprendizagem significativa dos alunos.....	77
<b>5.3 Avaliação da Metodologia pelos alunos.....</b>	<b>81</b>
5.3.1 Relação entre teoria e prática.....	82
5.3.2 Sentidos atribuídos a aceitação da Sequência Didática Interativa .....	83
5.3.3 Sequência Didática Interativa e a Aprendizagem Significativa.....	84
5.3.4 Temas de interesse coletivo.....	85
5.3.5 Aprendizagem interdisciplinar.....	85
5.3.6 A física além do formalismo matemático.....	87
5.3.7 Relação entre o método e a Física.....	88
5.3.8 Trabalho em grupo.....	88
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>91</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>95</b>
<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL.....</b>	<b>103</b>
<b>APÊNDICE B MAPA CONCEITUAL.....</b>	<b>104</b>
<b>APÊNDICE C – CURIOSIDADES.....</b>	<b>105</b>
<b>APÊNDICE D – JÚRI SIMULADO.....</b>	<b>106</b>
<b>APÊNDICE E – CONCEITOS DA ONDULATÓRIA.....</b>	<b>107</b>
<b>APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO FINAL.....</b>	<b>108</b>
<b>APÊNDICE G- A IMPORTÂNCIA DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP).....</b>	<b>109</b>
<b>APÊNDICE H – JOGOS.....</b>	<b>111</b>
<b>APÊNDICE I- PRODUTO EDUCACIONAL.....</b>	<b>113</b>
<b>ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....</b>	<b>145</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Física é a ciência que busca explicações para fatos que ocorrem na natureza. Tudo que está a nossa volta possui uma explicação física. Assim, o ensino de Física deve ser voltado para a compreensão do mundo e não só calcado na mera definição e reprodução de fórmulas. Portanto, espera-se que o ensino de Física, no Ensino Médio, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais (BRASIL, 2013).

Assim, para um desenvolvimento com qualidade no ensino de Física as competências e habilidades devem se integrar aos objetivos a serem atingidos pelo Ensino Médio. Sua promoção e construção são resultados de um contínuo processo que ocorre por ações e intervenções concretas, no dia-a-dia da sala de aula, em atividades envolvendo diferentes assuntos, conhecimentos e informações.

As observações dimensionadas remetem no presente trabalho ao seguinte problema de pesquisa: Como a aplicação da Sequência Didática Interativa (SDI) no ensino da Ondulatória poderá mediar o processo de ensino e aprendizagem dos alunos do Ensino Médio? Partimos do pressuposto que a aplicação da Sequência Didática Interativa no estudo da Ondulatória constitui ferramenta importante no processo de ensino e aprendizagem dos alunos proporcionando, além da apreensão do conhecimento, motivação, interação entre os mesmos, além da criatividade, com possibilidades de tornarem-se sujeitos participantes desse processo, seres críticos e ativos na construção do seu próprio conhecimento, de modo a obter uma aprendizagem significativa.

Delineamos como objetivo geral, utilizar a Sequência Didática Interativa para mediar o processo de ensino e aprendizagem do conceito de Ondulatória a alunos da 2ª série do Ensino Médio e, como objetivos específicos: 1) Identificar as dificuldades vivenciadas pelos discentes acerca dos conceitos da Ondulatória; 2) Produzir e aplicar a Sequência Didática Interativa na apreensão de conceitos de Ondulatória, considerando a Aprendizagem Significativa em Ausubel; 3) Avaliar as contribuições do uso da Sequência Didática Interativa no processo de ensino e aprendizagem dos alunos do Ensino Médio quanto aos conceitos de Ondulatória; 4) Correlacionar o estudo da Ondulatória com a Teoria da Aprendizagem Significativa sob a perspectiva de Ausubel (2003); 5) Desenvolver situações-problemas que despertem a curiosidade, motivação e interação entre os alunos na busca por soluções relacionadas ao conceito de Ondulatória.

Nessa perspectiva, uma das dificuldades observadas no ensino de Física que afeta a aprendizagem dos discentes é a falta de motivação dos alunos e aulas conteudistas. Conforme

Zabala (1998), o professor deve diagnosticar o contexto de trabalho, tomar decisões, atuar e avaliar a pertinência das atuações.

Além disso, destaca que o papel do professor é propor intervenções pedagógicas que possuam a finalidade de articular práticas educativas reflexivas e coerentes, levando o estudante a ser o protagonista principal, tendo em vista que a produção de aprendizagens é o resultado de processos que sempre são singulares e pessoais. Defende também que os professores devem agir como mediadores da atividade mental do estudante, tornando-o autônomo. Após a autonomia conquistada ao longo do processo o ato de pensar do estudante flui bem e o conduz a aprendizagem.

Destarte, com a utilização da SDI, almeja-se que o aluno se torne protagonista no processo de construção de seu conhecimento. Sob mediação do professor, é responsável pela sua trajetória de formação e pelos alcances dos seus objetivos, pelos quais deve ser capaz de auto-gerenciar e autogovernar seu processo de formação. O objetivo dessa estratégia de ensino e aprendizagem, é propiciar aos alunos do Ensino Médio o desenvolvimento da capacidade de absorção de conteúdo, além da autonomia e participação ativa no processo ensino e aprendizagem (MÓRAN, 2015).

Ao planejar a SDI, têm-se que se considerar alguns aspectos como os objetivos, que devem estar claros para o professor e para os alunos, sendo que os mesmos devem ter consciência do que se espera deles, no final daquele momento de aprendizagem, envolvendo o educando em um processo reflexivo de seu conhecimento.

Assim, a SDI é um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, com um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos (ZABALA, 1998). Destaque-se que a SDI ancora-se, nesta pesquisa, nos conceitos relacionados à Teoria da Aprendizagem Significativa em David Ausubel quais seja: conhecimentos prévios, subsunçores, organizadores prévios, dentre outros.

Diante do exposto, nossas implicações na temática, como professor de Física há 11 (onze) anos, levaram-nos a observar dificuldades no ensino de Física relacionadas a aprendizagem dos alunos; os mesmos são, por vezes, reprodutores do conhecimento naquilo que se convencionou chamar de paradigma tradicional (BEHRENS, 2011) relacionado a falta de motivação dos discentes, aulas conteudistas, estímulo à decoreba e à reprodução do conhecimento.

As técnicas de ensino tradicional são trabalhadas, em sua maioria, de forma mecânica e, considerável parte dos professores insistem em reproduzir essa velha maneira tal como foram ensinados, reforçando o ensino que afasta o aluno do processo de construção do conhecimento,



portanto, sendo incapazes de criar e pensar (MORAES, 1997). Com isso, passa a ser um repetidor das informações e fórmulas fornecidas pelo professor (RABELO, 2013).

A despeito do valor epistemológico desta área do conhecimento, predomina sobre o ensino desses professores uma forte influência do paradigma newtoniano-cartesiano (BEHRENS, 2011), o qual inspira, na sala de aula, a autoridade do professor, que expõe os conteúdos da matéria e solicita que os alunos o reproduzam conforme um método prescrito.

Percebe-se que neste modelo educativo há pouco espaço para que os alunos reflitam e, conforme Moraes (1997) os alunos, nesta abordagem, não são instigados a formularem questões que digam respeito a como os temas se fazem presentes em seu dia-a-dia, pois são instruídos a reproduzirem situações hipotéticas apresentadas nos livros-textos, e desconexas da realidade que conhece.

Nesse sentido, observamos os alunos cada vez mais desmotivados, desinteressados e sem estímulo para aprender Física, considerando esse modelo dito tradicional. É relevante destacar que, diariamente, os alunos possuem muitas informações através da utilização de tecnologias, mais atraentes para eles, por proporcionar uma aprendizagem interativa e prazerosa.

Decorre daí a necessidade de aplicar a Sequência Didática Interativa (SDI) nas aulas de Física, como uma possibilidade para que os alunos possam ser mais proativos, sejam estimulados a envolverem-se em atividades cada vez mais complexas, em que tenham que tomar decisões e avaliar os resultados, com apoio de materiais relevantes, sob mediação do professor.

Nessa perspectiva, para que os alunos sejam participativos no seu processo de aprender, eles precisam experimentar inúmeras novas possibilidades de mostrar sua iniciativa. Assim, a Sequência Didática Interativa (SDI) contribuiu com a consolidação de conhecimentos que estão em fase de construção e permitiu que progressivamente novas aquisições fossem possíveis, pois a organização dessas atividades prevê uma progressão modular, a partir do levantamento dos conhecimentos prévios que os alunos já possuíam sobre um determinado assunto e para avançar no conhecimento profundo, nas competências sociais, emocionais, cognitivas, psicomotoras e em novas práticas (MÓRAN, 2015).

O professor necessita proporcionar novos caminhos para que os alunos aprendam ativamente a partir de problemas reais, seja por desafios relevantes como jogos, atividades e leituras, como também trabalhos individuais ou trabalhos em grupo de modo que o estudo da Ondulatória não seja tratado de forma tecnicista, em que poucos livros trazem as aplicações e relações desse conteúdo na vida das pessoas.

No que concerne ao estudo da Ondulatória, trata-se do ramo da Física onde são estudados os fenômenos que envolvem as Ondas. Segundo Feynman (2008), estes fenômenos aparecem em muitos contextos, em todas as áreas da Física, possuindo uma aplicação ampla no dia a dia das pessoas, e sendo importante para o desenvolvimento da sociedade moderna.

Dessa forma, seu estudo é fundamental para a formação dos estudantes, não apenas por ser uma das áreas mais cobradas atualmente pelo Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), mas, também, por possibilitar uma melhor compreensão quanto a fenômenos ligados a Acústica, em que são estudados os fenômenos do som, e a óptica, que estuda o comportamento da luz, e na preparação dos mesmos como futuros cidadãos, conhecedores da natureza do meio em que estão inseridos, assim como para a formação de novos cientistas.

Consideramos também, a relevância do papel do professor hoje, mais amplo e avançado, não está centrado só em transmitir informações de uma área específica; ele é principalmente *design* de roteiros personalizados e grupais de aprendizagem e orientador de projetos profissionais e de vida dos alunos (MÓRAN, 2015).

Baseando-se nessa problemática, propõe-se a produção e aplicação da SDI com o uso de atividades diversificadas como a produção de mapas conceituais sobre Ondas, a utilização da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), o júri simulado e a produção de jogos pelos alunos sobre Ondulatória, mediados pelo professor.

A iniciativa para a produção dos jogos didáticos partiu da necessidade de estimular a leitura, a produção escrita, motivação, interesse, a atenção e a difusão de conhecimento no contexto do ensino e aprendizagem da disciplina de Física no Ensino Médio.

É possível destacar a existência de vários benefícios com a utilização dessas estratégias, como jogos, ABP, mapas conceituais, entre outros, pois os alunos podem adquirir maior autonomia, desenvolver confiança, vivenciar o aprendizado como algo divertido, tornando-os aptos a resolver problemas e transformando-se em protagonistas do seu aprendizado.

Assim, a aprendizagem é mais significativa quando estimulamos os alunos, quando eles encontram sentido nas atividades que propomos, quando consultamos suas motivações profundas, quando se engajam em projetos em que trazem contribuições, quando há diálogo sobre as atividades e a forma de realizá-las (AUSUBEL, 1998).

No que concerne ao percurso metodológico que guiou esta pesquisa, fizemos opção pela abordagem qualitativa, que 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).

Nesse sentido, fizemos uso da Pesquisa-Ação por esta ser uma pesquisa social com base empírica, que é pensada e executada em associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo, em que os pesquisadores e os sujeitos do ambiente e problema em estudo se envolvem do modo cooperativo ou participativo com vista a alcançarem objetivos comuns (LAKATOS; MARCONI, 2003).

A análise e a discussão dos dados foram realizadas a partir dos aportes teóricos da Análise Textual Discursiva (ATD) proposta por Moraes e Galiazzi (2007; 2011; 2016) que tem sido uma escolha de destaque como metodologia de análise de informações textuais, especialmente em investigações do campo das Humanidades como Educação e Educação em Ciências. Assim, os resultados da pesquisa apontam em síntese para evidências de uma aprendizagem significativa.

Diante do exposto, a dissertação está organizada da seguinte forma:

Introdução: nesta parte delimitamos a questão de partida, o pressuposto, objetivo geral e específicos, a justificativa, aspectos da base epistemológica, metodológica e produto da pesquisa.

Seção 2: sob o título: Utilização da Sequência Didática Interativa para uma Aprendizagem Significativa, apresentou uma breve discussão acerca da SDI, além de proporcionar uma visão geral da teoria da Aprendizagem Significativa formulada por David Paul Ausubel destacando suas implicações do processo da aprendizagem significativa que propiciou a compreensão do tema Ondulatória para os alunos do Ensino Médio.

Seção 3: abordou o tema Ondulatória, seus precursores, as suas implicações e a importância do seu estudo para os alunos do Ensino Médio.

Seção 4: apresentou o percurso metodológico trilhado, o método seguido, contextualizando o ambiente e participantes da pesquisa

Seção 5: destinou-se a discutir e interpretar os achados da pesquisa, traçando correlações com o seu marco teórico a partir de convergências e divergências identificadas no processo vivenciado no campo.

Seção 6: abordou as considerações finais com a síntese da pesquisa. Os resultados apontaram que a SDI contribuiu para despertar o interesse, a motivação, a imaginação, a leitura, a escrita, a interação entre os alunos e a aprendizagem significativa do alunado.

## **2 UTILIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERATIVA (SDI) PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Nesta seção trataremos de conceituar Sequência Didática Interativa (SDI) na perspectiva de autores como Zabala (1998), Oliveira (2013), e apresentar contribuições desta estratégia no processo de ensino e aprendizagem dos alunos, além de uma abordagem geral da Teoria da Aprendizagem Significativa formulada por David Paul Ausubel, destacando suas implicações do processo de ensino e aprendizagem para a aplicação da SDI que propicie a compreensão, a motivação e o interesse dos conceitos da Ondulatória pelos alunos da 2.<sup>a</sup> série do Ensino Médio.

### **2.1 Sequência Didática**

As Sequências Didáticas são um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, com um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos (ZABALA,1998)

As Sequências Didáticas contribuem com a consolidação de conhecimentos que estão em fase de construção e permite que progressivamente novas aquisições sejam possíveis, pois a organização dessas atividades prevê uma progressão modular, a partir do levantamento dos conhecimentos que os alunos já possuem sobre um determinado assunto.

Conforme preceitua Brasil (2012), as sequências são uma ferramenta muito importante para a construção do conhecimento, pois, 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.

Assim, a SDI produzida foi composta por várias atividades encadeadas de questionamentos, atitudes, procedimentos e ações que os alunos executaram com a mediação do professor.

A sequência, módulo ou unidade didática vem sendo tema de interesse da área de Educação há bastante tempo. Inicialmente a preocupação com o tema se dava no contexto do planejamento do ensino, como podemos observar nos trabalhos de Cruz (1976), Matos (1971) e Castro (1976).

A Sequência Didática (SD) se enquadra no plano da unidade didática, que, segundo Matos (1971), seria equivalente a um curso em miniatura. Castro (1976), defende a adoção desse formato por acreditar que a aprendizagem por unidades atende às necessidades do estudante de maneira mais efetiva. Opõe-se a que ele seja uma sucessão de aulas, tarefas e provas, referentes a informações esparsas, isoladas ou estanques.

Autores mais recentes ainda se preocupam com o tema no contexto do planejamento e avaliação do ensino. Zabala (1998) conceitua a Sequência Didática, como um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais com um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos.

Zabala (1998), defende que a identificação das fases, atividades e relações estabelecidas em uma SD devem servir para a compreensão de seu valor educacional, bem como das mudanças e inserção de atividades que melhorem a SD.

Segundo Oliveira (2013), Sequência Didática começa a ser utilizada na França na década de 1980 com o objetivo de melhorar o ensino da língua materna, como proposta inovadora para implantar um ensino integrado e interconectado. No início teve resistência, mas depois muitos estudiosos da didática do ensino começaram a analisar tal procedimento e implementar pesquisas sobre os resultados produzidos com a utilização de Sequências Didáticas no ensino da língua francesa.

Para Oliveira (2013), Sequencia Didática é um procedimento simples que compreende um conjunto de atividades conectadas entre si, e prescinde de um planejamento para delimitação de cada etapa e/ou atividade para trabalhar os conteúdos disciplinares de forma integrada para uma melhor dinâmica no processo ensino e aprendizagem.

Ainda segundo Oliveira (2013), a elaboração da Sequência Didática prescinde dos seguintes passos básicos: escolha do tema a ser trabalhado; questionamentos para a escolha do tema a ser trabalhado; planejamento dos conteúdos; objetivos a serem atingidos no processo ensino e aprendizagem; delimitação da sequência de atividades, levando-se em consideração a organização dos estudantes, material didático, cronograma, integração entre cada atividade e etapas e avaliação dos resultados. Afirmamos que, em nosso Produto Educacional, inspiramo-nos nesta perspectiva de SD organizada pelo autor com o objetivo de promover a interação, a reflexão, os questionamentos para se obter evidências de uma aprendizagem significativa.

A Sequência Didática é um procedimento para a sistematização do processo ensino e aprendizagem, sendo de fundamental importância a efetiva participação dos alunos. Essa participação vai desde o planejamento inicial informando aos alunos o real objetivo da

Sequência Didática no contexto da sala de aula, até o final da sequência para avaliar e informar os resultados.

Kobashigawa (2008), defende que Sequência Didática é o conjunto de atividades, intervenções e estratégias planejadas pelo professor afim de que o entendimento do conteúdo proposto seja alcançado pelos estudantes.

Na visão de Zabala (1998), das diferentes variáveis que configuram as propostas metodológicas, a Sequência Didática é aquela que é determinada pela série ordenada e articulada de atividades. Não só pelas atividades, mas também sua maneira de se articular são traços diferenciais que determinam a especificidade de uma proposta didática.

Para Zabala (1998), os diferentes conteúdos que apresentamos aos estudantes exigem esforços e ajudas específicas. Nem tudo se aprende do mesmo modo, no mesmo tempo nem com o mesmo tipo de situação. É necessário aos professores o discernimento entre o que pode ser apenas mais uma unidade didática a ser trabalhada normalmente e aquela que merece uma atenção especial e de forma prioritária, ou seja, o professor deve dispor de critérios que nos permitem considerar o que é mais conveniente em um dado momento para determinarmos objetivos a partir da convicção de que nem tudo tem o mesmo valor, nem vale para satisfazer as mesmas finalidades. Utilizar estes critérios para analisar a prática pedagógica e, se convém, para orientá-la em algum sentido, pode representar, em princípio, um esforço adicional, mas pode evitar perplexidades e confusões posteriores.

As Sequências Didáticas permitem uma série de oportunidades comunicativas. As relações que são estabelecidas a partir das atividades definem os diferentes papéis dos professores e estudantes. Para Zabala (1998), a participação dos alunos no processo de ensino e aprendizagem é algo que discutimos desde os princípios do século XX. A perspectiva chamada “tradicional” atribui aos professores o papel de transmissores únicos de conhecimentos, enquanto os alunos devem interiorizar o conhecimento tal como lhe é apresentado.

Nesse sentido, Zabala (1998) afirma que ensinar envolve estabelecer uma série de relações que devem conduzir à elaboração, por parte do estudante, de representações pessoais sobre o conteúdo objeto de aprendizagem. Nessa perspectiva, parece mais adequada uma relação que favoreça as interações nos diferentes níveis: em relação ao grupo-classe; em relação aos grupos de alunos; interações individuais.

Salientamos que toda proposta de ensino é carregada de intencionalidade e esta deve estar clara para o professor desde a elaboração das tarefas/atividades até a devolutiva junto aos estudantes dos seus resultados. Essas intenções educativas abrangem três dimensões: dimensão

conceitual - o que se deve saber?; dimensão procedimental - o que se deve saber fazer?; dimensão atitudinal - como se deve ser? (Zabala, 1998).

Zabala (1998) reconhece que existem diferentes tipos de Sequências Didáticas, por exemplo, a Sequência Didática Interativa e a Sequência de Fedathi e não fornece uma receita pronta para a sua construção e afirma que não é possível definir se uma é melhor ou pior que a outra, mas é importante reconhecer as possibilidades e carências de cada uma, dependendo do tipo de conteúdo a ser desenvolvido (conceitual, procedimental ou atitudinal).

### 2.1.1 Sequência Didática Interativa (SDI)

Oliveira (2013) também se posiciona em relação as metodologias que têm foco no desenvolvimento de sequências didáticas ao trabalhar com a Sequência Didática Interativa (SDI), a conceituando da seguinte maneira: A Sequência Didática Interativa é uma proposta didático-metodológica que desenvolve uma série de atividades, tendo como ponto de partida a aplicação do círculo hermenêutico-dialético para identificação de conceitos/definições, que subsidiam os componentes curriculares (temas), e, que são associados de forma interativa com teoria (s) de aprendizagem e/ou propostas pedagógicas e metodologias, visando à construção de novos conhecimentos e saberes.

Nesse sentido, Oliveira (2013) sugere que a aplicação da SDI considere os seguintes passos: 1. Primeiro momento: sequência de atividades. Nessa etapa será necessário definir o tema a ser trabalhado; solicitar aos estudantes que escrevam o que entendem sobre ele; formar grupos e solicitar que os alunos façam uma síntese dos conceitos, formando uma só frase ou definição e, por fim, escolher um representante de cada grupo para que apresente sua definição e, a partir de cada uma delas, construir uma definição geral, dada pelo grupo. 2. Segundo bloco de atividades. Aqui será o momento do embasamento teórico do tema, que se dará por uma exposição oral do professor, apoiado em livros e textos, tendo a liberdade de escolher a teoria de aprendizagem, metodologias de ensino e os recursos didáticos necessários.

Após essa fase o professor poderá escolher uma determinada atividade para o fechamento do tema, sendo sugerida a construção de um novo conhecimento e saber. A sondagem inicial é muito importante, uma vez que é nesse momento que é possível notar o que o estudante já possui de conhecimento ao longo de suas experiências e usar isso para a sistematização dos saberes pré-estabelecidos e a construção de um novo olhar a respeito do assunto, além de possibilitar uma interação maior entre todos os envolvidos no processo.

O aporte teórico da SDI é a Teoria das Situações Didáticas, desenvolvida por Guy Brousseau (1996), em que, o objeto de estudo da didática da Física, que implica em um processo de aprendizagem no qual se encontra envolvido professor e estudante, é chamado de situação didática.

Para que de fato exista uma situação didática é necessário que o professor seja criativo e, a partir de uma situação real, procure trabalhar um conhecimento e/ou saber físico por meio da realização de um jogo educativo, e/ou utilização de diversos objetos que auxiliam na construção de novos conhecimentos.

Uma “situação” é um modelo de interação de um sujeito com um meio determinado. O recurso de que esse sujeito dispõe para alcançar ou conservar um estado favorável nesse meio é um leque de decisões que dependem do emprego de um conhecimento preciso. Consideramos o “meio” como subsistema autônomo, antagônico ao sujeito (BROSSEAU, 2008).

Nota-se que a proposição de uma SDI está alicerçada em teorias da aprendizagem que colocam o estudante como protagonista de sua aprendizagem. Nesse sentido, ele tende a ser a parte mais importante do processo de ensino e aprendizagem. É o estudante que fará descobertas, análises e chegará a uma conceituação a respeito do saber estudado.

### 2.1.2 Sequência Didática Fedathi

Para exemplificar outra Sequência Didática passível de ser desenvolvida no ambiente escolar, podemos citar a Sequência Fedathi, apresentada em 1996, no trabalho de Pós-Doutorado do Prof. Dr. Hermínio Borges Neto, da UFC, na Universidade de Paris.

Borges Neto (2001), ressalta que uma das características importantes na aplicação da Sequência Fedathi é a realização, de forma sequencial, de todas as suas etapas, destacando que só assim se podem produzir os resultados esperados na aprendizagem.

Assim como Zabala (1998) e Oliveira (2013), a Sequência Didática (Sequência Fedathi) proposta por Borges Neto (2001) coloca o estudante como protagonista ativo na construção do saber.

A Sequência Fedathi é composta por quatro etapas sequenciais e interdependentes, assim denominadas: Tomada de Posição, Maturação, Solução e Prova. Para Borges Neto (2001), o estudante reproduz ativamente os estádios que a humanidade percorreu para compreender os ensinamentos físicos, sem que, para isso, necessite dos mesmos milênios que a história consumiu para chegar ao momento atual.

Apresentaremos, a seguir, a forma com que Souza (2010) detalhou as etapas da Sequência Fedathi, onde é possível perceber as particularidades de cada uma. 1) Tomada de



posição: apresentação do problema Souza (2010), afirma que nessa etapa o professor exhibe o problema para o aluno, partindo de uma situação generalizável, ou seja, de uma circunstância possível de ser abstraída de seu contexto particular, para um modelo físico genérico.

Segundo Souza (2010), para uma melhor compreensão e acessibilidade aos estudantes, inicialmente o professor deve deixar de lado as especificidades da comunicação física, ou seja, as manipulações algébricas e os algoritmos são trabalhados após a apresentação de uma situação problema e a tentativa de resolução pelos estudantes.

Além disso, o professor deve preparar o ambiente, conquistar, orientar e preparar os estudantes. Assim, reforça ainda mais a importância do planejamento como um grande aliado para conduzir a gestão das aulas. 2) Maturação: compreensão e identificação das variáveis envolvidas no problema.

Para Souza (2010), esta etapa é destinada à discussão entre o professor e os estudantes a respeito da situação-problema apresentada; os estudantes devem buscar a compreensão do problema e tentar identificar os possíveis caminhos que possam levá-lo a uma solução. Feito isso, deverão identificar quais os dados contidos no problema, qual a relação entre eles e o que está sendo solicitado pela atividade.

Nessa etapa a interação entre o professor e os estudantes é de suma importância. Nela, em decorrência das tentativas e solução e das abordagens tentadas pelos estudantes, surgem as dúvidas e os questionamentos por parte dos estudantes, o que é absolutamente normal e esperado.

As dúvidas surgem inicialmente por parte dos estudantes, geralmente logo no início da resolução de problema, quando eles se debruçam sobre ele tentando encontrar um caminho que os conduzam à solução.

As reflexões surgem, geralmente, depois que os estudantes chegam à solução, quando se perguntam, por exemplo, se a solução de fato é aquela. As hipóteses aparecem quando os estudantes buscam os caminhos para constatar ou testar se suas respostas estão realmente corretas.

Ao professor cabe as perguntas esclarecedoras, que são aquelas que têm o objetivo de verificar o que e como os estudantes estão entendendo sobre o que está sendo apresentado. O professor também faz perguntas estimuladoras. Estas levam o estudante a fazer descobertas.

Em seguida faz perguntas orientadoras, que são aquelas em que o professor leva o estudante a tentar estabelecer compreensões e relações entre o problema e o caminho a seguir para chegar à solução (SOUZA, 2010). 3) Solução: representação e organização de esquemas/modelos que visem à solução do problema Souza (2010) afirma que nessa etapa os

estudantes deverão organizar e apresentar modelos que possam conduzi-los a encontrar o que está sendo solicitado pelo problema.

Nessa construção de conhecimentos, o professor tem o papel de mediador, pois discutirá com o grupo as soluções encontradas e, juntos, decidirão qual delas é a mais adequada para resolver o problema proposto.

Para que tudo isso ocorra, é necessário que o professor detenha um bom domínio acerca dos conceitos que está ali trabalhando, ao passo que saiba usar elementos da didática geral e didática da matemática. 4) Prova: apresentação a formulação do modelo físico a ser ensinado Souza (2010), afirma que é nessa etapa que o novo saber deverá ser compreendido e assimilado pelo estudante, levando-o a perceber que, com base nele, será possível deduzir outros modelos simples e específicos. Além de manter a atenção e a motivação dos estudantes, terá que fazer uma conexão entre o modelo apresentado e o modelo matemático científico a ser aprendido.

A quarta etapa constitui a finalização do processo, que levará o estudante a elaborar um modelo geral do conhecimento em questão. É nessa fase do desenvolvimento da sequência que é feita a avaliação, podendo ser feita por vários meios, desde que permita ao professor a verificação da apreensão de modo geral feita pelos estudantes. A Sequência Fedathi propicia uma interação proveitosa do ponto de vista científico para estudantes e professores.

Notamos que Zabala (1998), ao defender o uso de Sequências Didáticas e Oliveira (2013) ao propor trabalhos com SDI e Borges Neto (2001), com as experimentações da Sequência Fedathi não negam as ideias uns dos outros.

Pelo contrário, é possível perceber que há uma conexão entre os três autores, uma vez que em todas elas o estudante possui papel ativo e o professor é o organizador e o articulador das atividades.

Zabala (1998) também defende a ideia de que o professor poderá se utilizar de uma vasta diversidade de estratégias na estruturação de suas intenções educacionais. A posição do professor poderá ser de alguém que desafia; às vezes dirige; outras vezes propõe e compara, uma vez que os estudantes e as situações que têm que aprender são diferentes.

As atividades que fazem parte dessa sequência foram ordenadas de maneira a aprofundar o tema que foi estudado e variadas em termos de estratégia: leituras, escrita, mapas conceituais (vide apêndice B), aula dialogada, vídeos, roda de conversa, Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) (vide apêndice G), júri simulado (vide apêndice D), jogos (vide apêndice H). Assim o tema foi tratado durante um conjunto de aulas de modo que o aluno se aprofundasse e se apropriasse dos temas desenvolvidos.

No contexto desta pesquisa, inspiramo-nos no modelo de Sequência Didática Interativa (OLIVEIRA, 2013) porquanto essa perspectiva ancora-se na aplicação do círculo hermenêutico-dialético pelo qual é possível identificar conceitos que subsidiam os temas, no caso particular deste estudo, o conceito Ondulatória desenvolvido sob a perspectiva de David Ausubel como estratégia para mediar o processo de ensino e aprendizagem dos alunos do segundo ano do Ensino Médio.

## **2.2 Perspectivas da aprendizagem significativa de Ausubel**

A teoria de Ausubel focaliza na aprendizagem humana, sobretudo que ocorre no contexto escolar. Desse modo, a designação Teoria da Aprendizagem Significativa identifica as proposições sobre o ensino e aprendizagem escolar formulada por esse psicólogo norte-americano e crítica à aplicação mecânica dos resultados obtidos. Assim, o uso da SDI incentivou os alunos em um aprendizado crítico, reflexivo e motivacional.

As formulações de Ausubel inserem-se entre as primeiras propostas psicoeducativas, que adotam a perspectiva cognitiva como marco de referência. Como um fiel cognitivista propõe um modelo teórico que compreende e explica a aprendizagem considerando a estrutura cognitiva como principal fator que influencia a aprendizagem e no reconhecimento da relevância que os processos mentais têm nesse desenvolvimento baseando-se na premissa que a mente humana apesar de bastante complexa apresenta uma organização cognitiva interna e uma hierarquia de conhecimentos de caráter conceitual.

O movimento cognitivista surge 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 no 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 [...]”.

Diante do exposto, Ausubel propõe um modelo teórico que compreende e explica a aprendizagem humana como um processo que ocorre a modificação do conhecimento em um sentido externo e observável, reconhecendo assim a importância que os processos mentais têm nesse desenvolvimento (SALVADOR, et al. 2000). Ele considera que a estrutura cognitiva existente é o principal fator que influencia a aprendizagem.

Nessa perspectiva, para Moreira (2006), existem três tipos gerais de aprendizagem: a cognitiva, a afetiva e a psicomotora. Dentre as três, para Ausubel 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.

Portanto, a aplicação da SDI aos alunos valorizou a estrutura cognitiva do aprendiz, com conceitos físicos que tiveram relação e significado relevante com aquilo que o aprendiz detém de conhecimento prévio, para tal deve-se estudar com mais profundidade o que Ausubel chama de aprendizagem significativa.

Conforme Ausubel (1980), toda a psicologia educacional poderia ser reduzida a um só princípio, aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra isto e ensine-o de acordo. Fica claro, sendo extremamente necessário para ocorrer a aprendizagem significativa a articulação entre o material a ser aprendido e os conhecimentos previamente adquiridos pelo aluno que existem na sua estrutura cognitiva e, para isso, foi utilizado um questionário inicial para identificar os conhecimentos prévios dos alunos acerca do tema Ondulatória. De acordo com Moreira (2006):

A aprendizagem significativa é um processo pelo qual a informação se relaciona, de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de 'conceito subsunçor' ou, simplesmente 'subsunçor', existente na estrutura cognitiva de quem aprende.

O conceito central da teoria de Ausubel é a aprendizagem significativa, entendida como um processo em que as novas informações ou novos conhecimentos interagem com um aspecto relevante existente na estrutura cognitiva do aluno, sendo o fator mais importante da aprendizagem o conhecimento prévio do aluno.

Neste processo, a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de 'conceito subsunçor' ou, simplesmente 'subsunçor', existente na estrutura cognitiva de quem aprende.

Face o exposto, o "subsunçor" é um conceito, uma ideia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva, capaz de servir de "âncora" a uma nova informação de modo que esta adquira, assim, significado para o indivíduo (MOREIRA, 2009).

Essa nova informação torna-se um subsunçor para gerar novos significados para estrutura cognitiva do ser que aprende. Aqui, Ausubel vê uma hierarquia conceitual em que elementos de conceitos mais específicos estão ligados a conceitos mais gerais.

Assim, a nova informação 'ancora-se' em conceitos relevantes (subsunçores) preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionam, dessa forma, como ponto de

ancoragem às primeiras. Entretanto, a experiência cognitiva não se restringe à influência direta dos conceitos já aprendidos significativamente sobre componentes da nova aprendizagem, mas abrange também modificações significativas em atributos relevantes da estrutura cognitiva pela influência do novo material (MOREIRA, 2006).

Há um processo de interação através do qual conceitos mais relevantes e inclusivos interagem com o novo material servindo de ancoradouro, incorporando-o e assimilando-o, porém, em simultâneo, modificando-se em função dessa ancoragem (MOREIRA, 2009).

O conhecimento significativo é o produto de um processo psicológico cognitivo (“saber”) que envolve a interação entre ideias “logicamente” (culturalmente) significativas, ideias anteriores (“ancoradas”) relevantes da estrutura cognitiva particular do aprendiz (ou estrutura dos conhecimentos deste) e o “mecanismo” mental do mesmo para aprender de forma significativa ou para adquirir e reter conhecimentos (AUSUBEL, 1980).

No tema Ondulatória, por exemplo, se o conceito de comprimento de onda já existir na estrutura cognitiva do aprendiz, ele serve de subsunçor para novas informações referentes a esses conceitos, assim como o conceito de frequência e período, que leva a outro conceito, o da velocidade de propagação de uma onda.

O processo de “ancoragem” da nova informação resulta em modificação do subsunçor anterior, que dependendo da frequência com que ocorre a aprendizagem significativa, pode ter subsunçores desenvolvidos ou pouco abrangentes. A aprendizagem significativa envolve a construção de novos significados e para Ausubel, segundo Tavares (2016) são necessárias três condições:

- a) O material instrucional com conteúdo estruturado de maneira lógica;
- b) A existência na estrutura cognitiva do aprendiz conhecimento relacionável com o novo conteúdo;
- c) A vontade e disposição do aprendiz de relacionar o novo com aquilo que ele já sabe.

A Sequência Didática Interativa, visou atingir as três principais necessidades apontadas por Ausubel para se adquirir uma aprendizagem realmente significativa, assim a utilização dessa estratégia tendeu a facilitar o aprendizado dos conceitos da Ondulatória por meio do entretenimento, diversão, motivação considerando o que o aprendiz tem de conhecimento prévio a respeito desses conceitos, despertando no aluno interesse pela Física.

Nesse ínterim, Ausubel, Novak e Hanesian (1980) ressaltam que não é possível classificar tipos diferentes de aprendizagem sob um único modelo explicativo e propõem dois

eixos da aprendizagem escolar: aprendizagem receptiva, aprendizagem por descoberta, aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa.

Na aprendizagem por recepção, os conteúdos são apresentados na forma final, sem envolver descoberta por parte do aluno, enquanto na aprendizagem por descoberta os conteúdos a serem aprendidos devem ser descobertos pelo aprendiz antes de serem incorporados à sua estrutura cognitiva.

No segundo eixo, a aprendizagem mecânica ou automática, as novas informações contêm 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 Aprendizagem Mecânica não são dicotômicas, e sim contínuas. A aprendizagem mecânica no 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.

Logo, na aprendizagem mecânica não há retenção de conhecimento, mas apenas a transferência deste. Além disso, embora a aprendizagem significativa deva ser preferida à mecânica por facilitar a aquisição de significados, a retenção e a transferência de aprendizagem, pode ocorrer e, de acordo com Moreira (2009), em certas situações, a aprendizagem mecânica seja desejável ou necessária: por exemplo, em uma fase inicial da aquisição de um novo corpo de conhecimento.

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 tema Ondulatória, 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.

Novak (1980, p.61) destaca quatro vantagens da aprendizagem significativa sobre a aprendizagem mecânica:

- a) Os conhecimentos adquiridos ficam retidos por um período maior de tempo;
- b) As informações assimiladas resultam num aumento da diferenciação de ideias que serviram de âncoras, aumentando, assim a capacidade de uma maior facilitação da subsequente aprendizagem de materiais relacionados;

c) As informações esquecidas após a assimilação ainda deixam um efeito residual no conceito assimilado e, na verdade, em todo o quadro de conceitos relacionados;

d) As informações apreendidas significativamente podem ser aplicadas numa enorme variedade de novos problemas e conceitos.

A aprendizagem significativa ocorre quando um novo conteúdo se relaciona com aquele adquirido. De acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1980), o resultado dessa interação, que ocorre entre o novo material e a estrutura cognitiva existente, é a assimilação dos significados velhos e novos, dando origem a uma estrutura mais altamente diferenciada.

Uma vez explicitado o significado da aprendizagem significativa as suas características básicas, Ausubel evidencia três categorias de aprendizagem significativa: representacional, de conceitos e proposicional.

A aprendizagem representacional, refere-se ao significado de palavras ou símbolos unitários. Esse é o tipo de aprendizagem significativa mais básico ao qual os demais aprendizados significativos estão subordinados. Por exemplo, quando o aluno aprender o significado de uma palavra isolada “onda”, implica aprender o que ela representa.

Face o exposto, na aprendizagem de conceitos tem como ponto de partida a aprendizagem representacional, pois os conceitos são também representados por símbolos particulares. No caso do exemplo anterior, diz-se que o sujeito aprendeu o conceito de onda quando ele pode fazer duas operações de pensamento, a abstração e a generalização.

A aprendizagem proposicional consiste em aprender o significado de ideias em forma de proposição e não o que palavras isoladas ou combinadas representam. Assim, a aprendizagem significativa proposicional é mais complexa do que as aprendizagens representacional e conceitual, haja vista que as representações e conceitos podem servir como subsunçores na aprendizagem de proposições.

### 2.2.1 Organizadores prévios e mapas conceituais como meios facilitadores da aprendizagem significativa

Os organizadores prévios são materiais introdutórios de maior nível de abstração, generalidade e inclusividade do que o novo material que vai ser aprendido, sendo, portanto, introduzidos antes do próprio material de aprendizagem e distintos de sumários apresentados no mesmo nível de generalidade (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Assim, a SDI fez uso desses organizadores prévios para preencher o espaço entre aquilo que o aprendiz conhece e o que precisa conhecer, preparando-o para aprender significativamente o tema Ondulatória.

Os organizadores prévios podem ser de dois tipos: expositivo e comparativo. O organizador expositivo tem uma relação de superordenação com o novo conteúdo a ser aprendido e oferece âncoras em termos familiares ao aprendiz, no que lhe concerne; o organizador comparativo ressalta as semelhanças e diferenças entre o conteúdo a ser aprendido e aquele já disponível na estrutura cognitiva do aluno.

Para favorecer a aprendizagem do aluno, o professor pode utilizar instrumentos didáticos como os mapas conceituais, pois, de acordo com Moreira e Buchweitz (1987, p. 9), “[...] mapas conceituais são diagramas hierárquicos indicando os conceitos e as relações entre os conceitos [...]” e podem ser utilizados como instrumentos de ensino e/ou aprendizagem.

De acordo com Moreira e Buchweitz (1987) e Moreira (2006), os mapas conceituais oferecem várias vantagens, destacam a estrutura conceitual de uma disciplina e o papel dos sistemas conceituais no seu desenvolvimento, evidenciam que os conceitos de uma dada disciplina diferem quanto ao grau de inclusividade e generalidade apresentando esses conceitos em uma ordem hierárquica de inclusividade que facilita a sua aprendizagem e retenção promovendo uma visão integrada do assunto.

**Figura 1 – Mapa conceitual sobre Ondas**



**Fonte:** Dia a Dia Educação. Disponível em:

<http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=78>

A utilização desse mapa conceitual em sala de aula favoreceu a aprendizagem significativa à medida que enfatizou o sentido de unidade, a articulação, a hierarquização dos



conhecimentos sobre o conceito Ondas e explicitaram as relações de subordinação e superordenação que afetaram a aprendizagem conceitual.

Diante do exposto, mesmo com todo cuidado por parte do professor, é necessário considerar que além da influência substantiva de conceitos unificados e programática de métodos adequados, podemos ter a influência de fatores externos que não podem ser controlados, tais como o meio social, ambiental, o poder econômico e a política educacional, nas palavras de Lemos (2011), não se pode negligenciar que existem influências que delimitam ou limitam o poder de decisão e atuação do docente.

Tal fato nos leva a questionar até onde vai à autonomia do professor e, a considerar que a natureza (política, econômica, social e ambiental) do contexto poderia ser tomada como uma terceira condição a influenciar a organização do material potencialmente significativo. Um professor, por melhor preparado que seja dificilmente conseguirá desenvolver um bom trabalho se os fatores macroestruturais não contribuirão para isso.

Em suma, objetivamos nessa seção mostrar a relevância da Sequência Didática Interativa para a aprendizagem significativa e os pressupostos teóricos desta, na perspectiva de David Paul Ausubel e como a SDI é uma alternativa que desperta o interesse, a motivação do aluno pela leitura e como o uso dessa ferramenta pode facilitar o aprendizado do mesmo. Na seção seguinte discorreremos acerca dos conceitos da Ondulatória e a importância desses temas para a formação crítica e reflexiva do alunado.

### 3 DISCUTINDO OS CONCEITOS DA ONDULATÓRIA

As ondas estão em todas as áreas de estudo da Física. Conforme Feynman (2008, p. 489) “as ondas estão relacionadas aos sistemas oscilantes, exceto que as oscilações de onda aparecem não apenas como oscilações do tempo em um lugar, mas se propagam no espaço também”. De acordo com Nussenzveig (2002), Halliday, Resnick e Walker (2009), o estudo dos fenômenos ondulatórios está ligado aquele que é um dos conceitos mais importantes da Física, no caso, o próprio conceito de onda.

Sobre o conceito de onda, de acordo com Nussenzveig (2002, p.98), “qualquer sinal que se transmite de um ponto a outro de um meio com velocidade definida”. O autor ainda complementa que, enquanto ocorre essa propagação entre os dois pontos, não se tem transporte de matéria, percebe-se a condução de energia e de momento.

Além do mais, durante um terremoto, o movimento das placas tectônicas que compõem a crosta terrestre, contém ondas elásticas. Em peças musicais, de roda de pagode ao concerto de uma orquestra sinfônica, tem-se a propagação de ondas sonoras.

Portanto, desde de situações que envolvem a dita física clássica ou newtoniana, até a contemporânea física moderna, percebe-se o envolvimento de ondas (FEYNMAN, 2008; HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009).

Nesta seção será realizada uma breve revisão sobre os temas abordados para a aplicação do produto educacional que é proposto, tendo como foco uma abordagem introdutória sobre o estudo de Ondas, destacando as partes mais elementares que compõem a mesma, passando pela determinação de grandezas como o Período (T) e da Frequência (f), assim como a Equação Fundamental da Ondulatória e a classificação de uma onda quanto à sua direção de propagação, dimensão e natureza.

Ao abordar os fenômenos ondulatórios, haverá um destaque para: Reflexão, Refração, Difração, Interferência e Polarização.

Conforme Halliday, Resnick e Walker (2009), as ondas podem ser de três tipos: mecânicas, eletromagnéticas e de matéria:

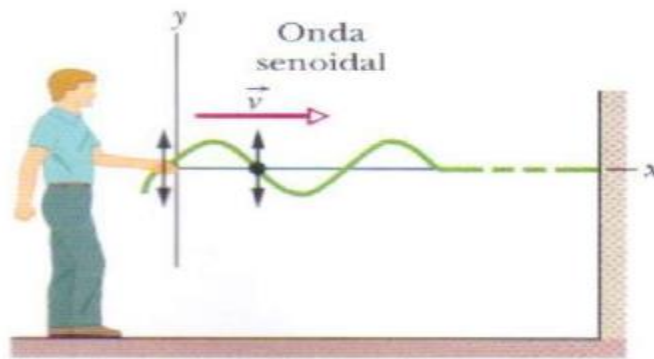
- As ondas mecânicas são encontradas constantemente, a exemplo das ondas do mar, ondas sonoras e até mesmo ondas sísmicas, de forma que há entre elas características em comum de serem governadas pelas leis de Newton e de necessariamente estarem atreladas a algum meio material, como a água, o ar ou até mesmo as rochas;

- As ondas eletromagnéticas apesar de serem menos familiares, estão entre as mais usadas, como a luz visível, a luz ultravioleta, as ondas de rádio e de televisão, as microondas, os raios X e as ondas de radar. Estas ondas não precisam de um meio material para existir. As ondas luminosas provenientes das estrelas, por exemplo.

- As ondas de matéria são usadas nos laboratórios e estão associadas a elétrons, prótons e outras partículas elementares, e mesmo a átomos e moléculas

Uma onda pode ser classificada ainda tomando em consideração a direção de propagação na qual a perturbação ocorre, podendo ser classificada em: unidimensional (ondas numa corda), bidimensional (ondas na superfície da água), tridimensional (ondas sonoras).

**Figura 2- Onda senoidal**



**Fonte:** Halliday, Resnick e Walker (2009)

Uma das perspectivas em que se pode estudar a onda da Figura 2 é através da análise da forma de onda, ou seja, a forma assumida pela corda em um dado instante. Outro modo consiste em observar o movimento de um elemento da corda enquanto oscila para cima e para baixo por causa da passagem da onda.

Usando o segundo método, é possível constatar que o deslocamento dos elementos da corda é sempre perpendicular à direção de propagação da onda. Este movimento é chamado de transversal, e dizemos que a onda que se propaga em uma corda é uma onda transversal.

Considere uma onda sonora produzida por um êmbolo em um tubo com ar. O deslocamento do êmbolo brusco, para um dos lados retornando para sua posição inicial, envia um pulso sonoro ao longo do tubo. O movimento do êmbolo para a direita empurra as moléculas do ar para a direita, aumentando a pressão do ar nessa região. Com o aumento da pressão, o ar empurra as moléculas vizinhas, que empurra suas vizinhas e assim por diante.

O movimento do êmbolo para o sentido contrário proporciona uma redução da pressão do ar na região, puxando as moléculas para o mesmo sentido e assim por diante. O movimento

do ar e as variações da pressão do ar se propagam para a direita ao longo do tubo na forma de um pulso (HALLIDAY, RESNICK E WALKER, 2009).

Se o êmbolo se desloca para a frente e para trás em um movimento harmônico simples, uma onda senoidal se propaga ao longo do tubo, como o movimento das moléculas de ar é paralelo à direção de propagação tanto as ondas transversais como as ondas longitudinais são chamadas de ondas progressivas quando se propagam de um lugar a outro.

### 3.1 Comprimento de onda e Frequência

Para uma melhor compreensão de uma onda em uma corda, é necessária uma função que forneça a forma da onda. Para tal, é necessário realizar uma relação da forma  $y = h(x, t)$ , onde  $y$  é o deslocamento transversal de um elemento da corda e  $h$  é uma função do tempo  $t$  e da posição  $x$  do elemento na corda.

Neste trabalho, será usado a função seno para descrever a forma senoidal da onda, se propagando no sentido positivo de um eixo  $x$ . Em uma corda, os elementos oscilam paralelamente ao eixo  $y$ .

Em um tempo  $t$ , o deslocamento  $y$  de qualquer elemento da corda na posição  $x$  é obtido por,

$$y(x, t) = y_m \text{ sen } (kx - \omega t) \quad \text{Eq. 01.}$$

Essa equação se propõe a encontrar o deslocamento da onda sobre o eixo  $x$  em função do tempo  $t$  através da relação entre a amplitude “ $y_m$ ” com seu fator oscilatório, que é composto pelas grandezas, posição ( $x$ ), frequência angular ( $\omega$ ) e o tempo ( $t$ ).

A amplitude  $y_m$  (o índice  $m$  significa máximo) de uma onda, é o módulo do deslocamento máximo dos elementos a partir da posição de equilíbrio quando a onda passa por eles. O  $y_m$  é um módulo, conforme a Eq. 01, é sempre uma grandeza positiva, mesmo que seja medido para baixo e não para cima. A fase da onda é o argumento  $kx - \omega t$  do seno da Eq. 01.

Quando a onda passa por um elemento da corda em uma certa posição  $x$  a fase varia linearmente com o tempo  $t$ . Isso significa que o seno também varia, oscilando entre  $+1$  e  $-1$ . O

valor extremo positivo (+1) corresponde à passagem pelo elemento de crista da onda, que é o ponto mais alto da onda, esse ponto também é conhecido como pico.

O valor extremo negativo (-1) corresponde à passagem pelo elemento de um vale da onda, nesse instante, o valor de  $y$  na posição  $x$  é  $-y_m$ , esse elemento também pode ser denominado como depressão.

Assim, a função seno e a variação com o tempo da fase da onda correspondem à oscilação de um elemento da corda, e a amplitude da onda determina os extremos do deslocamento do elemento. É possível observar o comprimento de onda, simbolizado por  $\lambda$ , sendo a menor distância além da qual a onda se repete, podendo ser a distância entre cristas, por exemplo. Considerando um tempo  $t = 0$ , nesse momento a Eq. 01 será descrita da seguinte forma,

$$y(x, 0) = y_m \sin kx \quad \text{Eq. 02}$$

Por definição, o deslocamento  $y$  é o mesmo nas duas extremidades do comprimento de onda, ou seja, em  $x = x_1$  e  $x = x_1 + \lambda$ . Dessa forma, de acordo com a Eq. 02,  $y_m \sin kx = y_m \sin k(x_1 + \lambda) = y_m \sin (kx_1 + k\lambda)$  Eq. 03.

### 3.1.1 Componentes de uma onda

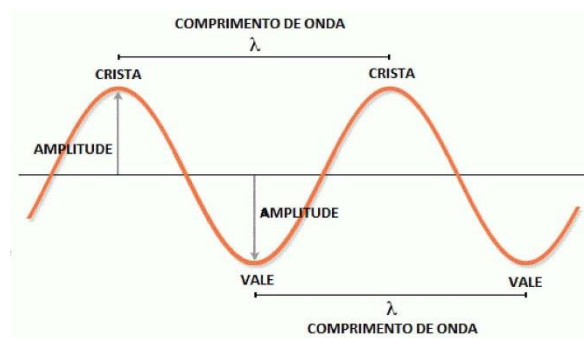
A amplitude  $y_m$  (o índice  $m$  significa máximo) de uma onda, conforme a Figura 3, é o módulo do deslocamento máximo dos elementos a partir da posição de equilíbrio quando a onda passa por eles. O  $y_m$  é um módulo, conforme a Eq. 01, é sempre uma grandeza positiva, mesmo que seja medido para baixo e não para cima.

A fase da onda é o argumento  $kx - \omega t$  do seno da Eq. 01. Quando a onda passa por um elemento da corda em uma certa posição  $x$  a fase varia linearmente com o tempo  $t$ . Isso significa que o seno também varia, oscilando entre +1 e -1.

O valor extremo positivo (+1) corresponde à passagem pelo elemento de crista da onda, que é o ponto mais alto da onda, conforme a Figura 3, esse ponto também é conhecido como pico.

O valor extremo negativo (-1) corresponde à passagem pelo elemento de um vale da onda, nesse instante, o valor de  $y$  na posição  $x$  é  $-y_m$ , esse elemento também pode ser denominado como depressão. Assim, a função seno e a variação com o tempo da fase da onda correspondem à oscilação de um elemento da corda, e a amplitude da onda determina os extremos do deslocamento do elemento.

**Figura 3 – Os componentes de uma onda.**



**Fonte:** <https://athoselectronics.com/wp-content/uploads/2019/08/comprimento-de-onda.gif>

Na figura 3, é possível observar o comprimento de onda, simbolizado por  $\lambda$ , sendo a menor distância na qual a onda se repete, podendo ser a distância entre cristas, por exemplo. Considerando um tempo  $t = 0$ , nesse momento a Eq. 01 será descrita da seguinte forma,

$$y(x, 0) = y_m \text{ sen } kx \quad \text{Eq. 04}$$

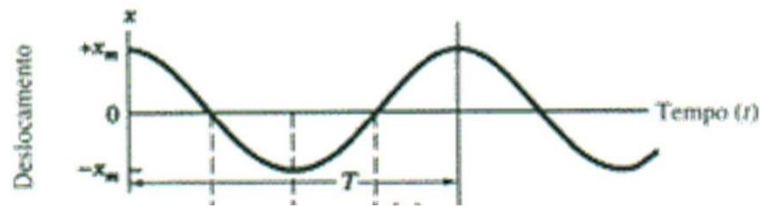
Uma função seno começa a se repetir quando o seu ângulo aumenta de  $2\pi$  rad, assim a Eq. 04 deve ter  $k\lambda = 2\pi$ . Deve-se observar que o parâmetro  $k$  é chamado de **número de onda** e sua unidade no SI é o radiano por metro, ou  $\text{m}^{-1}$ .

A Figura 4 apresenta um gráfico do deslocamento de  $y$  da Eq. 01 em função do tempo  $t$  em uma certa posição na corda, tomada como sendo  $x = 0$ . A corda realiza um movimento harmônico simples dado pela Eq. 01 com  $x = 0$ :

$$\begin{aligned} y(0, t) &= y_m \text{ sen } (-\omega t) \\ &= -y_m \text{ sen } \omega t \quad (x = 0) \end{aligned} \quad \text{Eq. 05}$$

onde é feito o uso do fato de que  $\text{sen } (-\alpha) = -\text{sen } \alpha$  para qualquer valor de  $\alpha$ . A Figura 4 é um gráfico dessa equação, mas não mostra a forma da onda.

**Figura 4 - Gráfico do deslocamento do elemento da corda situado em  $x = 0$  em função do tempo.**



Fonte: <http://cienciaemtodaparte.blogspot.com/2014/07/oscilacoes-o-movimento-harmonico-simples.html>

É definido o **período**  $T$  de oscilação de uma onda como o tempo que um elemento da corda leva para realizar uma oscilação completa.

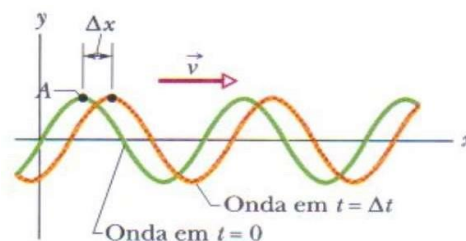
Assim como a frequência de um oscilador harmônico simples, a frequência  $f$  é o número de oscilações por unidade de tempo, nessa abordagem, o número de oscilações realizadas por um elemento da corda, sendo mediada em hertz.

### 3.2 A velocidade de uma onda

Para calcular a velocidade da onda da Figura 4, quando a mesma se move, cada ponto da forma de onda como o ponto A assinalado em um dos picos, conservando seu deslocamento  $y$ . Se o ponto A conserva seu deslocamento quando se move a fase da Eq. 01, que determina esse deslocamento, deve permanecer constante:

$$kx - \omega t = \text{constante} \quad \text{Eq. 09}$$

**Figura 5 – Dois instantâneos de uma onda quanto  $t = 0$  e  $t = \Delta t$ .**



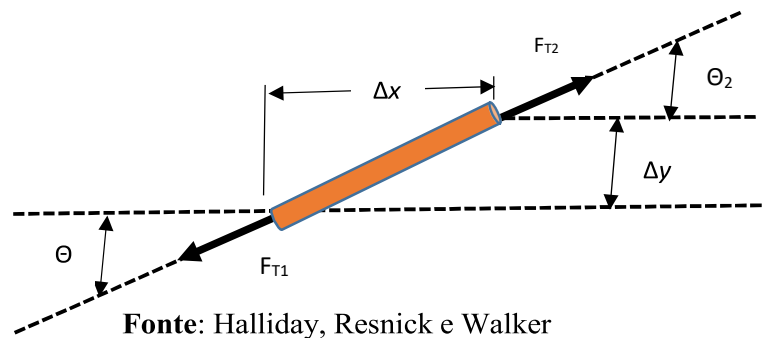
**Fonte:** Halliday, Resnick e Walker (2009).

Na Eq. 09, o argumento se mantém constante, mas  $x$  e  $t$  estão variando, de forma que quando o  $t$  aumenta, o  $x$  também deve variar para que o argumento se mantenha constante, por isso a onda se move no sentido positivo de  $x$ .

A equação  $v = \lambda/T$  informa que a velocidade da onda é igual a um comprimento de onda por período, de forma que a onda se desloca de uma distância igual a um comprimento de onda em um período de oscilação.

Conforme indica Tipler e Mosca (2016), através da aplicação da segunda lei de Newton sobre um segmento de corda, que é apresentado na Figura 6, para deduzir uma equação diferencial conhecida como equação de onda.

**Figura 6 – Segmento de corda tensionada, usado para dedução da equação da onda.**



Considerando os ângulos  $\theta_1$  e  $\theta_2$  como pequenos e que o comprimento do segmento de corda seja igual a  $\Delta x$  e sua massa  $m = \mu \Delta x$ , sendo  $\mu$  é a massa por comprimento unitário da corda. A força horizontal é zero. Isto é,

$$\Sigma F_x = FT_2 \cos \theta_2 - FT_1 \cos \theta_1 = 0$$

onde  $\theta_2$  e  $\theta_1$  são os ângulos mostrados e  $FT$  é a tração na corda. Sendo os ângulos pequenos, é possível aproximar  $\cos \theta$  por 1, para cada ângulo. Assim, a força horizontal resultante sobre o segmento pode ser escrita como

$$\Sigma F_x = FT_2 - FT_1 = 0$$



Então,

$$F_{T2} = F_{T1} = 0$$

O segmento se move verticalmente e a força resultante nesta direção é

$$\Sigma F_y = F_T \text{ sen } \theta_2 - F_T \text{ sen } \theta_1$$

### 3.3 O princípio da superposição para ondas

Como os ângulos são considerados como pequenos, é possível aproximar  $\text{sen } \theta$  por  $\tan \theta$ , para cada ângulo. Assim, a força vertical resultante sobre o segmento de corda pode ser escrita como

$$\Sigma F_y = F_T (\text{sen } \theta_2 - \text{sen } \theta_1) \approx F_T (\tan \theta_2 - \tan \theta_1)$$

A tangente do ângulo formado pela corda com a horizontal é a inclinação da linha tangente à corda. A inclinação  $S$  é a primeira derivada de  $y(x,t)$  em relação a  $x$ , para  $t$  constante. Uma derivada de uma função de duas variáveis, em relação a uma delas, a outra variável sendo mantida constante, é chamada de **derivada parcial**.

Conforme apresentam Halliday, Resnick e Walker (2009), corriqueiramente duas ou mais ondas podem passar simultaneamente por uma mesma região, nas mais diversas situações, como em uma feira, onde há muitas pessoas reunidas, ou em um show musical, onde vários instrumentos são manuseados, promovendo a chegada de inúmeras ondas aos ouvidos dos que ali estão.

A soma desses deslocamentos significa que ondas superpostas se somam algebricamente para produzir uma **onda resultante** ou **onda total**. Observa-se, então, outro exemplo do **princípio de superposição**, segundo o qual, quando vários efeitos ocorrem simultaneamente o efeito total é a soma dos efeitos individuais.

### 3.4 Interferência de ondas

Halliday, Resnick e Walker (2009), propõem que ao produzirmos duas ondas senoidais de mesmo comprimento de onda e amplitude que se propagam no mesmo sentido em uma corda. O princípio da superposição pode ser usado. Que forma tem a onda resultante?

A forma da onda resultante depende da fase relativa das duas ondas, se as ondas estão exatamente em fase (ou seja, se os picos e os vales de uma onda estão exatamente alinhados com os da outra), o deslocamento total a cada instante é o dobro do desdobramento que seria produzido por apenas uma das ondas. Se estão totalmente defasadas (ou seja, se o pico de uma onda está exatamente alinhado com o vale da outra), elas se cancelam mutuamente e o deslocamento é zero, assim a corda permanece parada.

O fenômeno de combinação de ondas recebe o nome de interferência, e dizemos que as ondas interferem entre si (o termo se refere apenas aos deslocamentos, a propagação das ondas não é afetada).

### **3.5 Ondas estacionárias**

Durante o estudo sobre interferências das ondas, é considerado duas ondas senoidais de mesmo comprimento de onda e mesma amplitude que se propagam no mesmo sentido em uma corda.

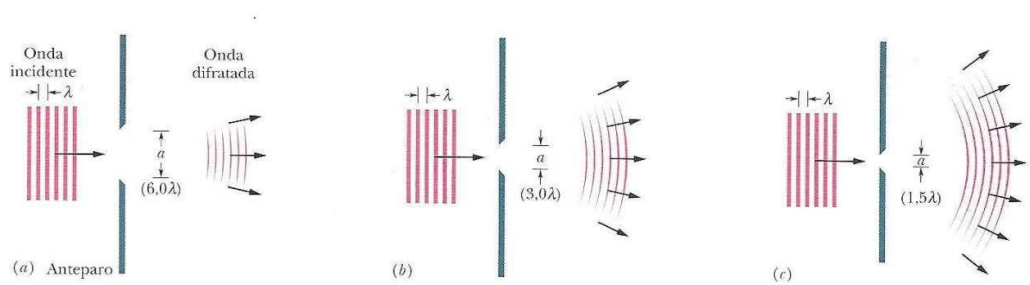
Conforme Halliday, Resnick e Walker (2009) “se duas ondas senoidais de mesma amplitude e mesmo comprimento de onda se propagam em sentidos opostos em uma corda, a interferência mútua produz uma onda estacionária que pode ser analisada através das equações que representam as duas Ondas.

### **3.6 Difração**

Como já foi dito, baseado em Halliday, Resnick e Walker (2009), a luz é uma onda eletromagnética, fato esse comprovado experimentalmente no início do século XIX, pelo inglês Thomas Young (1773 – 1829), sendo que, para essa compreensão ser realizada, é necessário conhecer o conceito de difração de uma onda.

Quando uma onda encontra um obstáculo que possui uma abertura de dimensões comparáveis ao comprimento de onda, a parte da onda que passa pela abertura se alarga, é difratada, na região que fica do outro lado do obstáculo. Esse alargamento ocorre de acordo com o princípio de Huygens. A difração não está limitada apenas às ondas luminosas, mas pode ocorrer como ondas de todos os tipos.

**Figura 7 – Difração de uma onda.**



Fonte: Halliday, Resnick e Walker (2009).

A Figura 7 apresenta um esquema de como ocorre a difração para uma onda plana incidente de comprimento de onda  $\lambda$  encontrando uma fenda de largura  $a = 6,0 \lambda$  em um anteparo perpendicular ao plano do papel. Depois de atravessar a fenda, a onda se alarga. Na sequência, é ilustrado a principal propriedade da difração, **quanto mais estreita a fenda, maior a difração**.

Percebe-se que a difração representa uma limitação para a óptica geométrica, na qual as ondas eletromagnéticas são representadas por raios. Quando é tentado formar um raio.

O que ocorre, é quanto mais reduzido a largura da fenda, objetivando-se produzir um feixe mais estreito, maior é o alargamento causado pela difração. Dessa forma, a óptica geométrica só é válida quando as fendas ou outras aberturas que a luz atravessa não têm dimensões da mesma ordem ou menores que o comprimento de onda da luz.

### 3.7 Polarização

Segundo Halliday, Resnick e Walker (2009), as antenas de televisão inglesas são orientadas na vertical, e as americanas são orientadas na horizontal, tal diferença é motivada devido a direção de oscilação das ondas eletromagnéticas que transportam o sinal de televisão.

Essa orientação das antenas é devido a polarização das ondas, no caso da Inglaterra, o campo elétrico oscila na vertical, onde esse campo elétrico das ondas de televisão produzem uma corrente na antena, fornecendo um sinal ao receptor da televisão, de forma que a antena esteja na vertical. Nos Estados Unidos, assim como no Brasil, as ondas de televisão são polarizadas horizontalmente.

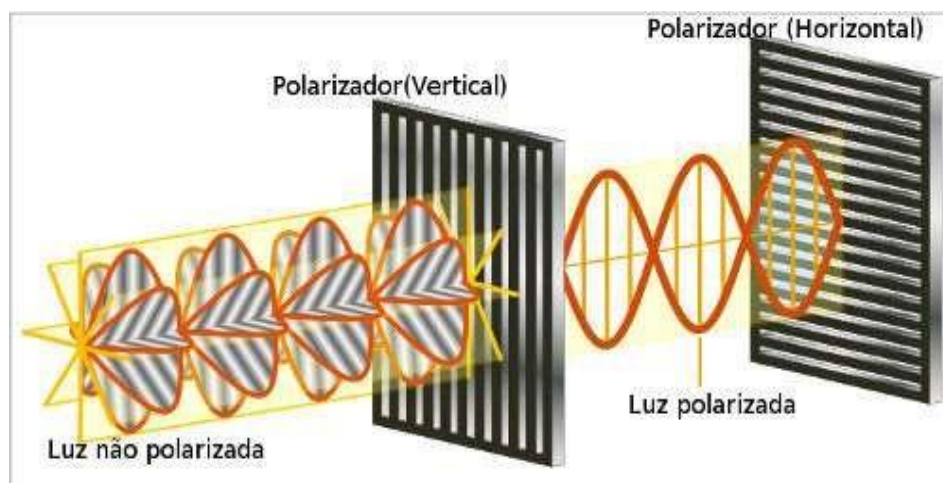
As ondas eletromagnéticas geradas por um canal de televisão têm sempre a mesma polarização, mas as ondas eletromagnéticas emitidas por uma fonte de luz comum, como a

do Sol ou de uma lâmpada elétrica, são polarizadas aleatoriamente ou não polarizadas, termos esses que possuem o mesmo significado. Isso significa que a direção do campo elétrico muda aleatoriamente com o tempo, embora se mantenha perpendicular à direção de propagação da onda.

É possível transformar a luz não-polarizada em polarizada fazendo-a passar por um filtro polarizador, como mostra a Figura 8. Esses filtros, conhecidos comercialmente como filtros Polaroid, que foram inventados em 1932 por Edwin Land quando era um estudante universitário.

Esse filtro polarizador é uma folha de plástico que contém moléculas longas. Durante o processo de fabricação a folha é esticada, o que faz com que as moléculas se alinhem. Quando a luz passa pela folha, as componentes do campo elétrico paralelas as moléculas conseguem atravessá-la, mas as componentes perpendiculares às moléculas são absorvidas e desaparecem.

**Figura 8 – Onda eletromagnética sendo polarizada.**



**Fonte:** Brasil Escola (2020).

Ao contrário de examinar o comportamento individual das moléculas é possível atribuir ao filtro como um todo uma direção de polarização, a direção que o componente do campo elétrico deve ter para atravessar o filtro, onde a componente do campo elétrico paralela à direção de polarização é transmitida por um filtro polarizador, assim a componente perpendicular é absorvida.

O campo elétrico da luz que sai de um filtro polarizador contém apenas a componente paralela à direção de polarização do filtro, o que significa que a luz está polarizada nessa direção.

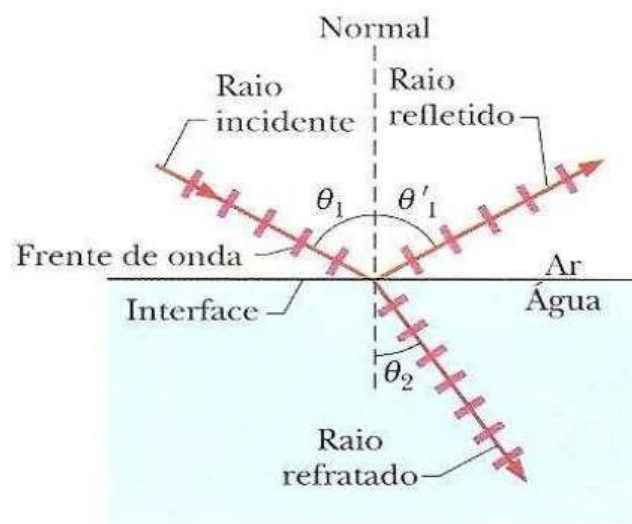
### 3.8 Reflexão e Refração

Conforme as ondas luminosas se espalham ao se afastar de uma fonte, a hipótese de que a luz se propaga em linha reta, constitui frequentemente uma boa aproximação. A óptica geométrica é responsável pelo estudo das propriedades das ondas luminosas usando essa aproximação (HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2009).

Um feixe luminoso estreito, o feixe incidente, proveniente da esquerda e que se propaga no ar, encontra uma superfície plana de água. Parte da luz é **refletida** pela superfície, conforme é mostrado na Figura 9, formando um feixe que se propaga para cima e para a direita, como se o feixe original tivesse ricocheteadado na superfície.

O resto da luz penetra na água, formando um feixe que se propaga para baixo e para a direita. Como a luz pode se propagar na água, é dito que a água é transparente. Existem ainda os meios translúcidos e os opacos.

**Figura 9 – Representação dos raios refletidos e raios refratado.**



**Fonte:** Halliday, Resnick e Walker (2009).

A Figura 9 também apresenta a passagem da luz por uma superfície, ou interface, que separa dois meios diferentes, esse fenômeno é conhecido por refração. A menos que o raio

incidente seja perpendicular à interface, a refração muda a direção de propagação da luz. A mudança de direção ocorre apenas na interface, após a passagem pela superfície, a luz se propaga em linha reta, como no ar.

Os feixes luminosos, ondas eletromagnéticas, que são representados na Figura 9, por um raio incidente, um raio refletido e um raio refratado, além das frentes de onda associadas.

A orientação desses raios é medida em relação a uma direção, conhecida como normal, que é perpendicular à interface no ponto em que ocorrem a reflexão e a refração. O ângulo de incidência é  $\theta_1$ , o ângulo de reflexão é  $\theta'_1$  e o ângulo de refração é  $\theta_2$ , todos medidos em relação à normal.

O plano que contém o raio incidente e a normal é o plano de incidência, que é o plano do papel na Figura 9. Tanto a reflexão e a refração obedecem às leis resultantes de experimentos, sendo elas:

**Lei da reflexão:** o raio refletido está no plano de incidência e tem um ângulo de reflexão igual ao ângulo de incidência, conforme a Equação 23,

$$\theta'_1 = \theta_1 \quad (\text{reflexão}) \text{ Eq. 23}$$

**Lei da refração:** O raio refratado está no plano de incidência e tem um ângulo de refração  $\theta_2$  que está relacionado ao ângulo de incidência  $\theta_1$  através da equação 24

$$n_2 \sin \theta_2 = n_1 \sin \theta_1 \quad (\text{refração}) \text{ Eq. 24}$$

tanto  $n_1$  como  $n_2$  são constantes adimensionais, denominadas índices de refração, que dependem do meio onde a luz está se propagando. A Eq. 24, é conhecida como lei de Snell.

Considerando que a fundamentação teórica tenha sido abordada, se faz necessário apresentar na próxima seção todo o percurso metodológico utilizado para solidificar esse trabalho.

## 4 PERCURSO TEÓRICO METODOLÓGICO

Esta seção apresenta o percurso metodológico trilhado e dedica-se a explicitar o delineamento teórico-metodológico do estudo, contextualizando a abordagem, o tipo de pesquisa, o método, o campo e os sujeitos.

### 4.1 Caracterização da pesquisa

No que concerne à abordagem, fizemos opção pela qualitativa, com vistas a considerar a natureza social do objeto a ser estudado. Para Erickson (1986), o interesse central da pesquisa qualitativa está na questão dos significados que as pessoas atribuem a eventos e objetos, em suas ações e interações dentro de um contexto social e na elucidação e exposição desses significados pelo pesquisador.

No que concerne a pesquisa em destaque o contexto social trata de uma escola pública localizada no centro da cidade, com muitos alunos que moram na zona rural e trabalham na agricultura familiar.

Desta forma, ao fazer uso dessa abordagem, como pesquisador, ficamos imersos no fenômeno estudado, elencando diferentes formas de significação e de registros como o questionário (inicial e final), o júri simulado, jogos, mapa conceitual e ABP com a finalidade de validar os dados que desejamos explicitar. De acordo com 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. As hipóteses são geradas durante o processo investigativo. 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, como pesquisador, observamos e participamos de dentro do ambiente estudado, imerso no fenômeno de interesse, debruçando-se sobre elementos subjetivos inerentes ao comportamento humano em um dado contexto em que compartilhamos experiências com outros indivíduos, sendo a interpretação dos dados do ponto de vista de significados e confrontando-os com as teorias da aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1980).

Além disso, para o desenvolvimento dessa investigação foi realizada uma pesquisa de campo que consistiu em conseguir informações e/ ou conhecimentos sobre as dificuldades de aprendizagem dos conceitos da Ondulatória para os alunos do Ensino Médio, para o qual se procura uma resposta que se queira comprovar.

Assim, a pesquisa de campo consistiu na observação de fatos e fenômenos tal como ocorrem espontaneamente, na coleta de dados a eles referentes e nos registros de variáveis que se presume relevantes para analisá-los. Essa pesquisa não deve ser confundida com a simples coleta de dados, mas é algo mais que isso, pois exige contar com controles adequados e com objetivos preestabelecidos em cada etapa da SDI que discriminam suficientemente o que deve ser coletado (FERRARI; TRUJILLO,1982).

As fases da pesquisa de campo segundo Marconi e Lakatos (2017), em primeiro lugar requerem a realização de uma pesquisa bibliográfica sobre o tema em questão, que serve para se saber em que estado se encontra o problema, que trabalhos já foram realizados a seu respeito e quais são as opiniões reinantes sobre o assunto, bem como estabelecer um modelo teórico inicial e referência.

Fica claro, que de acordo com Mattos *et al* (2003), a pesquisa bibliográfica é considerada o primeiro passo de qualquer pesquisa científica, sendo bastante utilizada em trabalhos de conclusão de curso, visto que recolhe e seleciona conhecimentos prévios e informações acerca de um problema ou hipótese, já organizados e trabalhados por outro autor, colocando o pesquisador em contato com materiais e informações que já foram escritos anteriormente sobre determinado assunto.

A pesquisa de campo foi a exploratória qualitativa cujas investigações da pesquisa empírica teve o objetivo de formular questões ou problemas e o investigador deve conceituar as inter-relações entre as propriedades do fenômeno fato ou ambiente observado sendo bastante vantajoso, pois permite um acúmulo de informações sobre determinado fenômeno, que podem ser analisadas por outros pesquisadores, com objetivos diferentes e também por facilitar a obtenção de uma amostragem de indivíduos, sobre determinada população ou classe de fenômenos (FERRARI; TRUJILLO,1982).

O tipo de pesquisa que optamos foi a Pesquisa-Ação, pois a mesma possui uma base criada através de uma relação estreita com uma ação, ou com a desenvoltura de um problema coletivo e se caracteriza pelo envolvimento dos pesquisadores e dos pesquisados no processo de pesquisa. Para o desenvolvimento dessa pesquisa, na qualidade de mediador, nos associaremos com os sujeitos da pesquisa. A Pesquisa-Ação segundo Thiollent (1985, p.14):



[...] é um tipo de pesquisa social com base empírica concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação, ou do problema estão envolvidos do modo cooperativo, ou participativo.

Diante do exposto, nos apropriamos de tal conceito para dar sentido ao percurso metodológico que trilhamos, visto que as ações da pesquisa se deu em estreita colaboração com os interlocutores, alunos do segunda série do Ensino Médio da escola Centro de Ensino João Lisboa, Coroatá, Maranhão.

## **4.2 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 têm que considerar estes aspectos, posto que os alunos, razão de sua existência, podem ser considerados como produtos dessas interferências.

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 onde se desenvolveu a presente pesquisa, partindo de uma visão macro, em que se contextualizam aspectos regionais mais abrangentes, convergindo para o contexto local, até chegar no ambiente da sala de aula, onde convivem e interagem os interlocutores do estudo.

### **4.2.1 A cidade de Coroatá**

Coroatá é um município brasileiro do estado do Maranhão. Situa-se no centro-leste do estado, no vale do Itapecuru, e dista cerca de 260 Km de São Luís. Sua topografia é predominantemente plana e tem apenas 96 anos de emancipação política. As suas principais atividades econômicas são a agropecuária e o comércio varejista.

Segundo dados do censo demográfico de 2019, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, sua população total é de 65.296 habitantes. O município se estende por 2.263,8 km<sup>2</sup> com densidade demográfica de 27,2 habitantes por km<sup>2</sup> no território do município. Vizinho dos municípios de Timbiras, Peritoró e São Mateus do Maranhão, Coroatá se situa a 46 km ao Norte-Oeste de Codó.

No ensino superior, Coroatá possui um campus da Universidade Estadual do Maranhão e uma Faculdade Evangélica do Meio Norte (FAEME). De acordo com o IBGE de 2018 possui 73 (setenta e três) escolas de Ensino Fundamental, 11 (onze) escolas de Ensino Médio e apenas 1 (uma) unidade de ensino médio técnico em tempo integral do IEMA. Desta forma, a maior parte das escolas existentes no município são públicas, de modo que a rede particular oferta o ensino infantil, fundamental, médio e superior.

#### 4.2.2 Centro de Ensino João Lisboa (CEJL)

O contexto de realização da pesquisa é o CEJL, pertencente a rede pública de ensino do estado do Maranhão. 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.

Para esta pesquisa estamos considerando os dados do ensino diurno, manhã e tarde. Em 2021, a escola apresentou uma clientela de 524 (quinhentos e vinte e quatro) alunos, distribuídos em 17 (dezesete) salas de aula, sendo 7 (sete) no turno da manhã, 6 (seis) no turno da tarde.

A citada escola, localiza-se na Rua Senador Leite S/N, Centro, oferecendo da primeira série a terceira série do Ensino Médio no turno matutino e no turno vespertino.

Além do mais, a escola possui cinquenta funcionários, sendo um gestor geral, uma gestora adjunta, quarenta professores, uma coordenadora geral, um porteiro, uma merendeira, três serviços gerais, uma secretaria, um administrativo.

A infraestrutura da escola conta com 8 (oito) salas de aulas, sala de diretoria, secretaria, sala para o atendimento educacional especializado (AEE), sala de professores, biblioteca, refeitório, cozinha, banheiro para funcionários e banheiros individualizados por sexo para os alunos, 1 (um) banheiro adequado à alunos com deficiência ou mobilidade reduzida, dependências e vias adequadas a alunos com deficiência ou mobilidade reduzida, despensa e pátio coberto.

### 4.3 Participantes da pesquisa

Os participantes da pesquisa foram os alunos que cursavam a segunda série do Ensino Médio regular. A turma era composta por 23 (vinte e três) alunos. Foram 7 (sete) encontros e cada encontro correspondia a duas aulas, em um total de 90 (noventa) minutos. Esses encontros ocorreram às quartas-feiras, nos dois primeiros horários, iniciando no dia 6 (seis) de outubro até o dia 17 (dezesete) de novembro. Antes do início da pesquisa os alunos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (vide anexo A).

Com a caracterização deste grupo de sujeitos, considerando suas origens e condições socioeconômicas, bem como seus sucessos e obstáculos no campo acadêmico, partimos do pressuposto de que, conforme preconiza Alarcão (2001), o espaço escolar, assim como toda sua estrutura e mecanismos do ensino, necessita compreender o aprendiz como alguém que pertence a um meio social, afetado por determinantes diversos que influenciam diretamente a sua aprendizagem, os quais são impossíveis de serem ignorados no processo educativo.

Dessa forma, estas 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 aplicação da SDI no ensino da Ondulatória, é necessário compreender o contexto compartilhado por estes alunos, realçando em seus entremeios as individualidades de cada um como um ponto de partida para delinear a estratégia de intervenção didática, ressaltando que o ensino não se desvincula da dimensão afetiva, a qual consegue subsidiar o olhar compreensivo do professor sobre seus alunos como pessoas com singularidades próprias.

#### **4.4 Instrumentos de produção de dados**

Os instrumentos para a aquisição de dados, os quais foram utilizados de maneira complementar, são: 1) aplicação de dois questionários, sendo um inicial para identificar os conhecimentos prévios dos alunos e as dificuldades dos discentes acerca dos conceitos da Ondulatória e um questionário final para a avaliação da metodologia pelos alunos; 2) observação participante dos alunos com um acompanhamento das decisões, das ações e de toda a atividade intencional dos participantes da pesquisa;

Assim, a observação é uma técnica de coleta de dados para conseguir informações que utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade e consiste em examinar

fatos ou fenômenos que se deseja estudar sendo um elemento básico da investigação de campo, possibilitando meios diretos e satisfatórios para estudar uma ampla variedade de fenômenos, permite a coleta de dados sobre um conjunto de atitudes comportamentais típicas (LAKATOS; MARCONI, 2017).

A outra forma estabelecida para a produção de dados é aplicação de questionários para os alunos do Ensino Médio, pois o uso do mesmo é uma ferramenta que requer a observância das normas precisas de modo a aumentar a sua eficácia e validade. E na sua organização foi considerado os tipos, a ordem, os grupos de perguntas, a formulação delas (AUGRAS, 1974).

Nesse sentido, o processo de elaboração exigiu cuidado na seleção de questões para obtenção de questões válidas para o enriquecimento da pesquisa:

- 1) Questionário semiestruturado inicial (com cinco questões abertas) para diagnóstico dos conhecimentos prévios e das dificuldades de aprendizagem dos alunos acerca dos conceitos da Ondulatória. Foi realizado em 06/10/2021 e das respostas dos alunos resultou nas soluções a serem encaminhadas sob forma de ação concreta;
- 2) Observação participante com o desenvolvimento da SDI em sala de aula, ao longo dos meses de outubro e novembro de 2021, no Centro de Ensino João Lisboa, abordando os conceitos da Ondulatória, houve durante o processo, um acompanhamento das decisões, das ações e de toda a atividade intencional dos participantes da pesquisa;
- 3) Questionário semiestruturado final (com oito questões fechadas) para a avaliação da metodologia pelos participantes, aplicado em 17/11/2021. A pesquisa não se limitou a uma forma de ação pretendendo aumentar o conhecimento dos grupos considerados sobre os conceitos da Ondulatória.

Assim, Marconi e Lakatos (2017) afirmam que o questionário é um instrumento de coleta de dados, constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador.

Portanto, o uso do questionário com perguntas abertas teve várias vantagens e foi elaborado com observância as normas precisas, de modo aumentar a sua eficácia e validade, permitindo ao pesquisado responder livremente, usando linguagem própria e emitir opiniões.

Além do mais, o segundo momento se deu através da observação sistemática participante que ocorreu durante a aplicação da SDI aos alunos da 2.<sup>a</sup> série do Ensino Médio. Essa etapa contou com a participação direta do professor pesquisador, razão pela qual se utilizou a observação participante.

Segundo Marconi e Lakatos (2017), esse tipo de observação consiste na participação real do pesquisador na comunidade ou grupo. 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.

No último momento, foi aplicado novamente um questionário com oito questões fechadas para a avaliação dos alunos da metodologia utilizada. As perguntas fechadas, apesar de restringirem a liberdade das respostas, são também uma ótima forma de se obterem respostas objetivas, facilitando assim o trabalho do pesquisador.

#### **4.5 Procedimentos de análise de dados**

A análise dos resultados foi feita a partir dos aportes teóricos da Análise Textual Discursiva (ATD) proposta por Moraes e Galiazzi (2007; 2011; 2016) que é uma escolha de destaque como metodologia de análise de informações textuais, especialmente em investigações do campo das Humanidades e Educação em Ciências. De acordo com Moraes (2003), a Análise Textual Discursiva é descrita como um processo que se inicia com uma unitarização em que os textos são separados em unidades de significados.

Essas unidades por si mesmas podem gerar outros conjuntos de unidades oriundas da interlocução empírica, da interlocução teórica e das interpretações feitas pelo pesquisador. Neste movimento de interpretação do significado atribuído pelo autor exercita-se a apropriação das palavras de outras vozes para compreender melhor o texto.

#### **4.6 Produto educacional**

O produto educacional (vide apêndice I) é a Sequência Didática Interativa que foi dividida em sete etapas. Cada etapa durou noventa minutos. Os discentes fizeram várias atividades no decorrer da aplicação da SDI, como mapas conceituais, jogos, participaram da ABP e do júri simulado.

Conforme Falkembach (2007), a utilização de atividades diversificadas apresenta a capacidade de exercitar a habilidade mental, no caso, os estudantes do Ensino Médio, além de estimular a imaginação através de seus desafios, proporciona uma maior concentração por parte de seus participantes, pelo fascínio e estímulo que podem proporcionar.

Por conseguinte, esses fatos ressaltam a eficiência dessas atividades como mecanismo que possibilita a mediação do conhecimento, possibilitando que a atenção do aluno seja maior, assim como seu interesse, mediando o conhecimento e possibilitando uma melhor assimilação do conteúdo trabalhado com a atividade (FALKEMBACH, 2007).

As atividades desenvolvidas pelos alunos no decorrer da SDI foram desafiadoras vindo a gerar uma aprendizagem que se prolonga fora da sala de aula, fora da escola, pelo cotidiano e acontece de forma interessante e prazerosa ao jovem ou mesmo o adulto sempre aprende algo, sejam habilidades, valores ou atitudes (FALKEMBACH, 2007).

#### **4.7 Atividades desenvolvidas**

As análises dos resultados foram feitas através da observação participante dos alunos e através dos questionários inicial e final aplicados; um questionário foi aplicado antes da aplicação da SDI para identificar os conhecimentos prévios dos alunos e suas dificuldades sobre Ondulatória e, o segundo questionário, depois da aplicação da SDI para a avaliação dessa estratégia pelos mesmos.

Para um melhor esclarecimento acerca dos resultados obtidos pelos instrumentos avaliativos foram feitas subdivisões e analisados os dados, primeiro referente aos questionários, aplicados, antes e depois do produto educacional.

Após a aplicação das etapas propostas na SDI e a coleta de resultados, o produto educacional foi avaliado e feito as devidas melhoras para que realmente seja uma alternativa para uma aprendizagem potencialmente significativa dos alunos. A SDI foi dividida em sete etapas que serão vistas nas subseções seguintes.

##### **4.7.1 PRIMEIRA ETAPA: Introdução a Ondulatória e aplicação do questionário inicial para identificar os conhecimentos prévios dos alunos**

Introdução a Ondulatória e aplicação do questionário inicial (vide apêndice A), foi realizado no dia 06/10/2021, para identificar os conhecimentos prévios dos alunos. Nesse encontro tínhamos 22 (vinte e dois) alunos presentes.

As perguntas do questionário inicial foram respondidas pelos alunos (foto 1) e depois discutidas em uma Roda de Conversa (foto 2) em sala de aula sob a mediação do professor com a intenção de ouvir a opinião dos alunos, estimular a curiosidade sobre o assunto, sem a necessidade de chegar a uma resposta final. Após a discussão sobre o questionário inicial na Roda de Conversa, procedemos a exposição sobre os conceitos da Ondulatória.

**Foto 1- Alunos respondendo o questionário inicial**



**Fonte:** Arquivo do pesquisador (2021)

**Foto 2- Roda de conversa**



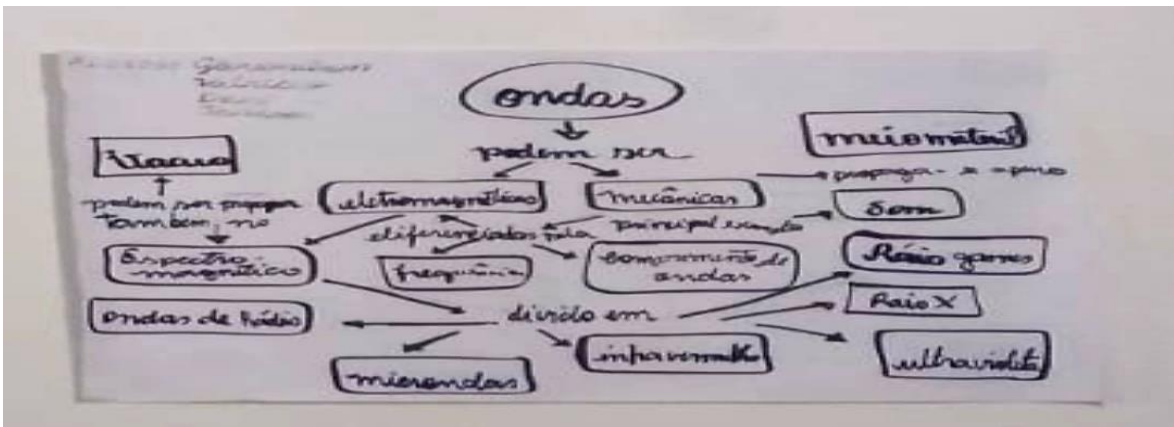
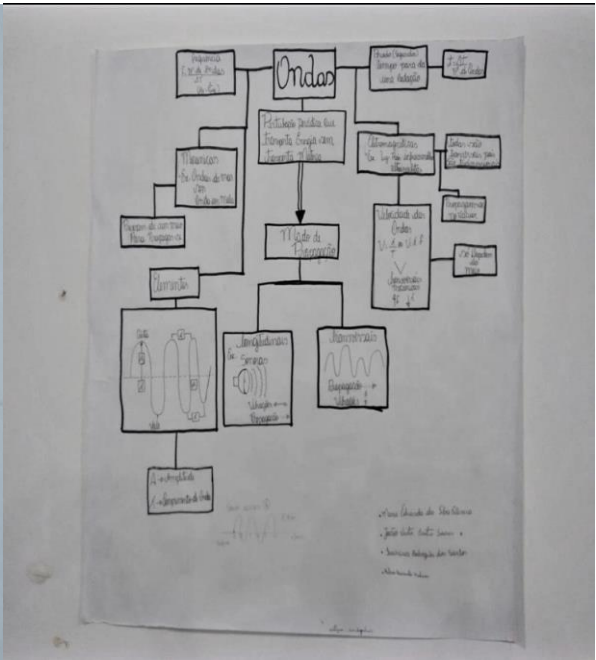
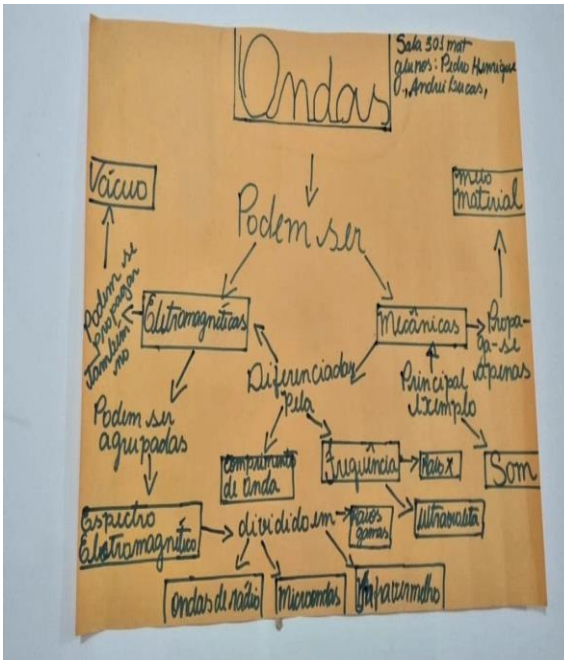
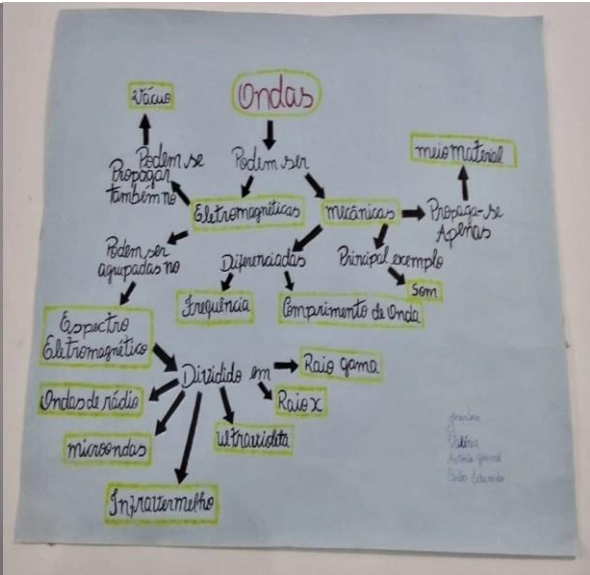
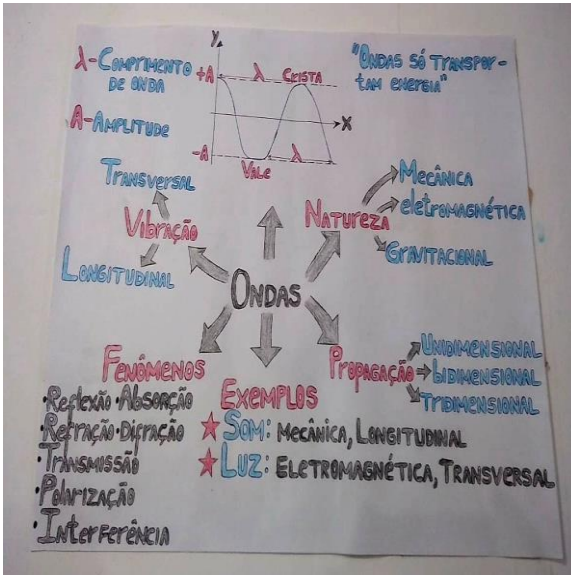
**Fonte:** Arquivo do pesquisador (2021)

#### 4.7.2 SEGUNDA ETAPA: Construção dos mapas conceituais

Inicialmente foi explicado aos alunos como construir um mapa conceitual (vide apêndice B), sua função e importância para a assimilação do tema Ondas, em seguida, a turma foi dividida em cinco grupos de 4 (quatro) alunos e 1 (um) grupo de 3 (três) alunos para produzirem o mapa conceitual sobre Ondas e foi realizado no dia 13/10/2021.

Através dos mapas conceituais produzidos (foto 3), foram discutidos com os alunos o tema Ondas como a Equação Fundamental da Ondulatória, classificação de uma onda quanto à direção de propagação, ondas unidimensionais, bidimensionais e tridimensionais e a natureza da onda. Os alunos deram sugestões como melhorar os mapas conceituais dos colegas e foram expostos em sala de aula.

Foto 3 – Mapas conceituais produzidos pelos alunos



Fonte: Arquivo do pesquisador (2021)



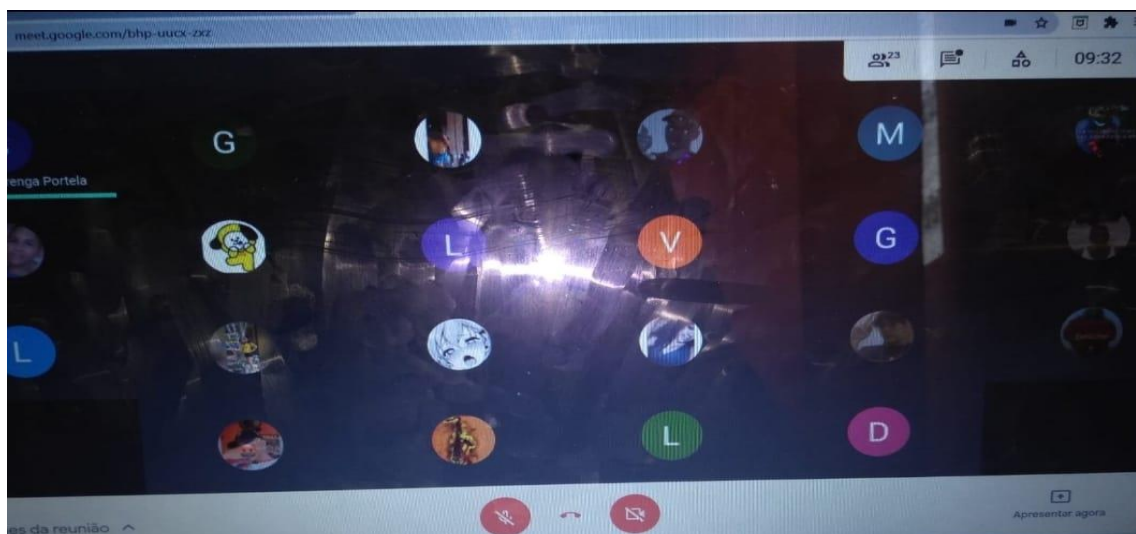
#### 4.7.3 TERCEIRA ETAPA: Implementação da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)

Nessa etapa foi explicado aos estudantes o conceito da ABP (vide apêndice G), o professor atuou como um guia que conduziu os estudantes e caminhou lado a lado a eles na busca pelo conhecimento.

Foram apresentados problemas cotidianos e curiosidades (vide apêndice C), a partir deles, a Ondulatória foi ensinada simultaneamente. Por exemplo: Porque a água do mar não fica azul quando colocada em uma garrafa pet? Conchas soam como o oceano? Porque o mar tem ondas e o rio não? Porque não podemos ver as ondas eletromagnéticas? Aconteceu no dia 20/10/2021, pela plataforma *google meet* (foto 4), com 22 (vinte e dois) alunos presentes.

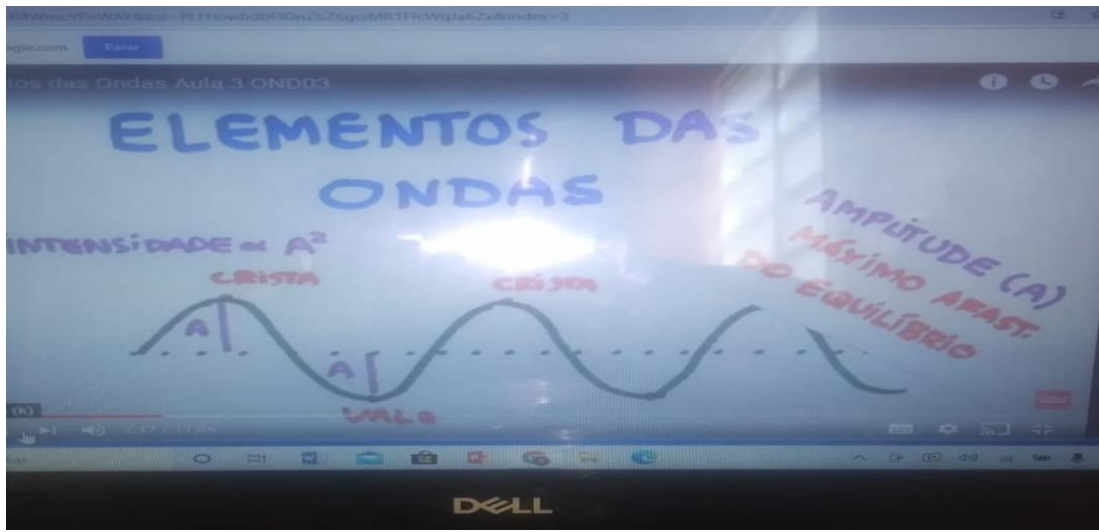
Com as curiosidades os alunos se sentiram desafiados a comprometer-se na busca pelo conhecimento, por questionamentos e investigação, para dar respostas aos problemas identificados. Em seguida, colocamos um vídeo sobre ondas (foto 5), <https://youtu.be/jx44j8QFq4E>, com duração de 8min16s.

**Foto 4 - Aula pelo google meet**



**Fonte:** Arquivo do pesquisador (2021)

Foto 5- Aula pelo google meet



Fonte: Arquivo do pesquisador (2021)

#### 4.7.4 QUARTA ETAPA: Aplicação do júri simulado com o tema luz: partícula ou onda?

Na aula anterior foi explicado aos alunos que o júri simulado consiste numa dinâmica de grupo a ser utilizada, preferencialmente, quando se pretende abordar temas potencialmente geradores de polêmicas. Etapa realizada no dia 27/10/2021.

Os alunos foram divididos em três grupos (foto 6): dois grupos de 10 alunos de debatedores e uma equipe responsável pelo veredito (o júri popular) composta por 3 alunos escolhidos por sorteio. O papel do professor foi o de coordenar a prática e apenas controlar o tempo para cada grupo defender sua tese e atacar a tese defendida pelo grupo oponente. Ao final da prática as questões lançadas pelos alunos foram problematizadas pelo professor esclarecendo-as.

#### Roteiro de desenvolvimento do júri simulado

ETAPAS	TEMPO
Socializar as ideias nos grupos	10 min
Defesa da tese inicial	10 min (5 min para cada grupo)
Debate entre grupos	20 min

Considerações finais	10 min  (5 min para cada grupo)
Veredito	5 min

Cada grupo teve 5 minutos para a réplica e 20 minutos para o debate entre grupos e 5 minutos para as considerações finais. Para consolidar este momento, os conceitos de Ondulatória foram discutidos.

### Foto 6 - Aplicação do júri simulado



**Fonte:** Arquivo do pesquisador (2021)

#### 4.7.5 QUINTA ETAPA: Produção de jogos pelos alunos

Os alunos foram divididos em três grupos de cinco alunos e dois grupos de 4 alunos escolhidos entre eles, aconteceu no dia 03/11/2021. Cada grupo produziu um jogo didático (foto 7) utilizando os conceitos da Ondulatória (vide apêndice E), sorteados na aula anterior. Nos jogos foram especificados os objetivos, as regras, o prêmio e a legenda. Coube ao professor apenas orientar aos alunos.

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 meses estudando os assuntos tratados na SDI 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.

**Foto 7 – Jogos produzidos pelos alunos**





**Fonte:** Arquivo do pesquisador (2021)

#### 4.7.6 SEXTA ETAPA: Apresentação dos jogos pelos alunos

A rodada dos jogos, realizada no dia 10/11. Cada grupo jogou os jogos confeccionados pelos colegas e ao final da aula foram discutidos as vantagens e desvantagens desses jogos para a aprendizagem significativa dos alunos.

**Foto 8 – Aplicação dos jogos**





Fonte: Arquivo do pesquisador (2021)

A vantagem na produção de jogos pelos alunos é a tendência em motivá-los a participar espontaneamente na aula (PEDROSO, 2009). Acrescenta-se a isso, o auxílio do caráter lúdico no desenvolvimento da cooperação, da socialização e das relações afetivas, e a possibilidade de utilizar jogos didáticos, de modo a auxiliar os alunos na construção do conhecimento em qualquer área.

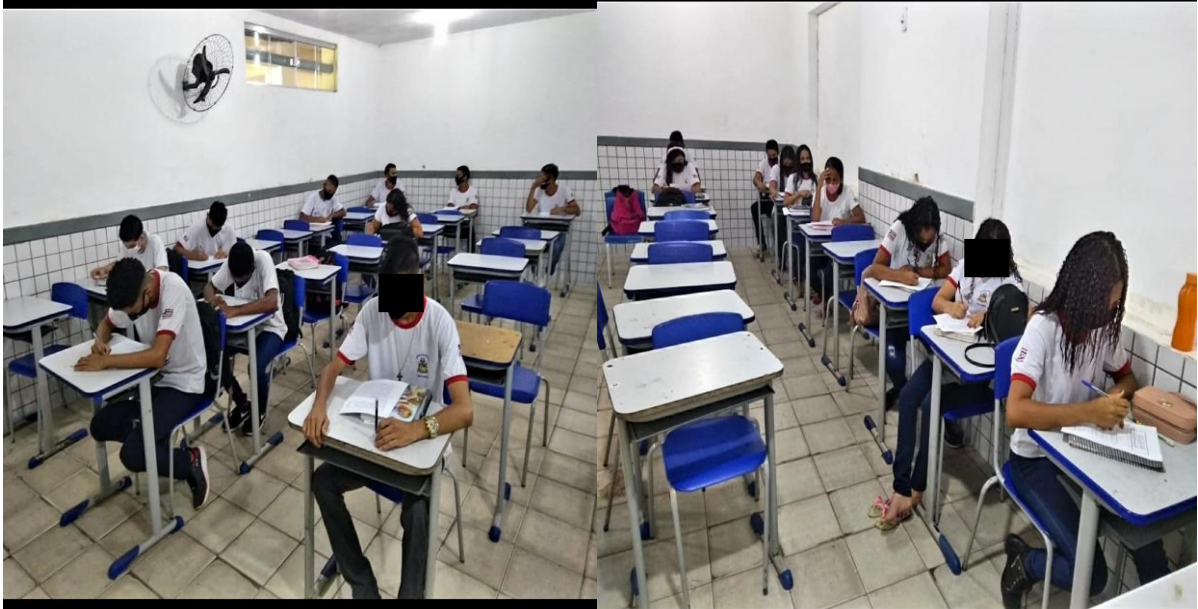
Em análise aos estudos realizados, entendemos que a partir dessa relação não-arbitrária e não-literal, tanto a nova informação sobre os conceitos da Ondulatória como as que serviram de ancoradouro, ou seja, de subsunçores, modificaram-se e os novos significados na mente dos alunos adquiriram maior estabilidade, assim os mesmos tinham facilidade ao entender e responder às perguntas feitas nos jogos.

#### 4.7.7 SÉTIMA ETAPA: Avaliação da Metodologia

A avaliação da metodologia, realizada no dia 17/11/2021, foi aplicação de um questionário (vide apêndice F), composto por 8 (oito) perguntas fechadas sobre o uso dessa metodologia, solicitando que os estudantes atribuíssem nota de 1 (um) a 5 (cinco) pontos a cada

pergunta, conforme seu grau de concordância, assim os participantes da pesquisa puderam avaliar a utilização da SDI como recurso metodológico. As respostas às sentenças, fornecidas pelos participantes da pesquisa, foram discutidas na seção 5 (cinco), nesse dia havia 23 alunos.

**Foto 9 – Alunos respondendo o questionário final**



Fonte: Arquivo do pesquisador (2021)

### QUADRO RESUMO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERATIVA (SDI)

SDI	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CONTEÚDOS	ESTRATÉGIAS	AValiação
<b>ETAPA 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar os conhecimentos prévios dos alunos por meio do questionário inicial;</li> <li>- Discutir os conhecimentos prévios e o conceito de onda por meio de roda de conversa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introdução sobre o estudo de Ondas;</li> <li>- Partes de uma onda;</li> <li>- Período e frequência;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicação do questionário inicial</li> <li>- Roda de Conversa</li> </ul>	Ocorreu por meio de roda de conversa para apreensão dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o conceito de Onda.
<b>ETAPA 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construir mapas conceituais sobre Ondas, mediado pelo professor;</li> <li>- Compreender o conceito científico de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Equação Fundamental da Ondulatória;</li> <li>- Classificação de uma onda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construção de mapas conceituais</li> </ul>	Ocorreu por meio da produção dos mapas conceituais e da discussão sobre

	Onda, considerando a Aprendizagem Significativa em David Ausubel.	quanto à direção de propagação: - Ondas unidimensionais, bidimensionais e tridimensionais; - A natureza da onda.		o tema Ondas na perspectiva da aprendizagem significativa em Ausubel.
<b>ETAPA 3</b>	- Implementar a ABP; - Apresentar as curiosidades e problemas do cotidiano dos alunos sobre Ondas.	- Fenômenos ondulatórios: Reflexão; Refração; Difração, Interferência, Polarização.	- Curiosidades do cotidiano dos alunos; - Discussão sobre os problemas apresentados.	Através da participação dos alunos e da discussão sobre os problemas apresentados.
<b>ETAPA 4</b>	- Aplicar o júri simulado	- Luz; - Ondas; - Fenômenos ondulatórios.	- <b>Aplicação do júri simulado.</b>	Através da participação dos alunos, da discussão das ideias, da argumentação e reflexão acerca do tema proposto para o júri simulado.
<b>ETAPA 5</b>	- Produzir jogos didáticos; - Estimular a criatividade;	- Conceitos da Ondulatória.	- Produção dos jogos didáticos.	Através da confecção dos jogos didáticos, da interação entre os alunos.
<b>ETAPA 6</b>	- Jogar os jogos produzidos pelos grupos; - Discutir as vantagens e desvantagens dos jogos para aprendizagem significativa dos conceitos da Ondulatória.	- Conceitos da Ondulatória.	- Aplicação dos jogos didáticos.	- Através da participação dos alunos, domínio de conteúdo e interação entre eles.



<b>ETAPA 7</b>	- Aplicar o questionário final.	-----	- Aplicação do questionário final.	-Através das respostas ao questionário final.
----------------	---------------------------------	-------	------------------------------------	---

## **5 DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS À CONSTRUÇÃO DE SUBSUNÇORES: análise e discussão dos resultados**

A fase da análise de dados e informações constituiu-se um momento de grande importância para o pesquisador especialmente numa pesquisa de natureza qualitativa. A análise textual discursiva (ATD) é uma abordagem de análise de dados que transita entre duas formas consagradas de análise na pesquisa qualitativa que são a análise de conteúdo e a análise de discurso.

A análise textual discursiva segundo Moraes (2003), é descrita como um processo que se inicia com uma unitarização em que os textos são separados em unidades de significado. Estas unidades por si mesmas podem gerar outros conjuntos de unidades oriundas da interlocução empírica, da interlocução teórica e das interpretações feitas pelo pesquisador.

Neste movimento de interpretação do significado atribuído pelo autor exercita-se a apropriação das palavras de outras vozes para compreender melhor o texto. Depois da realização desta unitarização, que precisa ser feita com intensidade e profundidade, passa-se a fazer a articulação de significados semelhantes em um processo denominado de categorização.

Neste processo reúnem-se as unidades de significado semelhantes, podendo gerar vários níveis de categorias de análise, ATD tem no exercício da escrita seu fundamento enquanto ferramenta mediadora na produção de significados por isso, em processos recursivos, a análise se desloca do empírico para a abstração teórica, que só pode ser alcançada se o pesquisador fizer um movimento intenso de interpretação e produção de argumentos.

As observações cujos achados são descritos nas subseções precedentes tiveram como objetivo a aquisição de uma visão compreensiva acerca de como o ensino de Física tem se desenvolvido, tomando o espaço de observação como recorte da realidade em que este ensino se insere: a sala de aula, determinada por múltiplas variantes, cognitivas, sociais, afetivas e teóricas.

### **5.1 Conhecimentos prévios dos alunos**

O conhecimento prévio, é tudo aquilo que o aluno traz para a sala de aula, que não adquiriu na escola, sendo assim, todo o conhecimento adquirido das relações que o aluno estabelece ao longo da vida de acordo com a influência familiar, religiosa, política, econômica, intelectual e cultural.

As pesquisas sobre concepções prévias iniciaram-se na década de 1970. A partir de 1980 tiveram grande acréscimo sendo que as concepções prévias dos alunos passaram a ser uma das variáveis mais importantes do ensino de Ciências.

Estas pesquisas que constituíram o que foi chamado Movimento das Concepções Alternativas (MCA) surgiram para contrapor as ideias de Piaget que davam grande ênfase no desenvolvimento das estruturas lógicas desconsiderando a variedade de ideias apresentada pelas crianças (GEBARA, 2001).

Portanto, o meio em que o aluno vive exerce influência em seus conhecimentos prévios, mesmo que tenham alguma base científica, pois são conhecimentos que ele já detém ao chegar à escola.

De acordo com Moreira (2001), para ocorrer a aprendizagem significativa, é necessário que o aprendiz manifeste uma disposição de relacionar o novo material de maneira substantiva e não-arbitrária à sua estrutura cognitiva.

Sendo assim, desempenhamos o papel importante na primeira etapa da SDI em auxiliar os alunos a reverem seus conhecimentos prévios para poderem se apropriar de conhecimentos sistematizados de tal forma que façam sentido a eles, que sejam significativos.

Para acionar os conhecimentos prévios dos alunos foi aplicado um questionário inicial (vide apêndice A) com cinco perguntas abertas, 23 (vinte e três) alunos responderam o questionário. Como defende Moraes (2003), a ATD funda-se na ideia de que escrita e pensamento andam juntos e que se escreve para pensar.

As perguntas foram respondidas e em seguida fizemos uma Roda de Conversa para que as respostas fossem socializadas, partimos, dessa forma, de uma leitura superficial das respostas dos alunos para chegarmos em uma diversidade de significados.

Primeiramente, fizemos uma desmontagem das respostas dos discentes examinando-as detalhadamente e conforme Moraes (2003), a desmontagem dos textos é também denominada processo de unitarização e implica em examinar os materiais em seus detalhes, fragmentando-os no sentido de atingir unidades constituintes, enunciados referentes aos fenômenos estudados.

As questões tinham por objetivo verificar como os alunos percebiam as ondas por meio dos seus sentidos e das representações gráficas (desenhos) para explicar fenômenos ondulatórios observados no seu cotidiano. Essas representações são importantes para podermos conhecer aquilo que os alunos sabem (conhecem), pois de acordo com 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.

As questões foram preparadas para possibilitar que os alunos tivessem liberdade de resposta tornando possível o enriquecimento da análise dos dados.

Na primeira pergunta, *“Para você, o que é uma onda? Como e onde ela pode ser gerada?”* Treze alunos relacionaram a onda com as ondas do mar e que são geradas pelo vento, três alunos relacionaram a onda a ondas sonoras sendo geradas pelos aparelhos que emitem sons, um aluno respondeu que a onda se move em camadas e quatro alunos colocaram que as ondas são pulsos que se propagam de um meio para outro e podem ser geradas em relação à natureza de vibração como mecânicas e eletromagnéticas.

Percebemos a partir das respostas a primeira questão que a maioria dos alunos relacionou o conceito de ondas a ondas do mar, isso por que partindo da ideia de que esses conceitos quando não foram ainda sistematicamente estudados pelos alunos, podem ser construídos pela observação e interação dos sujeitos com os fenômenos da natureza e são, em geral, percebidos por meio dos sentidos (visão, audição e tato) ou por influências das práticas sociais de referência (WELTI, 2002) que lhes permitem construir um modelo explicativo.

Outros apresentaram conforme o modelo físico de onda (ondas mecânicas ou eletromagnéticas). Esses exemplos aparecem com frequência muito baixa, resultado este já esperado porque os alunos investigados pertenciam à segunda série e eles não haviam estudado o conteúdo de ondas.

Também verificamos exemplos de ondas relacionadas a expressões do cotidiano tais como ondas de calor. Essa expressão aparece com frequência nas previsões do tempo, evidenciando influências das práticas sociais de referência

Sobre o conceito de onda, Nussenzveig (2002, p.98), apresenta-o como sendo *“qualquer sinal que se transmite de um ponto a outro de um meio com velocidade definida.”* O autor ainda complementa que, enquanto ocorre essa propagação entre os dois pontos, não se tem transporte de matéria, mas, em contrapartida, percebe-se a condução de energia e de momento, a ser exemplificado com o caso de uma onda sobre a superfície da água em que a mesma é gerada a partir de uma embarcação que deslocar-se sobre a superfície tranquila de um lago, por sacudir um barco distante ao atingi-lo, não havendo, durante todo o processo, transporte direto de alguma massa de água (NUSSENZVEIG, 2002).

Na segunda pergunta, *“Com o que você relaciona o termo onda?”*, dois alunos relacionaram a ondas de frio e de calor, doze alunos relacionaram a ondas do mar e tsunamis, cinco alunos relacionaram a ondas sonoras e a ouvir música em volume alto e dois alunos a

perturbações de um lugar para outro e transporte de energia e dois alunos ao movimento das placas tectônicas.

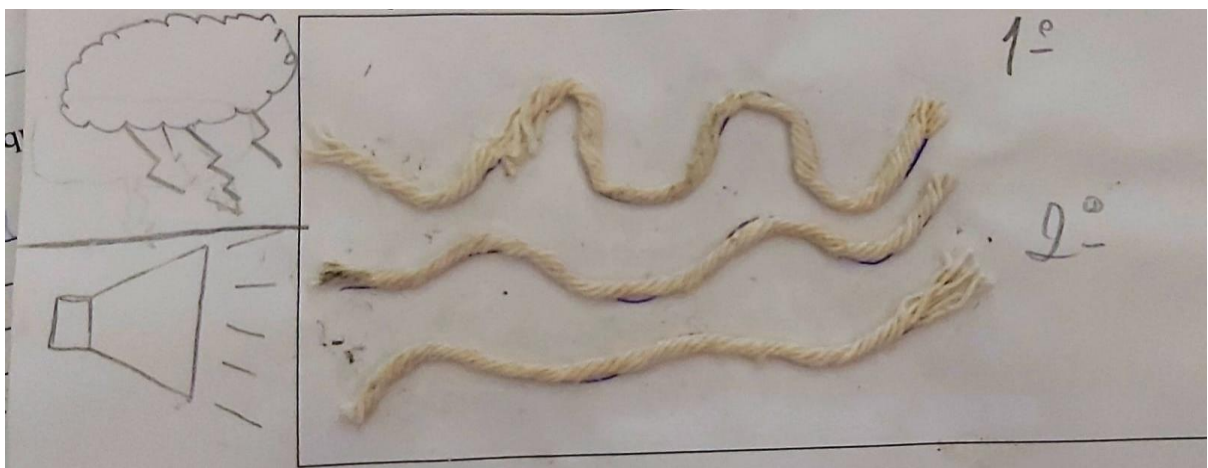
Dois alunos relacionaram ondas aos movimentos das placas tectônicas, pois, durante um terremoto, o movimento das placas tectônicas que compõem a crosta terrestre, contém ondas elásticas.

Em peças musicais, de roda de pagode ao concerto de uma orquestra sinfônica, tem-se a propagação de ondas sonoras. Portanto, desde situações que envolvem a dita física clássica ou newtoniana, até a contemporânea física moderna, percebe-se o envolvimento de ondas (FEYNMAN, 2008; HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009).

Em relação às duas primeiras questões, a maioria dos estudantes relacionou ondas com as ondas do mar, na beira da praia ou na margem de um rio. Como observamos na análise das primeiras questões, as expressões uma onda de calor ou frio evidencia uma noção de onda influenciada por expressões do cotidiano bastante comum em previsões do tempo, ou expressões do tipo na altura das ondas no mar também foram utilizadas nas respostas de alguns alunos na segunda questão. A ideia de onda está associada com o uso comum da palavra e não ao conceito físico de onda.

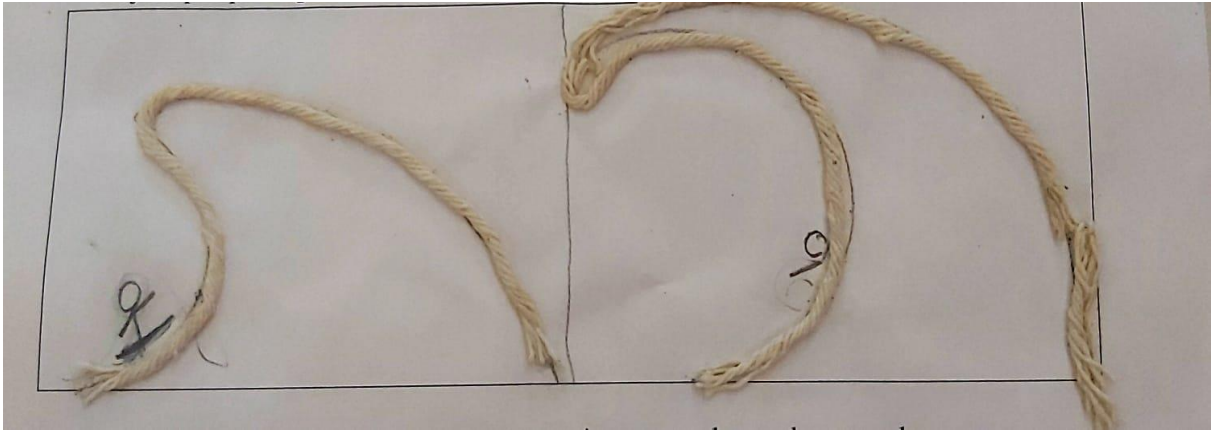
Na terceira pergunta, *“Utilizando dois pedaços de barbante, faça dois tipos de ondas diferentes. Desenhe um objeto qualquer logo no início de cada onda.”*

**Foto 10 – Representação de ondas eletromagnéticas e ondas sonoras**



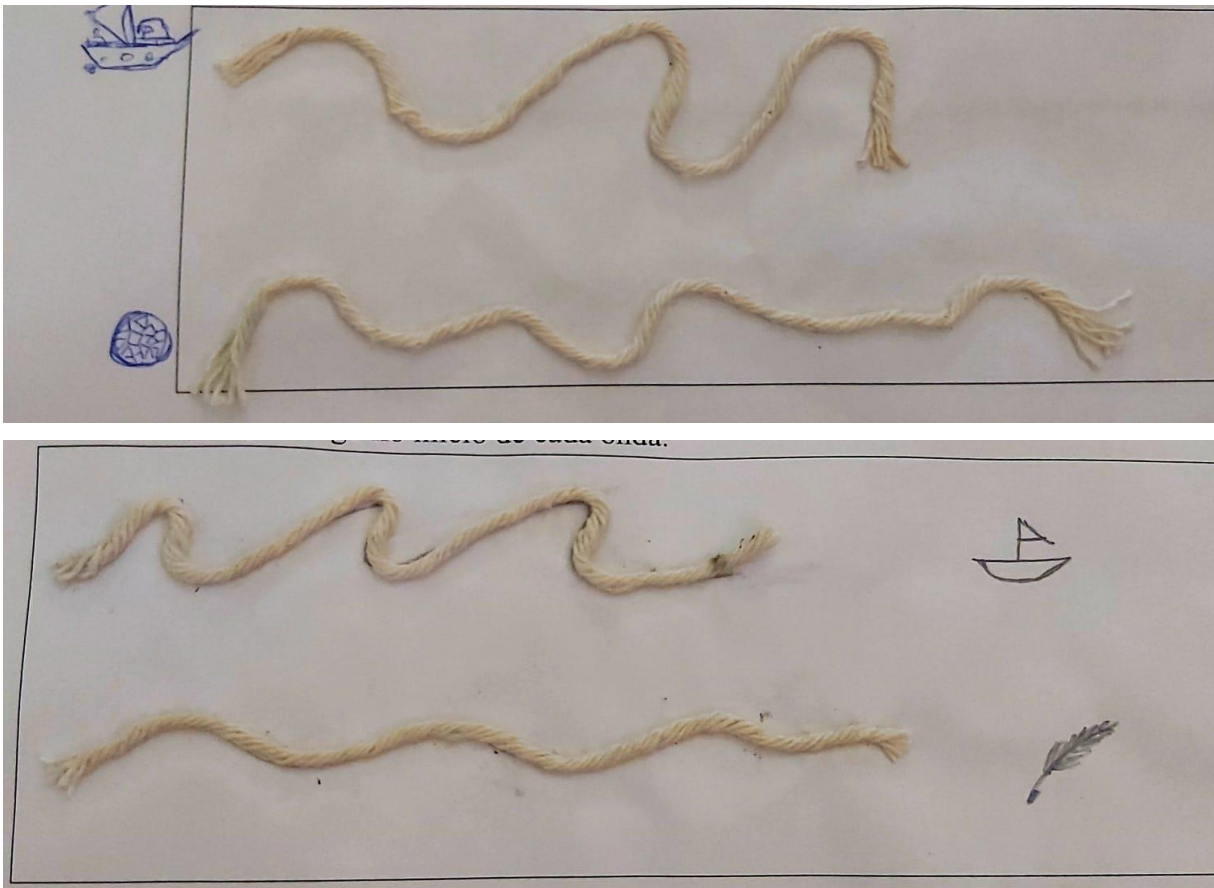
**Fonte:** Arquivo do pesquisador (2021)

**Foto 11 – Representação de uma quebra de onda**



**Fonte:** Arquivo do pesquisador (2021)

**Foto 12 – Representação de ondas na superfície da água**



**Fonte:** Arquivo do pesquisador (2021)

Os desenhos que os alunos fizeram na terceira questão podem ser separados em três categorias, representação de ondas eletromagnéticas e sonoras feito por 2 (dois) alunos,

representação da quebra de uma onda na praia feito por 16 (dezesseis) alunos e representação de ondas na superfície da água feito por 5 (cinco) alunos.

A terceira questão teve por objetivo verificar como os alunos percebiam as ondas por meio das representações gráficas (desenhos) para explicar fenômenos ondulatórios observados no seu cotidiano, os maiores percentuais de respostas estavam relacionados às percepções de uma onda se propagando na superfície da água (mar ou rio), às ondas sonoras. O modelo da onda do mar é o mais frequente e está relacionado ao transporte de matéria.

Na quarta questão, *“Imagine que esses objetos possam se movimentar ao longo dessas ondas, o que aconteceria com eles?”*, todos os alunos responderam que os objetos seriam levados pelas ondas, logo para eles as ondas conseguem transportar matéria.

Todo e qualquer tipo de onda não transporta matéria. Onda é um pulso que se propaga de um ponto a outro transportando energia sem transportar matéria. As ondas podem ser classificadas com relação à sua natureza de vibração como mecânicas e eletromagnéticas.

Conforme Halliday, Resnick e Walker (2009), as ondas podem ser de dois tipos: mecânicas e eletromagnéticas: as ondas mecânicas são encontradas constantemente, a exemplo das ondas do mar, ondas sonoras e até mesmo ondas sísmicas, de forma que há entre elas há características em comum de serem governadas pelas leis de Newton e de necessariamente estarem atreladas a algum meio material, como a água, o ar ou até mesmo as rochas.

As ondas eletromagnéticas são apesar de ser menos familiares, estão entre as mais usadas, como a luz visível, a luz ultravioleta, as ondas de rádio e de televisão, as microondas, os raios X e as ondas de radar. Estas ondas não precisam de um meio material para existir. As ondas luminosas provenientes das estrelas, por exemplo.

Na quinta questão, *“Comparando as formas das ondas feitas com os barbantes, quais características são possíveis de serem observadas?”*

Nessa questão os alunos responderam de acordo com o que desenharam relatando que uma onda era mais alta que a outra, uma onda era maior, mais inclinada e assim por diante. Os alunos não se detiveram ao tipo de onda que desenharam, mas sim a forma.

Percebemos que as respostas dos alunos estão baseadas no senso comum. Porém, Oliveira (2000, p. 77) defende que “o conhecimento científico não é superior ao conhecimento comum em todas as instâncias da vida: ambos resolvem problemas nos campos do existir que lhes são próprios”.

O que corrobora com as ideias de Aranha e Martins (1993, p. 127) os quais destacam que “se a Ciência precisou se posicionar muitas vezes contra as “evidências” do senso comum,

não há como desprezar essa forma de conhecimento tão universal”. Destacando ainda, que por mais que o cientista seja rigoroso, com relação ao senso comum, quando não está no seu campo de pesquisa, é também um homem comum e que na sua cotidianidade usa o conhecimento do senso comum.

Após a entrega dos questionários houve uma Roda de Conversa para a discussão das questões, a partir da discussão na Roda de Conversa com os outros alunos, estabelecemos relações e combinando-as foi possível os discentes chegarem a uma resposta.

Nesse momento, insistimos que no início de uma produção reconstrutiva, ao responder o questionário, os estudantes manifestaram suas crenças, conhecimentos prévios e convicções sobre os temas trabalhados, valorizamos e exploramos a riqueza de conhecimentos do senso comum e prévios dos alunos e foi possível perceber que as manifestações iniciais não se restringiam necessariamente ao senso comum, alguns alunos já traziam uma aproximação com conhecimentos científicos.

## **5.2 A observação participante e a utilização da SDI**

A observação constituiu elemento fundamental nessa pesquisa. Desde a formulação do problema, passando pela construção de hipóteses, coleta, análise e interpretação dos dados, a observação desempenhou papel imprescindível no processo de pesquisa. É, todavia, na fase de coleta de dados que o seu papel se tornou mais evidente (GIL, 2008).

Assim, as principais vantagens para uma observação participante podem ser relacionadas, com base, principalmente, nas ponderações do antropólogo Florence Kluckhohn (1946, p. 103):

- a) Facilita o rápido acesso a dados sobre situações habituais em que os membros das comunidades se encontram envolvidos.
- b) Possibilita o acesso a dados que a comunidade ou grupo considera de domínio privado.
- c) Possibilita captar as palavras de esclarecimento que acompanham o comportamento dos observados.

Para tanto, as atividades em sala de aula, assim como nas aulas remotas e nos momentos extraclasse foram sistematicamente acompanhados e avaliadas pelo professor mediador, que as tomou como objeto de avaliação.



O percurso assim trilhado nos permitiu obter compreensões sobre como a SDI influenciou na construção da aprendizagem dos participantes, através tanto das ações processuais como do produto obtido.

A SDI foi desenvolvida na perspectiva do ensino de conteúdos através de atividades sequenciadas, organizadas com objetivos bem definidos e esclarecidos para os alunos, que contribuíram para a aprendizagem e construção do conhecimento e de novos saberes e também serviu para a reflexão sobre a prática docente através da observação do seu processo de desenvolvimento e interação entre todos os envolvidos (ZABALA, 1998).

Assim, para que a aprendizagem seja realmente significativa, o professor deve ir além da simples transmissão de conteúdo, ele deve traçar estratégias e situações que motivem o aluno na perspectiva de aquisição de conhecimentos relevantes à sua necessidade.

Além disso, para ser alcançado, professores de Física enquanto educadores da etapa final da educação básica, nos predisponhamos a trilhar caminhos metodológicos inovadores, que partam de uma matriz fomentadora de autonomia nos estudantes, assumindo que estes sujeitos são dotados de talentos, capacidades, aspirações, profissionais e pessoais (LIBÂNEO, 1991).

Dessa forma, a educação que recebem deve partir do entendimento de que aquilo que aprendem na escola tem um propósito bem definido na consolidação da sua missão de vida, ainda que muitos, no momento em que se encontram na instituição escolar, ainda não tenham plena consciência dessa necessidade.

### 5.2.1 Os mapas conceituais e a aprendizagem significativa.

Na segunda etapa da SDI, os grupos apresentaram os mapas conceituais que foram utilizados como instrumentos de avaliação da aprendizagem, usados para se obter uma visualização da organização conceitual que os alunos atribuíram ao tema Ondas.

Tratou-se basicamente de uma técnica não tradicional de avaliação que buscou informações sobre os significados e relações significativas entre conceitos-chave sobre Ondas segundo o ponto de vista do aluno.

Desse modo, nessa etapa da SDI as ideias produzidas através dos mapas conceituais foram bem diversificadas o que proporcionou uma melhor produção coletiva e conhecimento entre os alunos. Por ser singular e dinâmico, o caminho do pensamento não pode ser dirigido de fora, mas precisou ser construído no próprio processo, pelo próprio sujeito (GALIAZZI; MORAES, 2007).

Compreendemos que os equívocos, inquietações e êxitos dos integrantes que fazem parte da trajetória da pesquisa propiciaram a emergência de outras oportunidades e possibilidades de vislumbrar novos caminhos para uma aprendizagem significativa.

### 5.2.2 A implementação da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)

É fácil para professores instruídos sintetizar tópicos difíceis em cápsulas facilmente digeridas, fazendo desta prática o método mais eficiente para dispensar o conhecimento de conteúdo.

É um modelo confortável e poupa os estudantes da agonia, da frustração e do tempo que seriam necessários para estruturar a sua própria aprendizagem. Quanto menos “incertezas” na sala de aula, melhor. Os estudantes esperam que o professor diga o que eles devem aprender para serem bem-sucedidos.

A ABP estimulou aos estudantes a pensarem, refletirem e a chegarem suas próprias conclusões, a terceira etapa da SDI aconteceu pela plataforma *google meet*. A aula iniciou com problemas (vide apêndice C) que aguçaram a curiosidade dos estudantes e geraram bastante especulação. Foram seis problemas.

1. Porque a água do mar não fica azul quando colocada em uma garrafa pet?
2. Conchas soam como o oceano?
3. Porque o mar tem ondas e o rio não?
4. Existem sons que não podemos ouvir?
5. Quem “ouve”? É o cérebro ou o ouvido?
6. Fones de ouvido são os mocinhos ou os grandes vilões da audição

Para Souza (2010), o professor exhibe o problema para o aluno, partindo de uma situação generalizável, ou seja, de uma circunstância possível de ser abstraída de seu contexto particular, para um modelo genérico.

No primeiro problema, os alunos nunca pensaram a respeito e muitos disseram ficar azul e outros ficaram na dúvida se realmente ficava azul ou não. A maioria disse que não sabia e ficaram bastante curiosos e interessados nas respostas dos colegas, outros responderam que é porque não tinha a luz do sol para refletir o azul.

Assim, o fato de os oceanos terem essa coloração se deve ao Sol, em especial à incidência de luz sobre a superfície da água. Os comprimentos de ondas mais claros, como o

vermelho e o laranja, são absorvidos mais rápido pela superfície, enquanto os comprimentos de onda azuis entram mais fundo no mar. Isso faz com que a coloração azulada predomine sobre os demais tons.

Mais próximo de algumas ilhas e praias, a tonalidade tende a se tornar esverdeada. Isso porque nessas regiões é comum a existência de flora marinha composta de pigmentos amarelados, como algas e bactérias, os quais modificam a equação final: azul mais amarelo é igual a verde. Quanto à garrafa pet, a água não aparece azul porque não há moléculas suficientes para absorver a luz.

Na segunda pergunta, todos disseram que realmente podem ouvir o barulho do mar nas conchas. Destruindo as crenças de muitos na infância, foi explicado que o som que ouvimos ao pôr uma concha do mar no ouvido não é do oceano, mesmo que pareça coincidentemente com o som de ondas quebrando.

O que estamos ouvindo, na verdade, é barulho. Sim, o barulho ao nosso redor é comumente despercebido porque ele é muito baixo. A concha funciona como um amplificador, ou mais precisamente como um ressonador, aumentando o volume o suficiente para que o barulho seja audível.

Na terceira pergunta, eles responderam ser por que as praias tem muito vento formando as ondas e no rio não. As ondas se formam pelo efeito do vento sobre o mar, que transfere parte de sua energia para a água. A força das ondas depende da intensidade e da duração do vento: se o vento é muito fraco ou dura pouco, a ondulação não ganha força para quebrar na costa. Apesar de muitos alunos ainda terem sua percepção baseada no senso comum, percebemos que muitos, o conhecimento já estava se aproximando a do conhecimento científico.

Na quarta pergunta, dezesseis alunos responderam que sim e seis alunos responderam que não. O ouvido humano possui um limite inferior e superior de frequências audíveis. Qualquer frequência sonora entre 20 Hz e 20.000 Hz pode ser percebida pelo aparelho auditivo humano.

Os sons abaixo de 20 Hz não sensibilizam o ouvido sendo denominados infrassons. Frequências maiores que 20.000 Hz são altas demais para serem captadas pelo ouvido sendo denominadas ultrassons.

O espectro sonoro é variável para os diversos seres vivos. Sendo assim, o que não é audível para um ser humano pode ser perfeitamente audível para outro ser vivo. Os cães, por exemplo, possuem seus limites de audibilidade entre 15 Hz a 50.000 Hz.

Segundo Barrows (1980), enfatiza o desenvolvimento do processo cognitivo ao auxiliar os estudantes a “aprenderem a aprender”, garantindo oportunidades para utilizar e fortalecer as diferentes capacidades intelectuais ou domínios cognitivos que eles possuem.

Assim, foram construídas situações problemáticas e estruturaram tais situações em níveis cognitivos que desafiaram os estudantes e direcionaram suas atenções para iniciar a abordagem do problema e, assim, a prática dos processos cognitivos.

Na quinta pergunta, os alunos foram unânimes e responderam ser o ouvido. Foi explicado aos alunos, na verdade, quem “ouve” os sons é o cérebro. Muita gente não sabe dessa informação, porém, o ouvido apenas se encarrega de captar os sons, enviando-os depois para o nosso cérebro, responsável por interpretar e entender o que cada som significa.

Os alunos são vistos como indivíduos que necessitam de escolhas e opções reais nas atividades curriculares para maximizar o potencial destes em atender e sanar suas necessidades de aprendizagem. A ABP encorajou a comunicação pessoal entre estudantes e o professor. Com essa troca, o docente conseguiu entender a individualidade da experiência dos alunos.

Na sexta pergunta, os alunos ficaram divididos, treze alunos responderam que sim e nove alunos responderam que não. Com a discussão sobre o assunto eles chegaram à conclusão que o fone de ouvido é o grande vilão, mas apesar de a maioria saber disso eles afirmaram fazer o uso de maneira inadequada, sendo bem comum entre os jovens.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), esse é um hábito cada vez mais comum entre os jovens, utilizar o fone de ouvido com o volume alto e pode trazer problemas extremamente sérios para a saúde dos ouvidos. O dano é causado pela associação entre o volume e o tempo de uso.

Aprender a partir de condições problemáticas foi e continua sendo uma necessidade da existência e sobrevivência humana. Claramente, a aprendizagem baseada em problemas é um processo humano básico de aprendizagem fundamentado em padrões de raciocínio que permitiram aos primeiros humanos sobreviverem em seu ambiente (BARROWS, 1980).

Reduzindo este conceito e aplicando-o a práticas específicas de salas de aula, pode-se afirmar ser extensão natural de um processo humano básico. Os estudantes assumiram problemas relacionados aos conceitos da Ondulatória como um estímulo e foco para a aprendizagem. Ao colocarem isso em prática, eles exercitaram e desenvolveram ainda mais suas habilidades de resolver problemas e raciocinar.

A aprendizagem baseada em problemas, foi um aprendizado autodirigido através do uso de situações problemas (BARBOSA; MOURA, 2014; BOER, 2014; MARIN et al., 2010).

Na terceira etapa da SDI, os problemas foram apresentados no início do ciclo de aprendizado e promoveu o contexto e a motivação ao longo do processo (PRINCE, 2004). Nesse método, nem sempre houve um problema resolvido ao final, visto que a ideia foi dar ênfase à caminhada do grupo até a solução.

Esta etapa foi destinada à discussão entre o professor e os estudantes a respeito das situações-problemas apresentadas, os estudantes buscaram a compreensão do problema e tentaram identificar os possíveis caminhos que puderam levá-los a uma solução. Feito isso, identificaram os dados contidos no problema, e a relação entre eles e o que está sendo solicitado pela atividade (SOUZA, 2010).

### 5.2.3 Interações com as ideias de outros participantes

Na quarta etapa da SDI, fizemos a aplicação do júri simulado (vide apêndice D) com o tema luz: partícula ou onda? O professor assumiu a função de mediador, organizando e estruturando as contribuições dos grupos.

Essa atividade engajou os alunos possibilitando o aprofundamento do tema proposto e conseguiu desenvolver a argumentação do alunado, pois, um dos maiores desafios enfrentados foi envolver os alunos nas atividades de sala de aula, tirando-os de suas posturas passivas.

As atividades lúdicas podem ser uma maneira de despertar um interesse que é próprio do ser humano e poderia permanecer latente caso só fossem utilizadas aulas expositivas (OLIVEIRA; SOARES, 2005).

Além do mais, essa também foi uma estratégia para diminuir o distanciamento entre o professor e alunos, resultado do caráter formal da sala de aula convencional. Durante a apresentação dos argumentos por parte dos grupos, o professor atuou como um intermediário, solicitando por mais elaboração dos argumentos e instigando os alunos a refletirem sobre as implicações do que foi dito.

Assim, possibilitou aos alunos pesquisarem e estabelecerem relações entre assuntos e contextos para apresentarem argumentos a favor ou contra o tema apresentado, permitindo o desenvolvimento de habilidades argumentativas, já que objetiva a discussão, e assim, demanda que os alunos exponham seus argumentos e refutem os argumentos do grupo rival (VIEIRA et al., 2014).

Face o exposto, a utilização da SDI propiciou aos estudantes a vivência da prática científica, no sentido de debater, posicionar-se e defender ideias. Esta habilidade também é importante para o desenvolvimento da cidadania dos estudantes, pois a capacidade argumentativa é crucial para o exercício da cidadania nos espaços públicos de poder.

O júri simulado visou o acesso dos alunos às informações necessárias para a construção dos conhecimentos para a produção dos argumentos utilizados durante a atividade (MELO, 2019; PRADO; SILVA, 2017).

Essa estratégia despertou nos alunos o pensamento crítico e reflexivo e para o ambiente de ensino atividades dinâmicas, promovendo aulas mais interessantes e de hábil conhecimento.

O júri simulado levou os alunos a experimentarem algum aspecto da realidade e a assumirem papéis existentes na realidade, pois de acordo com Aperibense et al, (2014), o júri simulado consiste em uma atividade multidisciplinar e dinâmica simulando um tribunal judiciário, em que os participantes são eleitos em cada cargo e possuem responsabilidades distintas na atividade escolhida.

Tal estratégia auxiliou os alunos na formulação do pensamento crítico e reflexivo e também permitiu que ampliassem a prática de oratória em público, de organização de ideias e argumentação.

Com a SDI os alunos aprenderam e vivenciaram de forma simulada situações da realidade que vão encontrar na vida profissional, avaliando as vantagens e desvantagens de cada assunto abordado e auxiliando na tomada de decisões mais acertadas e fundamentadas. Nota-se que é esperado que os alunos desenvolvam o senso crítico, a argumentação para persuasão e também o treino da oratória.

Por meio da observação do desenvolvimento do júri simulado, dos argumentos utilizados pelos estudantes para defender cada ideia, o docente avaliou a eficácia da metodologia aplicada na aprendizagem do assunto trabalhado.

Entretanto, a atuação do docente no planejamento da atividade, na escolha dos materiais e na indicação das fontes de consulta que permitiram aos estudantes se apropriar dos conhecimentos necessários para analisar os conceitos sobre o tema partícula, onda ou luz e estruturarem sua argumentação é crucial para o êxito da aplicação da metodologia.

Nesse sentido, o papel do docente foi de orientador das aprendizagens e estimulou a reflexão dos estudantes na elaboração dos argumentos para a realização do júri simulado. Portanto, a análise dos resultados implicou também num processo de autoavaliação do trabalho docente, na perspectiva de uma prática reflexiva.

#### 5.2.4 Os jogos didáticos e ludicidade na aprendizagem significativa dos alunos

Na etapa anterior, foram sorteados os temas (vide apêndice E) para a produção dos jogos pelos alunos. A turma foi dividida em 5 (cinco) grupos e a escola disponibilizou material para a confecção dos jogos em sala de aula.

Os alunos optaram por fazer jogos de tabuleiro com o tema proposto, o professor orientou que os jogos fossem criados a partir do que foi visto nas aulas de Ondulatória, pois quem fosse jogá-los deveria conhecer os conceitos ou estudá-los para que obtivesse êxito, quanto ao tipo de jogo e materiais usados em sua confecção os estudantes tiveram total liberdade para escolher, desde que respeitassem as regras de utilizar os conceitos da Ondulatória sorteados, além de abordá-los de forma que o jogador também tivesse que conhecê-los.

Durante a confecção dos jogos, o professor interferiu apenas em alguns momentos para orientar da necessidade do uso de conceitos da Ondulatória, fazendo pequenas correções na escrita e concordância dos mesmos.

Após a confecção dos jogos didáticos, foram repassadas todas as orientações para que as equipes fizessem a troca dos jogos confeccionados entre as demais, pois essa troca também auxiliaria no processo de avaliação e reflexão quanto a construção do próprio jogo em relação ao dos colegas.

A proposta foi que as equipes pudessem então “brincar” com os jogos, ou seja realizar a atividade solicitada por meio da aplicação dos conhecimentos nos jogos criados pelos colegas, isso seguindo as regras estabelecidas.

Percebeu-se claramente nessa etapa da SDI o envolvimento de todos os estudantes na realização da construção dos jogos didáticos, bem como a participação ativa de todos os integrantes do grupo em sua confecção, nesta perspectiva percebeu-se que a metodologia aplicada teria um alto aproveitamento proporcionando assim uma melhora significativa na aprendizagem dos estudantes, porém ao serem questionados verificou-se que as respostas mostraram posicionamentos diferentes dos percebidos.

Um dos aspectos relevantes quando falamos em ensino e aprendizagem, que está relacionado no desenvolvimento de um sujeito ativo e transformador, é a possibilidade do aprendiz ser inserido ativamente em atividades que promovam sua interação em sala de aula, alinhando teoria e prática. Atividades dinâmicas e que permitiram ao estudante vivenciar diversas questões construindo seu conhecimento, e deixando de ser apenas um mero reproduzidor de conteúdos (SOUZA, 2016).

Os jogos didáticos além de possuírem um apelo lúdico, mostraram ser uma importante ferramenta na construção do conhecimento, Fortuna (2003), já destaca esse aspecto da

ludicidade que desenvolve a iniciativa, a imaginação, o raciocínio, a memória, a atenção, a curiosidade e o interesse dos estudantes.

Assim, esses jogos permitiram o envolvimento ativo dos estudantes em seu processo de construção do conhecimento e foram utilizados como uma ferramenta facilitadora de aprendizagem, além de proporcionar um ambiente desafiante.

Nesse sentido, contribuíram para mobilizar os estudantes e os despertarem para uma aprendizagem interativa, foi visto como uma estratégia de ensino que desenvolveu a capacidade de os alunos interagirem socialmente, desenvolverem o espírito construtivo, assim como desenvolveram a transformação de aprendizagem e resolução de problemas.

Sendo assim, o jogo, por sua natureza já desafia, encanta, tira da rotina muda um ambiente e, neste sentido, a atividade realizada em sala de aula, por exemplo, onde normalmente só entram livros, cadernos e canetas.

De acordo com Cavalcanti (2013), o jogo pode ser utilizado como uma estratégia de ensino, com intuito de auxiliar no desenvolvimento de algumas habilidades como observação, organização, reflexão, tomada de decisões e competências como linguagem científica, nomenclaturas, discussão e argumentação dos temas referentes aos conteúdos abordados nos jogos.

No ensino da Ondulatória, assim como em outras áreas, essas metodologias podem e devem priorizar a criação de estratégias, a comprovação, a justificativa, a argumentação, o trabalho coletivo, a criatividade, a iniciativa pessoal e a autonomia advinda do desenvolvimento da confiança na própria capacidade de conhecer e enfrentar desafios (ANDRADE; HAERTEL, 2018).

Além disso, considerou-se importante a utilização da SDI em sala de aula por esta ser um recurso que favoreceu a integração entre os alunos, uma vez que os mesmos acompanharam e participaram do processo de aprendizagem um do outro, defenderam pontos de vista e aprenderam a ser críticos e confiantes em si mesmos.

Segundo Bagdonas (2014), no jogo há sempre uma tensão constante quando se deve realizar qualquer escolha, favorecendo o exercício de um pensamento crítico por meio de problematizações, debates e reflexões. Assim como Santos (2006) também afirmam quando o aluno participa de um jogo, ele encontra-se em uma situação-desafio que dispõe de variadas ferramentas com as quais ele deve resolver o problema proposto.

Então, surgiu nos alunos a necessidade de formarem novas associações cognitivas para que chegassem a uma solução. E ainda se verificou que os jogos contribuíram com o aumento da motivação e curiosidade dos estudantes pelos conteúdos desenvolvidos em sala de aula,



promovendo maior compreensão em relação aos conteúdos trabalhados após a aplicação desta metodologia.

Além desses aspectos, o jogo promoveu a interação do estudante e o desenvolvimento de atitudes e habilidades como a observação, análise, levantamento de hipóteses, busca de suposições, reflexão, tomada de decisões, argumentação e organização, pois fez com que eles aplicassem o que sabiam e o que estavam aprendendo e de acordo com Grando (2000), auxilia a compreender um pouco mais sobre a aplicação dos jogos no contexto escolar quando apresenta que o objetivo do jogo é definido pelo educador através de sua proposta de desencadeamento da atividade de jogo, que pode ser o de construir um novo conceito ou aplicar um já desenvolvido.

Assim sendo, a SDI pode ser utilizada, num determinado contexto, como construtor de conceitos e, num outro contexto, como aplicador ou fixador de conceitos. Cabe ao professor determinar o objetivo de sua ação, pela escolha e determinação do momento apropriado.

Uma importante vantagem, no uso de atividades lúdicas, em especial os jogos didáticos, foi a tendência que motivaram os alunos a participarem espontaneamente da aula, sendo capaz de favorecer uma atmosfera mais divertida, descontraída, agradável e prazerosa. Enquanto os alunos jogavam foi possível observar que desenvolveram a iniciativa, a imaginação, o raciocínio, a memória, a atenção, a curiosidade e o interesse, concentrando-se por longo tempo em uma atividade.

Outras vantagens da SDI no ambiente escolar foi a integração de várias dimensões da personalidade afetiva, motora, cognitiva e social, estimulando o pensamento, a criação de estratégias, favorecendo o desenvolvimento das habilidades como a ordenação de tempo e espaço, destreza, concentração, entre outras.

De acordo com Berbel (2011), a SDI atuou como facilitadora para que o estudante refletisse e decidisse por ele mesmo, também ofereceu meios para que se pudesse desenvolver a capacidade de análise de situações buscando soluções, além de conduzir o processo metodologicamente, estimular as atividades dos alunos, apoiar e valorizar as iniciativas na direção do foco maior que é a solução ao problema em estudo.

Nesse processo, segundo Gadotti (2001), o educador e educando aprendem juntos, numa relação dinâmica na qual a prática, orientada pela teoria, reorienta essa teoria, num processo de constante aperfeiçoamento.

Os jogos confeccionados pelos alunos não foram apenas lúdicos, mas também educativos e por aliar os aspectos lúdicos aos cognitivos, entende-se que é uma importante estratégia para o ensino e a aprendizagem de conceitos abstratos e complexos, favorecendo a

motivação interna, o raciocínio, a argumentação, a interação entre alunos e entre professores e alunos.

O jogo sendo um eixo da atividade lúdica que conduziu a um conteúdo didático específico se tornou uma ferramenta facilitadora da aprendizagem, podendo ser utilizado de forma a aproximar os estudantes do conhecimento científico, sendo assim, o jogo ofereceu o estímulo e o ambiente propícios que favoreceram o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos e permitiu ao professor ampliar seu conhecimento de técnicas ativas de ensino, desenvolvendo capacidades pessoais e profissionais para estimular os alunos a capacidade de comunicação e expressão, mostrando-lhes uma nova maneira, lúdica, prazerosa e participativa de relacionar-se com os conceitos da Ondulatória, levando a uma maior apropriação dos conhecimentos envolvidos e uma aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1980).

Santos (2006), no mesmo raciocínio afirma com a SDI o aluno participa, e encontra-se em uma situação-desafio que dispõe de variadas ferramentas com as quais ele deve resolver o problema proposto. Então surge a necessidade de formar novas associações cognitivas para que se chegue a uma solução, e ele passa, então, a construir seu conhecimento.

Moran (2007), afirma que em termos de aprendizagem é importante que os alunos saibam pesquisar, precisamos adotar metodologias em que os alunos se envolvam em atividades cada vez mais complexas, tendo que tomar decisões e avaliar os resultados e neste contexto, o autor complementa que a SDI é o caminho para poder avançar mais rápida e profundamente em processos de reflexão, de integração cognitiva, de generalização e de reelaboração para novas práticas.

A Sequência Didática Interativa foi um conjunto de atividades, intervenções e estratégias planejadas pelo professor afim de que o entendimento dos conceitos da Ondulatória propostos fossem alcançados pelos estudantes e abordou várias estratégias de ensino e aprendizagem (KOBASHIGAWA, 2008).

Nesta perspectiva, trabalhar o ensino da Física de modo que traga mais significados, é ainda um grande desafio, porém uma das possibilidades de fazê-lo é por meio da aplicação da SDI que contribuiu na construção de um conhecimento significativo.

### **5.3 Avaliação da Metodologia pelos alunos**

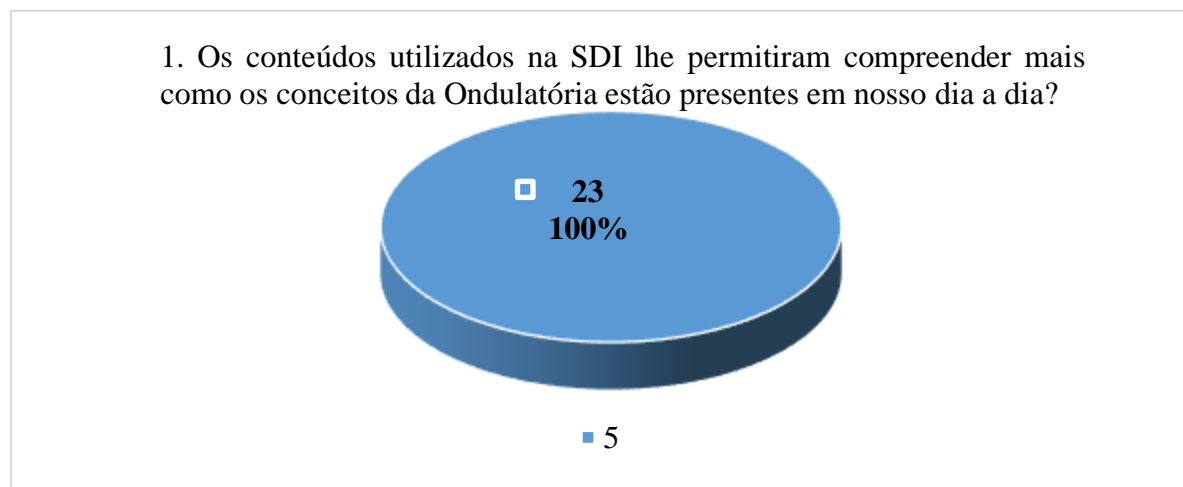
Nessa subseção são apresentados a última etapa da SDI, os resultados das respostas de 23 (vinte e três) alunos ao avaliarem a utilização da SDI no ensino da Ondulatória. O instrumento utilizado foi um questionário fechado (vide apêndice F) composto de 8 (oito)

questões fechadas, em relação aos quais os alunos foram solicitados a expressar, através de notas, numa escala de 1 (um) a 5 (cinco), seu grau de concordância, de acordo com o seguinte padrão: 1 (discordo totalmente); 2 (discordo parcialmente); 3 (não concordo, nem discordo); 4 (concordo parcialmente) e 5 (concordo totalmente). As respostas dadas pelos sujeitos da pesquisa aos itens do questionário foram expostas por gráficos.

### 5.3.1 Relação entre teoria e prática

O item 1 do questionário solicitava que os alunos exprimissem seu grau de concordância acerca da aproximação dos conceitos da Ondulatória com o cotidiano proporcionado pela aplicação da SDI. Conforme mostrado no gráfico 1, todos os alunos colocaram 5, ou seja, concordaram totalmente. As respostas mostraram que a metodologia mostrou-se, para os sujeitos, propiciadora de diálogo dos conteúdos estudados em sala de aula com situações reais.

**Gráfico 1 - Respostas do item 1**



**Fonte:** autoria própria

No processo educativo, teoria e prática devem sempre caminhar juntas. Chaves (2000), afirma que a teoria decorre de questões advindas da prática, mas o que se tem notado é um distanciamento entre ambas.

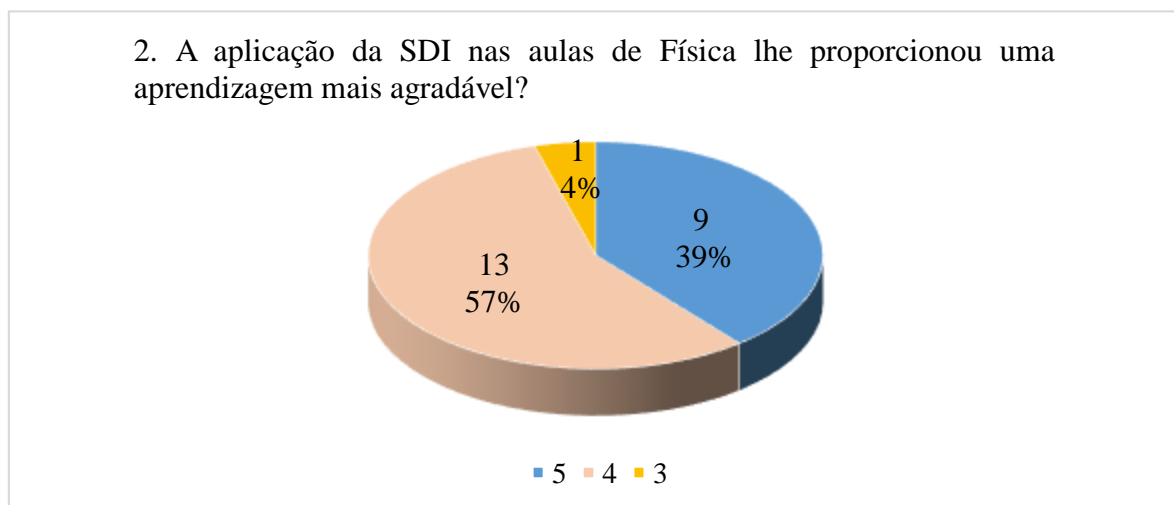
Ao analisarmos os sentidos oriundos das respostas dos sujeitos a este questionamento, os alunos conseguiram relacionar a teoria com a realidade deles, assim a Física realmente fez sentido para eles e usaram os subsunçores vinculados a sua estrutura cognitiva para compreender os conceitos da Ondulatória (AUSUBEL,1980).

Face o exposto, essa posição se confirma quando compreendemos a prática pedagógica, no que concerne às ciências da natureza, como a Física, como mecanismo propício para encorajar alunos e professores a trilharem novas perspectivas de trabalho, que não são restritas à mera reprodução de saberes acumulados ao longo da história, mas que, conforme defende Behrens (2011), possibilitem a cada um destes sujeitos perceber-se como participantes ativos da própria aprendizagem.

### 5.3.2 Sentidos atribuídos a aceitação da Sequência Didática Interativa

O item 2 do questionário teve como objetivo avaliar o vínculo afetivo dos educandos com a metodologia, com vistas a explicitar categorias como aceitação, empatia e bem-estar do estudante durante o processo de ensino e aprendizagem. Conforme o gráfico 2, nove alunos concordaram totalmente, treze alunos colocaram 4, concordaram parcialmente e um aluno é indiferente.

**Gráfico 2 - Respostas do item 2**



**Fonte: autoria própria**

Por conseguinte, conforme destaca Araújo (2011), precisamos entender as necessidades intrínsecas do aluno como alguém que é social e afetivo, e que, portanto, necessita sentir-se bem e incluído nos espaços formativos, para deles extrair o máximo de proveito para sua formação.

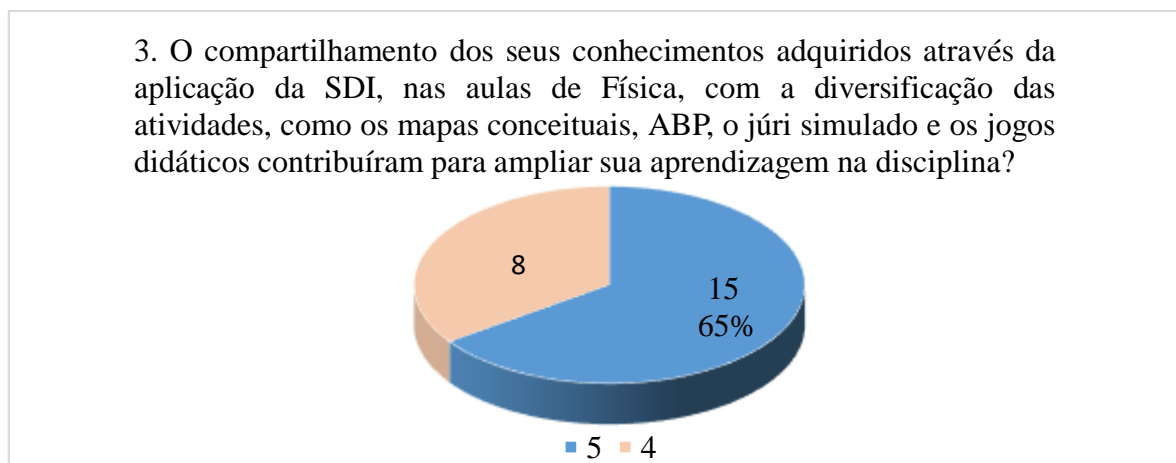
Nessa perspectiva, apenas um aluno foi indiferente a metodologia aplicada, mas vinte e dois concordaram que a SDI trouxe bem-estar, prazer, diversão. Esse tipo de aprendizagem é o que Moreira (2006) chama de aprendizagem afetiva que é o resultado dos sinais internos (alegria, prazer, satisfação, etc.) do aprendiz.

Assim, apropriar-se de novas metodologias propostas, foram ao mesmo tempo, desafiadoras e prazerosas para os discentes, e os mesmos puderam aprender de forma significativa (AUSUBEL,1980).

### 5.3.3 Sequência Didática Interativa e a Aprendizagem Significativa

O terceiro item do questionário solicitou que os participantes se posicionassem sobre as formas de avaliação da aprendizagem, utilizadas pelo professor, assim como as atividades realizadas. De acordo com o gráfico 3, quinze alunos concordaram totalmente e oito alunos concordaram parcialmente.

**Gráfico 3 - Respostas do item 3**



**Fonte: autoria própria**

Os alunos utilizaram os mapas conceituais para simplificarem os conceitos da Ondulatória, logo serviu para que os educandos relembassem conteúdos, recorrendo à sua memória. A construção dos mapas conceituais funcionou como uma importante e eficaz estratégia de (auto) aprendizagem, mas também pode ser aproveitada como elemento de avaliação (AUSUBEL, 1980).

Num sentido amplo, a SDI propôs uma aprendizagem ativa em algum grau, porque exigiu dos alunos e do professor formas diferentes de aprendizagem, de motivação, seleção, interpretação, comparação, avaliação e aplicação.

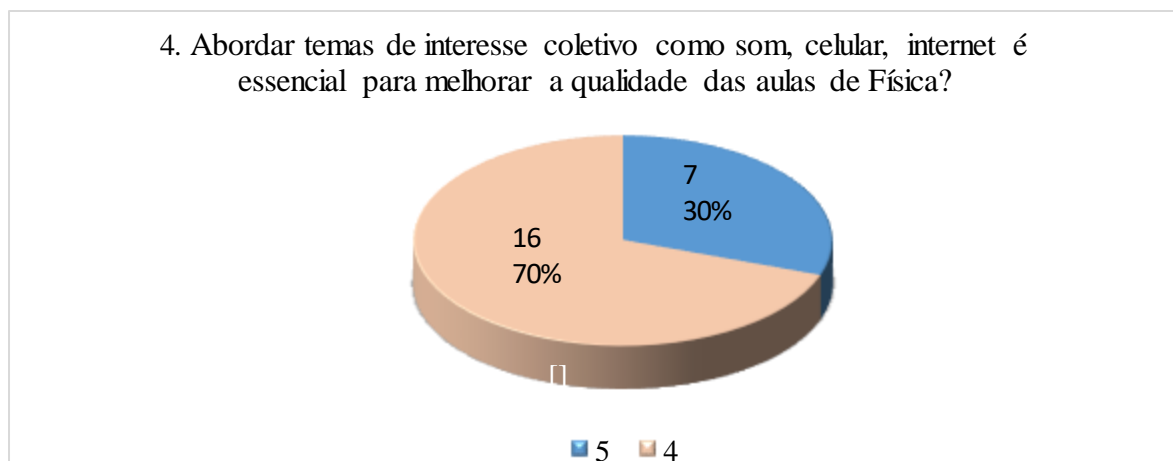
Os alunos aprenderam também de muitas maneiras, com diversas técnicas, procedimentos, eficazes para conseguir os objetivos desejados. Segundo Oliveira (2014), a SDI precisa acompanhar os objetivos pretendidos e para que os alunos fossem proativos, adotamos tarefas diversificadas em que os alunos se envolveram em atividades cada vez mais complexas,

em que tiveram que tomar decisões, argumentar e avaliar os resultados. Sendo assim, para que os alunos fossem criativos, eles precisaram experimentar inúmeras novas possibilidades de mostrar sua iniciativa.

#### 5.3.4 Temas de interesse coletivo

Conforme o gráfico 4, sete alunos concordaram totalmente e dezesseis alunos concordaram parcialmente. As respostas, em sua maioria, indicaram que interfaces entre a sala de aula e o mundo em que vivemos são cada vez mais necessárias, é essencial ao ensino das ciências.

**Gráfico 4 - Respostas do item 4**



**Fonte: autoria própria**

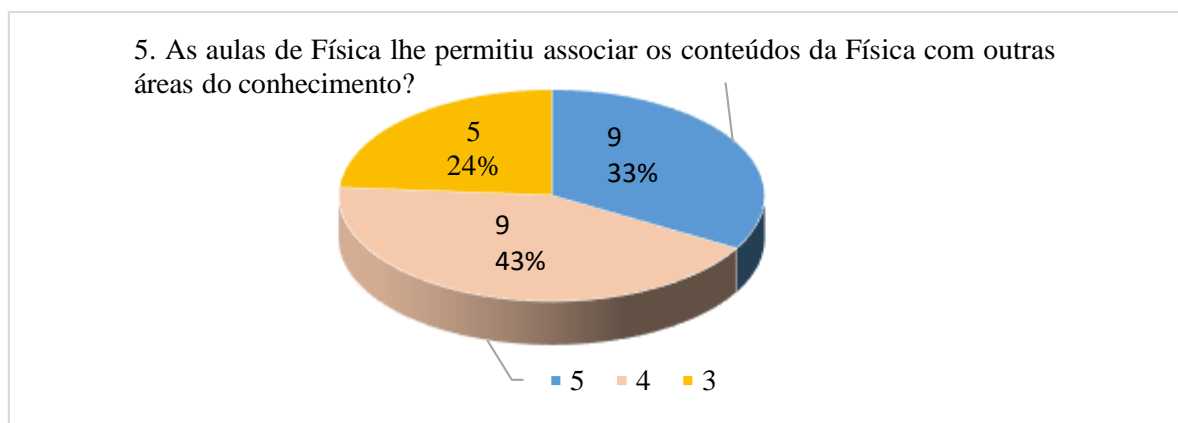
Compreendemos, pelo posicionamento dos alunos, que esses temas apresentaram expressiva aceitação, visto que estes muitas vezes não são lembrados, mas são de extrema relevância para o alunado tanto do ponto de vista científico como social. Nesta perspectiva, que alinha o conteúdo escolar com engajamento social e de acordo com Saviani (1999), pressuposto indispensável para formação escolar verdadeiramente crítica.

#### 5.3.5 Aprendizagem interdisciplinar

No que concerne à metodologia utilizada, o item 5 do questionário em análise teve como objetivo investigar em que medida os interlocutores perceberam, a articulação de saberes da Física com outras disciplinas do currículo.

A partir do gráfico 5, sete alunos concordaram totalmente, nove alunos concordaram parcialmente e cinco alunos nem concordaram e nem discordaram com a interdisciplinaridade das atividades aplicadas, e como cita Moraes (1997), a interdisciplinaridade é o termo que se refere à articulação entre diferentes áreas do conhecimento, originalmente separadas segundo a lógica positivista, e especializadas em explicar diferentes recortes da realidade.

**Gráfico 5 - Respostas do item 5**



**Fonte: autoria própria**

A aplicação da SDI foi um instrumento de aprendizagem em que os alunos se envolveram com tarefas e desafios para resolver um problema ou desenvolver um jogo didático que também tinha ligação com sua vida fora da sala de aula. No processo, eles lidam com questões interdisciplinares, tomam decisões e agem sozinhos e em equipe.

Tal articulação busca, assim, resgatar o vínculo original entre esses saberes, através do desenvolvimento de estratégias de ensino que possibilitaram aos educandos utilizarem diferentes formas de conhecimentos para solucionarem problemas diversos, compreendendo a lógica funcional que interliga cada saber apreendido na escola.

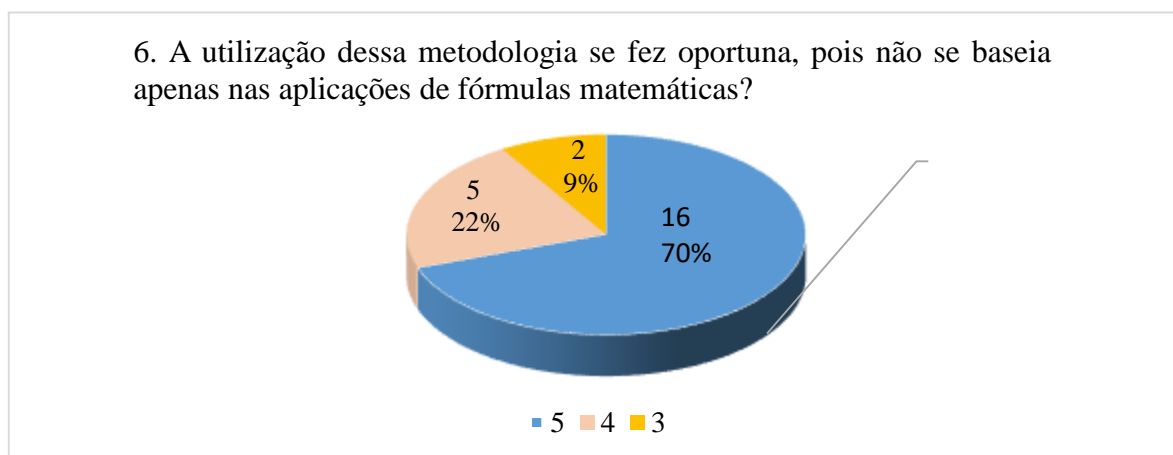
Desse modo, a proposta de uma Física articulada com outros componentes curriculares, conforme intencionamos exemplificar por meio do presente estudo, mostrou-se perceptível, consoante as respostas fornecidas e de acordo com Behrens (2011) e Moraes (1997), a

interdisciplinaridade valoriza a integração de múltiplos saberes, em benefício do integral desenvolvimento do aluno.

### 5.3.6 A física além do formalismo matemático

A análise do sexto item do questionário teve como objetivo entender a Física além do formalismo matemático. De acordo com o gráfico 6, dezesseis alunos concordaram totalmente, cinco alunos concordaram parcialmente e dois alunos foram indiferentes.

**Gráfico 6 - Respostas do item 6**



Fonte: autoria própria

A maioria dos alunos compreendeu que a Física não é a mera aplicação de fórmulas e o que permitiu compreender que os sujeitos da pesquisa conseguiram, em alguma medida, transcender as suas concepções reducionistas acerca do papel da Física dentro de sua formação, passando a interpretá-la como objeto socialmente partilhado, e não apenas como uma disciplina que manipula cálculos.

Assim, entendemos que o professor de Física não pode se esquivar de mostrar aos alunos como essa área do conhecimento está profundamente implicada no que produzimos, compramos e usamos, assim como na forma como nos relacionamos através da tecnologia.

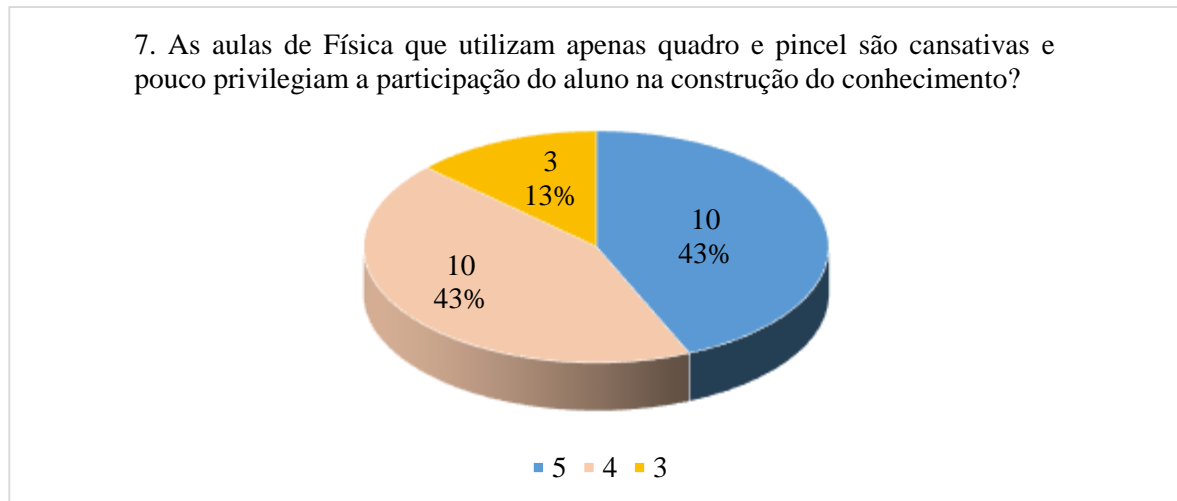
Desse modo, vale salientar que a proposta deste estudo não é negar as ferramentas matemáticas de que a Física faz uso, mas torná-las visíveis pela apresentação das perspectivas do que representam ou podem representar no projeto de vida dos alunos.

### 5.3.7 Relação entre o método e a Física



As respostas dadas ao item 7 do questionário, dez alunos concordaram totalmente, dez alunos concordaram parcialmente e três alunos foram indiferentes. Os alunos reconheceram de que o ensino deve contemplar os diferentes meios pelos quais aprendem, e que, ao privilegiar um único método didático, o professor inibe uma parcela significativa dessas vias de aprendizagem.

**Gráfico 7 - Respostas do item 7**



**Fonte: autoria própria**

Esses dados são consonantes com o que teoriza Rabelo (1996), segundo o qual, as metodologias orientadas para lógica tradicionalista cartesiana se caracterizam por conteúdos programáticos organizados e sequenciados por níveis de dificuldades, memorizados por meio da repetição de procedimentos que caracterizam as rotinas escolares às quais os alunos são submetidos. Esse modelo clássico de conceber o ensino está fundamentalmente baseado na ideia e, na prática de que conhecimento é transmitido, e não construído.

### 5.3.8 Trabalho em grupo

Uma das características marcantes das atividades propostas foi o incentivo ao desenvolvimento da cooperação entre os alunos enquanto indivíduos que partilham o ambiente escolar e as diversas experiências que ele proporciona.

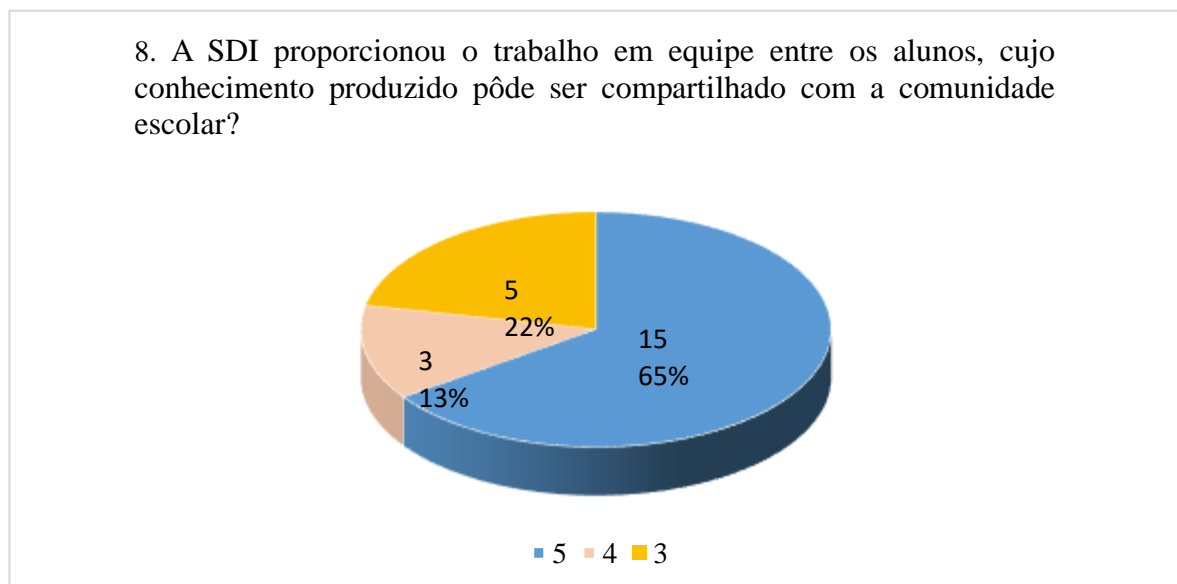
Temos presente que estes sujeitos são cada vez mais conscientes de que deverão viver e conviver em um mundo repleto de relações sociais, econômicas políticas e culturais, para as quais é imprescindível compreender o sentido do trabalho coletivo (ALARCÃO, 2001).

Assim, como afirma Araújo (2011), a possibilidade de o aluno participar na tomada de decisão de maneira crítica deveria, dessa forma, penetrar na vida dos estudantes inclusive como exercício vital de cidadania.

Partindo dessa compreensão, o item 8 do questionário solicitou que os participantes expressassem seu grau de concordância em relação à promoção e ao favorecimento do trabalho em equipe proporcionados pelo uso da SDI.

Conforme ilustrado pelo gráfico 8, quinze alunos concordaram totalmente que as atividades utilizadas favoreceram e valorizaram o trabalho em equipe, e três alunos concordaram parcialmente com essa afirmação e cinco alunos não concordaram e nem discordaram.

**Gráfico 8 - Respostas do item 8**



**Fonte: autoria própria**

A partir da compreensão dos alunos, as atividades propostas na SDI valorizaram o trabalho em grupo, havendo interação entre as ideias com os colegas, proporcionando também que eles pudessem construir o seu conhecimento através da relação com o outro, pois o homem é um ser social.

Nessa seção foram discutidas e analisadas as respostas dos alunos aos questionários (inicial e final) e a observação participante. Na seção seguinte serão relatadas as contribuições da SDI para evidências da aprendizagem significativa dos conceitos da Ondulatória

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho partimos do seguinte problema: Como a aplicação da Sequência Didática Interativa no ensino da Ondulatória poderá mediar o processo ensino e aprendizagem dos alunos do Ensino Médio? Partimos do pressuposto que a aplicação da Sequência Didática no estudo da Ondulatória constitui ferramenta importante no processo de ensino e aprendizagem dos alunos proporcionando, além da apreensão do conhecimento, motivação, interação entre os mesmos, além da criatividade, com possibilidades de tornarem-se sujeitos participantes desse processo, seres críticos e ativos na construção do seu próprio conhecimento, de modo a obter uma aprendizagem significativa.

Ancorou-se no objetivo geral, utilizar a Sequência Didática Interativa para mediar o processo de ensino e aprendizagem do conceito de Ondulatória a alunos da 2ª série do Ensino Médio e, como objetivos específicos: Identificar as dificuldades vivenciadas pelos discentes acerca dos conceitos da Ondulatória; Aplicar a Sequência Didática Interativa na apreensão de conceitos de Ondulatória; Avaliar as contribuições do uso da Sequência Didática Interativa no processo de ensino e aprendizagem dos alunos do Ensino Médio quanto ao conceito de Ondulatória; Correlacionar o estudo da Ondulatória com a Teoria da Aprendizagem Significativa sob a perspectiva de Ausubel (2003); Desenvolver situações-problemas que despertem a curiosidade, motivação e interação entre os alunos na busca por soluções relacionadas ao conceito de Ondulatória

Como quesito indispensável a este estudo, recorreremos à abordagem da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel que tem como foco principal a estrutura cognitiva do aluno e afirma que cada novo conteúdo ensinado deve estar ancorado num subsunçor que é algo que o aluno já traz consigo e torna a aprendizagem mais eficaz, sendo assim, foi realizada uma pesquisa de campo do tipo exploratória de natureza qualitativa com alunos da segunda série do Ensino Médio do Centro de Ensino João Lisboa.

Os resultados obtidos na presente pesquisa nos mostraram que a aplicação da SDI em sala de aula, através da ABP, júri simulado, mapas conceituais, jogos didáticos, além de mobilizar os alunos a participarem das atividades propostas contribuíram para promover evidências de uma aprendizagem significativa.

Desse modo, neste percurso, percebemos que a SDI com diversificação das atividades 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, mapas conceituais, rodas de conversas, ilustrações, imagens animadas, vídeos, jogos e júri simulado 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.

Com a SDI, o foco do ensino passou a ser o aluno, que deixou de exercer o papel de receptor passivo das informações transmitidas pelo professor, sendo assim, aumentou o senso de responsabilidade dos estudantes, estimulou a leitura, ao emprego do raciocínio lógico e as discussões, incentivou aos estudantes para que investigassem os problemas apresentados a fim de encontrar soluções práticas para eles, estimulou e desenvolveu a habilidade do trabalho em equipe através dos grupos de discussão e permitiu a interlocução das disciplinas e especialidades distintas e a troca de informações entre elas.

Conforme os resultados obtidos, o júri simulado foi uma ótima estratégia de ensino a ser adotada quando se tratou de um assunto polêmico, luz: onda ou partícula? Isso porque permitiu que fossem discutidos vários pontos de um mesmo tema, auxiliando no processo de construção e desconstrução de conceitos.

Além disso, instigou o senso crítico, a participação e a reflexão dos alunos e a metodologia do júri simulado tem diversas potencialidades, pois incentivou o protagonismo do educando não apenas no seu processo de aprendizagem no ambiente escolar, mas na sua prática cidadã indagando a tomada de decisões e argumentações.

Nesse ínterim, os jogos didáticos produzidos pelos alunos foram aplicados nos mais diversos conceitos voltados ao tema da Ondulatória visando o desenvolvimento dos aspectos conceituais, procedimentais e atitudinais.

Ao se usar um jogo didático nas aulas de Física, vimos que a experiência foi promissora, pois além de favorecer o processo de ensino e aprendizagem, o empenho dos alunos na realização das atividades e nos resultados alcançados.

Os jogos provocaram a atratividade e o envolvimento dos alunos na atividade, foi possível perceber esta condição em todos os momentos, desde o planejamento dos jogos quando tiveram que pensar que tipos de jogos desenvolveriam, as regras que deveriam ser seguidas, a confecção dos jogos didáticos e finalmente na sua execução quando aplicavam os conceitos sobre Ondulatória, apreendidos ou recuperados.

Os estudantes se mostraram entusiasmados e motivados se dedicando tanto na criação dos jogos quanto a realização dos mesmos. Na aplicação dos jogos, os estudantes buscaram pelas respostas, queriam solucionar os problemas, seja com apoio no material disponibilizado

durante o bimestre, ou com consultas ao próprio professor, usando de sua autonomia para responder ou interagindo ao meio.

Assim, na SDI 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 conceitos da Ondulatória como uma forma de ancoragem.

Por conseguinte, isso demonstrou a importância de acionar os conhecimentos prévios dos alunos através de um questionário inicial, pois foi muito relevante para que eles apreendessem algo novo através do que eles traziam consigo.

A pesquisa mostrou 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.

Além disso, essa aprendizagem aconteceu através da interação entre as novas informações apreendidas e os conhecimentos prévios do aprendiz, a partir de uma relação não-arbitrária e substantiva.

Entendemos que a partir dessa relação não-arbitrária e não-literal, tanto a nova informação como as que serviram de ancoradouro, ou seja, de subsunçores, modificaram-se na construção de novos significados e adquiriram maior estabilidade.

Nesse sentido, ao longo da SDI, percebemos o quanto foi eficaz e, em simultâneo, prazeroso para os alunos, o que percebemos facilmente ao longo da aplicação de todas as etapas e também nas opiniões e sugestões dos estudantes, fazendo deles seres preocupados com a sua aprendizagem.

As propostas de organização do trabalho pedagógico através da Sequência Didática Interativa apresentada pode ser desenvolvida em todas as fases/ciclo do ensino, desde que sejam observados os critérios já orientados pelos autores referenciados, como a adequação dos gêneros textuais, tempo de desenvolvimento, conteúdos etc., pois o objetivo da SDI foi o de aprimorar o trabalho docente contribuindo para a aprendizagem significativa, favorecer a interdisciplinaridade e a formação de leitores.

A Sequência Didática Interativa planejada permitiu ao educador visualizar o conhecimento inicial do aluno, seu desempenho e perceber o que ainda necessita ser trabalhado para que se concretize a aprendizagem.

Almejamos, assim, propiciar a melhoria do processo de ensino e aprendizagem, através da SDI que favoreceu a formação crítica, criativa e consciente, oportunizando o desenvolvimento do pensamento e da inteligência, de modo a possibilitar um ambiente agradável, estimulador de aprendizagens significativas.

## REFERÊNCIAS

- ALARCÃO, Isabel. (Org.) **Escola reflexiva e nova racionalidade**. Porto Alegre: Artmed editora, 2001.
- ALMEIDA, M. E. B. Narrativas digitais e o estudo de contextos de aprendizagem. **Revista Em Rede**. v. 1, n. 1, 2014. Disponível em: Acesso em: agosto de 2021.
- ANDRADE, K.; HAERTEL, B. U. S. **Metodologias ativas e os jogos no ensino e aprendizagem da matemática**. 2018. Disponível em: Acesso em: outubro de 2021.
- APERIBENSE, P. G. G. S. et al. O uso de metodologias ativas na formação do profissional enfermeiro – Tribunal do júri simulado: uma experiência de sucesso. In: Congresso Iberoamericano de Ciência, Tecnologia, Inovação e Educação, 2014, Buenos Aires. Resumo de Trabalhos. Buenos Aires, 2014.
- ARANHA, M. L. da A.; MARTINS, M. H. P. **Filosofando**: Introdução à Filosofia. 2 ed. rev. atual. São Paulo: Moderna, 1993.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. NEW YORK: HOLT, 1978.
- AUSUBEL, D. P, “**The aquisition and retention of Knowledge**: a cognitive view. Dordrecht, Kluwer Academic Pubishers, 2000.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Tradução Eva Nick et al. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. p. 625.
- BACHELARD, G. O novo espírito científico. In: **Os Pensadores**. São Paulo: Abril Cultural, 1978. GEBARA, M. J. F.
- BAGDONAS, A.; GURGEL, I.; ZANETIC, J. **Controvérsias sobre a natureza da ciência como enfoque curricular para o ensino da física**: o ensino de história da cosmologia por meio de um jogo didático. *Revista Brasileira de História da Ciência*, Rio de Janeiro, v. 7, n.2, p. 242-260, jul./dez. 2014
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal: Edições 70, 2006/2011.
- BARROWS, H.S., & Tamblyn, R. (1980). **Problem-based learning**: an approach to medical education (Vol 1). New York: Springer. Bloom, B. S. (1956). Taxonomy of educational objectives:
- BARROWS, H. S. **A Taxonomy of Problem-Based Learning methods**. *Medical Education*, v.20, p. 481-486, 1986.
- BEHRENS, Marilda Aparecida. **O paradigma emergente e a prática pedagógica**. 6 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.
- BERBEL, N. A. N. **As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes**. *Ciências Sociais e Humanas*, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.

BORGES NETO. **A sequência Fedathi como proposta metodológica no ensino-aprendizagem de matemática e sua aplicação no ensino de retas paralelas.** In: Encontro de Pesquisa Educacional do Nordeste. Educação - EPENN, 15, São Luiz, Anais, 2001.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Linguagens, códigos e suas tecnologias:** orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais – PCNS+. Brasília, 2002. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12598%3Apublicacoes&Itemid=859](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12598%3Apublicacoes&Itemid=859). Acesso em: 3 mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN.** Brasília, 1997. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12598%3Apublicacoes&Itemid=859](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12598%3Apublicacoes&Itemid=859). Acesso em: 3 mar. 2020.

BROUSSEAU, Guy. **Ingénierie didactique.** d'unproblème à l'étude à priori d'une situationdidactique. DeuxièmeÉcole d'Été de Didactique des mathématiques. Paris: Olivet, 1996.

BROUSSEAU, G. **Introdução ao estudo das situações didáticas: conteúdos e métodos de ensino.** São Paulo: Ática, 2008.

CABRERA, W.B.; SALVI, R.F. (2005). A ludicidade no Ensino Médio: Aspirações de Pesquisa numa perspectiva construtivista. Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Bauru, Brasil.

CAVALCANTI, K. M. P. H. GUIMARÃES, C. C. BARBOSA, E. L. C. M. & SÉRIO, S. S. **Ludo Químico: um jogo educativo para o ensino de química e física.** In Anais IX Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências (p. 1–8). Águas de Lindóia, SP. 2013.

CHAVES, Walmer Monteiro. Dicotomia teoria e prática, variáveis intervenientes e práxis pedagógica. IV EnFEFE - Encontro Fluminense de Educação Física Escolar. *Anais...* Niterói, Jun. 2000, p. 65-68.

DELISLE, R. **Como realizar a Aprendizagem Baseada em Problemas.** Porto: ASA, 2000.

DEWEY, J. **Democracia e educação:** introdução à filosofia da educação. Tradução de Godofredo Rangel e Anísio Teixeira. 4ed. – São Paulo: Editora Nacional, 1979. FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido.*

ERICKSON, F. **Qualitative methods in research on teaching.** In: Wittrock, M.C. (Ed.), *Handbook of research on teaching.* 3 ed New York: Macmillan Publishing Co, 1986.

FALKEMBACH, G. A. M. O lúdico e os jogos educacionais. In: *Mídias na Educação.* CINTED, UFRGS. 2007. Disponível em: [http://penta3.ufrgs.br/midiasedu/modulo13/etapa1/leituras/arquivos/Leitura\\_1.pdf](http://penta3.ufrgs.br/midiasedu/modulo13/etapa1/leituras/arquivos/Leitura_1.pdf). Acesso em: 04 mar. 2020.

FERNANDES, A. **A Inteligência Aprisionada:** abordagem psicopedagógica clínica da criança e sua família. Porto Alegre: Artes Médicas, 1991.

FEYNMAN, R. P.; LEIGHTON, R. B.; SANDS, M. *Lições de Física de Feynman.* Porto Alegre: Bookman, 2008.



FEYNMAN, Richard P. **Física em seis lições**. 8. ed. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.

FIORENTINI, Dario; LORENZATO, Sergio. **Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos metodológicos**. Campinas, SP: Autores Associados, 2012.

FORTUNA, Tânia Ramos; BITTENCOURT, Aline Durán da Silveira de. Jogo e educação: o que pensam os educadores. **Revista Psicopedagogia**, Rio Grande do sul, n. 20, v. 63, p. 234-42, 2003.

FRIEDMAN, Adriana. **Brincar, crescer e aprender: o resgate do jogo infantil**. São Paulo: Editora Moderna, 1996. KAMII, Constance; JOSE.

GADOTTI, M. **História das idéias pedagógicas**. 8. ed. São Paulo: Ática, 2001.

GEBARA, M. J. F. **O Ensino e a Aprendizagem de Física: Contribuições da História da Ciência e do Movimento das Concepções Alternativas - um estudo de caso**. 2001. Dissertação (Mestrado em Educação) - Orientador: Prof. Dr. Décio Pacheco. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, 2001.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2010.

GRANDO, R. C. **O Jogo suas Possibilidades Metodológicas no Processo Ensino-Aprendizagem da Matemática**. Dissertação de Mestrado. Campinas, SP. Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1995.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth S. **Física 2**. v. 3. 4. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2006.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos da Física**. Vol. 2. 8ª ed. Rio de Janeiro. LTC, 2009.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos da Física**. Vol. 4. 8ª ed. Rio de Janeiro. LTC, 2009.

HENARES DE MELO, M. C.; CRUZ, G. de C. Roda de Conversa: uma proposta metodológica para a construção de um espaço de diálogo no Ensino Médio. **Imagens Da Educação**, v. 4, n. 2, p. 31-39, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/imagenseduc.v4i2.22222>. Acesso em: 01 nov. 2021.

KCLUCKHOHN, Florence R. **O método da observação participante no estudo das pequenas comunidades**. Sociologia. São Paulo: 8 (2): 103-18, abr./jun. 194.

KOBASHIGAWA, H. A. et al. **Estação Ciência: formação de educadores para o ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental**. In: IV Seminário Nacional ABC na Educação Científica. São Paulo, 2008, p. 212 - 217.

LAMBROS. **Problem-Based Learning in Middle and High School Classrooms – A Teacher’s Guide to Implementation**. Thousand Oaks: Corwin Press, Inc. 2004.

- LEITE, L.; ESTEVES, E. **Ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na Licenciatura em Ensino da Física e Química.** In Bento Silva e Leandro Almeida (Eds.). Comunicação apresentada no VIII Congresso Galaico-Português de Psicopedagogia. Braga: CIED - Universidade do Minho, p. 1751-1768, 2005.
- LIBÂNEO, José Carlos. **Didática.** São Paulo: Cortez, 1991.
- LIBÂNEO, José Carlos. **Pedagogia e pedagogos, para quê?** 9 ed. São Paulo: Cortez, 2007.
- LIBÂNEO, José Carlos et. al. **Educação Escolar: políticas, estrutura e organização.** Coleção Docência em Formação. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2007.
- LIBÂNEO, José Carlos. **Adeus professor, adeus professora? novas exigências educacionais e profissão docente.** 12.ed. São Paulo: Cortez, 2010.
- LIBÂNEO, José Carlos. **Adeus professor, adeus professora? novas exigências educacionais e profissão docente.** 12.ed. São Paulo: Cortez, 2010.
- LIBERALI, F. C. **Formação crítica de educadores: questões fundamentais.** Campinas, SP:Pontes, 2010.
- LOPES, M. da G. **Jogos na Educação: criar, fazer e jogar.** São Paulo: Cortez, 2001.
- LORENZ, K. Ação de instituições estrangeiras e nacionais no desenvolvimento de materiais didáticos de ciências no Brasil: 1960-1980. **Revista Educação em Questão**, v. 31, n. 17, 15abr. 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/educacaoemquestao/article/view/3903>. Acesso em: 22 nov. 2021.
- MARCONI, M. A. e LAKATOS, E. M. **Metodologia do Trabalho Científico.** 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- MARCONI, M. A. e LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica.** 8 ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- MARIN, M. J. S.; LIMA, E. F. G.; PAVIOTTI, A. B.; MATSUYAMA, D. T.; SILVA, L. K. D.; GONZALEZ, C.; DRUZIAN, S.; ILIAS, M. Aspectos das fortalezas e fragilidades no uso das Metodologias Ativas de Aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação Médica**, 2010.
- MATTOS, M.G; ROSSETTO JÚNIOR, A.J; BLECHER, S. **Teoria e prática da metodologia da pesquisa em educação física: construindo sua monografia, artigo científico e projeto de ação.** São Paulo: Phorte, 2003.
- MELO, V. O uso de júri simulado como metodologia de ensino ativa. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/18041/o-uso-de-juri-simulado-como-metodologia-deensino-ativa>. Acesso em: 20 nov. 2021.
- 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.

MORAES, Maria Cândida. **O paradigma educacional emergente**. Campinas, SP: Papirus, 1997.

MORAES, R. **Uma Tempestade de Luz: a Compreensão Possibilitada pela Análise Textual Discursiva**. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M.C. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Editora Unijuí, 2007.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise textual discursiva**. Ijuí/RS: Editora Unijuí, 2011.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise textual discursiva**. Ijuí/RS: Editora Unijuí, 2016.

MORAN, José Manuel. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá**. 2. ed. Campinas, SP: Papirus, 2007.

MORAN, J. M. Mudando a educação com metodologias ativas. In **Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens**. Coleção Mídias Contemporâneas. 2015. Disponível em: [http://www2.eca.usp.br/moran/wpcontent/uploads/2013/12/mudando\\_moran.pdf](http://www2.eca.usp.br/moran/wpcontent/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf). Acesso em: 08 fev. 2020.

MORAN, J. M. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá**. 5. ed. Campinas: Papirus, 2014.

Moreira, M.A. (1980). Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa. **Ciência e Cultura**, 32(4): 474-479.

MOREIRA, M. A. “**A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**”. Brasília: Editora da UNB. 2006.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel**. São Paulo/SP: Ed. Centauro, 2006.

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.

MORIN, E; CIURANA, E; MOTTA, R. D. **Educar na era planetária. O pensamento complexo como método de aprendizagem pelo erro e incerteza humana**. 2. ed. São Paulo: Cortez; Brasília: UNESCO, 2007.

MORIN, E. **Ciência com consciência**. Rio de Janeiro: Bertrand, 1996.

MORIN. **A cabeça bem-feita. Repensar a reforma, reformar o pensamento**. Rio de Janeiro: Bertrand, 2000.

NASCIMENTO, T.E. & Coutinho, C. **Metodologias ativas de aprendizagem e o ensino de Ciências**. Multiciência Online, URI. 2016

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a aprender**. 2. ed. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. 1999.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica**. Vol. 2. 4ª edição revisada. São Paulo: Blucher, 2002.

OLIVEIRA, R.J. Bachelard: o filósofo professor ou o professor filósofo In OLIVEIRA, R.J. **A escola e o ensino de ciências**. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, p. 59-101, 2000.

OLIVEIRA, M. R. R. **O Primeiro Olhar: Experiência com Imagens na Educação Física Escolar**. 2004. 177f. Tese (Mestrado em Educação Física) Centro de Desportos – Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC.

OLIVEIRA, A. S.; SOARES, M. H. S. B. Júri químico: uma atividade lúdica para discutir conceitos químicos. **Química Nova na Escola**, 2005.

OLIVEIRA, Maria Marly de. **Sequência Didática Interativa no Processo de Formação de Professores**. Cidade: Vozes, 2013.

PAIXÃO, M. S. S. L; FERRO, M. G. D. A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. In: CARVALHO, M. V. C; MATOS, K. S. L. (org.). **Psicologia da Educação: Teorias do desenvolvimento e da aprendizagem em discussão**. Fortaleza: 2015. p. 91-130.

PEDROSO, C.V. (2009). **Jogos didáticos no ensino de biologia: uma proposta metodológica baseada em módulo didático**. Anais do IX Congresso Nacional de Educação. Curitiba, Brasil. Disponível em: [http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/2944\\_1408.pdf](http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/2944_1408.pdf) . Acesso em: jan. 2021.

PEREIRA, R. F; FUSINATO, P. A; NEVES, M. C. D. Desenvolvendo um jogo de tabuleiro para o ensino de física. In: **VII ENPEC, Anais...** 2009. p. 1-12.

PÉREZ, G. et al. Para uma imagem n distorções conceituais dos atributos do som ão deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.125-153, 2001.

PRADO, L.; SILVA, M. Utilização de júri simulado com duas turmas do curso de Medicina Veterinária – Estudo de caso. In: III Congresso Internacional Salesiano de Educação, 2017, Lorena. Resumo de Trabalhos. São Paulo, 2017.

PRINCE, M. Does active learning work? A review of the research. **Journal of Engineering Education**, 2004.

RABELO, Edmar Henrique. Avaliação: **novos tempos, novas práticas**. Petrópolis: Vozes, 1998.

SANTOS, Christiano Lima; VALE, Frederico Santos do. **Jogos eletrônicos na educação**. 2006.

SILVA, B.V.C. Júri simulado: o uso da história e filosofia da ciência no ensino da óptica. **Física na Escola**. Natal-RN, v. 10, n. 1, 2009.

SILVA, P. A. S. *et al.* O Laboratório de Metodologias Inovadoras e sua pesquisa sobre o uso de metodologias ativas pelos cursos de licenciatura do UNISAL, Lorena: estendendo o conhecimento para além da sala de aula. **Revista Ciências da Educação**, Americana, Ano XV, v. 02, n. 29, p. 67-79, jun-dez 2013. Disponível em: <http://www.revista.unisal.br/ojs/index.php/educacao/article/view/288/257>. Acesso em: 01 nov. 21.

SOUZA, Maria José Araújo. **Aplicações da Sequência Fedathi no ensino e aprendizagem da Geometria mediado por tecnologias digitais**. Tese (Doutorado)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza (CE), 2010.

TAVARES, Romero. **Aprendizagem Significativa e o Ensino de Física**, UFPB, João Pessoa, 2016.

TEDESCO, J. C. (Org.). **Educação e novas tecnologias: esperança ou incerteza?** São Paulo: Cortez, 2004.

TEIXEIRA, C. E. J. **A ludicidade na escola**. São Paulo: Loyola. Togni, A.C.; Bersch, 1995.

TOLEDO, L.H.L.A.de S.S. & LAGE,F.de C. **O Peer Instruction e as Metodologias Ativas de Aprendizagem**: relatos de uma experiência no Curso de Direito. Disponível em: <http://www.publicadireito.com.br/artigos/?cod=f57a221f4a392b92>. Acesso em: 01 nov. 2021.

TRUJILLO, F. Alfonso. **Metodologia da pesquisa científica**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1982.

RABELO, E. H. Avaliação: **novos tempos, novas práticas**. Petrópolis: Vozes, 1998.

RABELO, Giani. **O jornal escolar o estudante orleanense: não podemos tornar as crianças felizes, mas podemos fazê-las felizes tornando-as boas (santa Catarina, 1949-1973)**. Revista História da Educação vol.17 n°.40. Santa Maria. mai./ago. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php>. Acesso: 10 jan. 2020.

RAMALHO, F.; FERRARO, N.; TOLEDO, P. **Os fundamentos da física**. 8.ed. São Paulo: Moderna, 2003.

SAGAN, Carl. **O mundo assombrado pelos demônios: a ciência vista como uma vela no escuro**. 1.ed. Tradução: Rosaura Eichenberg. São Paulo: Companhia das Letras, 2006.

SAVIANI, D. **Escola e democracia: teorias da educação, curvatura da vara, onze teses sobre educação e política**. 32.ed. Campinas, SP: Autores associados, 1999.

SAVIANI, D. **A pedagogia no Brasil: história e teoria**. Campinas, SP: Autores Associados, 2008.

SELBACH, S. *et al.* **Ciências e Didática**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.

SELLTIZ; WRIGHTSMAN; COOK. **Métodos de pesquisa nas relações sociais: Delineamentos de pesquisa**. São Paulo: E.P.U.,1976.

SOUZA, Maria José Araújo. **Aplicações da Sequência Fedathi no ensino e aprendizagem da Geometria mediado por tecnologias digitais**. Tese (Doutorado)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza (CE), 2010.

SOUZA, A. E.; MORGADO, R. B. C. F.; PRETO, V. E. M.; RAUCH, R. B. **Metodologias Ativas de Aprendizagem no Ensino Superior de Tecnologia**. EDUCERE – Congresso Nacional de Educação V. 2015, Curitiba. Anais... [S.l.: s.n.], 2016.

TAROUCO, L. M. R. et al. **Formação de Professores para produção e uso de objetos de aprendizagem**. Disponível em [http://www.cinted.ufrgs.br/renote/jul2006/artigosrenote/a20\\_21173.pdf](http://www.cinted.ufrgs.br/renote/jul2006/artigosrenote/a20_21173.pdf). Acesso: 13 set. 2021.

THIESEN, Juarez Silva da. **A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem**. Revista Brasileira de Educação v. 13 n. 39 set - dez. Rio de Janeiro-RJ, 2008.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-Ação**. São Paulo: Cortez, 1985.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 2008.

VALENTE, J. A. Comunicação e a Educação baseada no uso das tecnologias digitais de informação e comunicação. **Revista UNIFESO – Humanas e Sociais**, Vol. 1, n. 1, 2014, pp. 141- 166.

VIANNA, D. M.; ARAÚJO, R. S. **Buscando Elementos na Internet para uma Nova Proposta Pedagógica**. In Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática. CARVALHO, A. M. P. (Org.). São Paulo: Cengage Learning, 2009.

VIEIRA. S. **Como Elaborar Questionários**. São Paulo: Atlas, 2009.

VIEIRA, R. D.; MELO, V. F; BERNARDO, J. R. R. O júri simulado como recurso didático para promover argumentações na formação de professores de física: o problema do gato. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências** (on-line). V.16, p. 203-226, 2014.

VOLPATO, G. Jogo e brinquedo: reflexões a partir da teoria crítica. **Educação e Sociedade**. vol.23, n.81, p. 217- 226, 2002.

WELTI, R. Concepciones de Estudiantes y Profesores Acerca de la Energía de las Ondas. **Enseñanza De Las Ciencias**, v.20, n. 2, p. 261-270, 2002.

ZABALA, Antoni. **A Prática Edicativa - Como ensinar**. Porto Alegre - RS: Artmed, 1998.

## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL

CURSO: ENSINO MÉDIO	SÉRIE:	SALA:	TURNO:
PROFESSOR(A): SANDRO A. PORTELA			
ALUNO(A):			
QUESTIONÁRIO INICIAL		DATA / /	

1. Para você, o que é uma onda? Como e onde ela pode ser gerada?

---

---

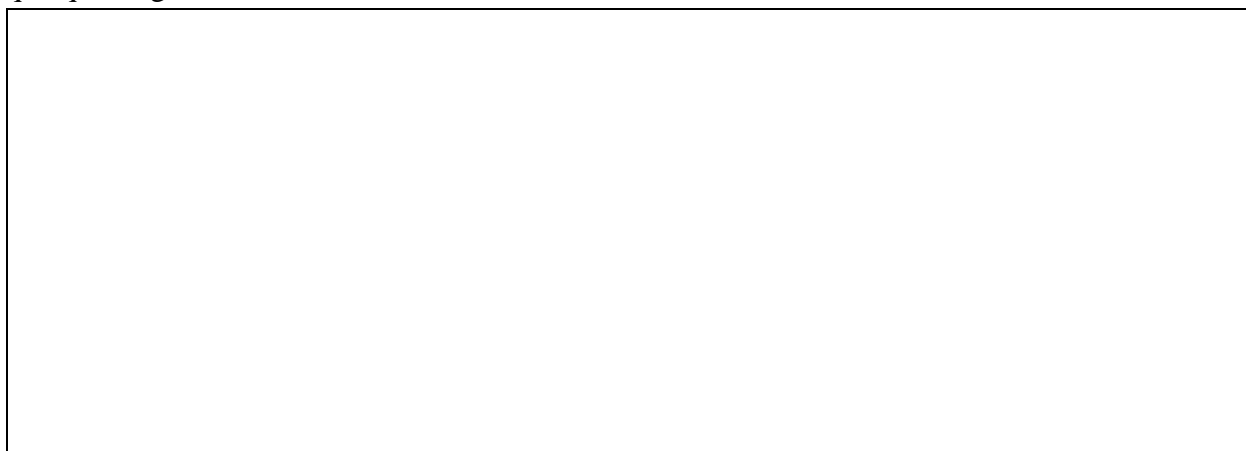
---

2. Com o que você relaciona o termo onda?

---

---

3. Utilizando dois pedaços de barbante, faça dois tipos de ondas diferentes. Desenhe um objeto qualquer logo no início de cada onda.



4. Imagine que esses objetos possam se movimentar ao longo dessas ondas, o que aconteceria com eles?

---

---

---

5. Comparando as formas das ondas feitas com os barbantes, quais características são possíveis de serem observadas?

---

---

---

## **APÊNDICE B – MAPA CONCEITUAL**

O mapa conceitual é uma estrutura gráfica que organiza ideias, conceitos e informações de modo esquematizado. Consiste numa ferramenta de estudo e aprendizagem, em que o conteúdo é classificado e hierarquizado de modo a auxiliar na compreensão do indivíduo que o analisa e em seguida apresente alguns exemplos (BUCHWEITZ; MOREIRA, 1987).

Assim, é um método de estudo que permite entender um conteúdo de maneira rápida e fácil por meio do uso de palavras-chave e gráficos interligados de forma estratégica ou cronológica. Assim, a ideia é o uso de uma combinação de conceitos e imagens que facilitem a fixação de determinado conteúdo. Para construir um mapa conceitual, processe as informações e filtre apenas o necessário, organize e conecte os conceitos, revise e refine os detalhes.

### **COMO FAZER UM MAPA CONCEITUAL?**

- 1. Comece com um tema ou ideia principal:**
- 2. Identifique os principais conceitos:**
- 3. Conecte os tópicos e subtópicos:**
- 4. Personalize e formate seu visual:**
- 5. Convide outras pessoas para colaborar no seu mapa conceitual.**



## APÊNDICE C – CURIOSIDADES

1. Por que a água do mar não fica azul quando colocada em uma garrafa pet?
2. Conchas soam como o oceano?
3. Porque o mar tem ondas e o Rio não?
4. Existem sons que não podemos ouvir?
5. Quem “ouve”? É o cérebro ou o ouvido?
6. Fones de ouvido são os mocinhos ou os grandes vilões da audição
7. Por que o celular tem que ser desligado ao embarcar no avião?

## APÊNDICE D – JÚRI SIMULADO

O júri simulado consiste numa dinâmica de grupo a ser utilizada, preferencialmente, quando se pretende abordar temas potencialmente geradores de polémicas. A prática simula um tribunal judiciário, em que os participantes têm funções predeterminadas. Os alunos serão divididos em três grupos: dois grupos de alunos de debatedores e uma equipe responsável pelo veredito (o júri popular) composta por 3 a 5 alunos. O papel da professora é o de coordenar a prática e apenas controlar o tempo para cada grupo defender sua tese e atacar a tese defendida pelo grupo oponente. O professor pode propor o tema ou pedir sugestões aos alunos. Ao final da prática, as questões lançadas pelos alunos poderão ser problematizadas pelo professor esclarecendo-as.

<b>ETAPAS</b>	<b>TEMPO</b>
Socializar as ideias nos grupos	10 min
Defesa da tese inicial	10 min (5 min para cada grupo)
Debate entre grupos	20 min
Considerações finais	10 min (5 min para cada grupo)
Veredito	5 min

**APÊNDICE E – CONCEITOS DA ONDULATÓRIA**

<b>GRUPO 1</b>	<b>GRUPO 2</b>	<b>GRUPO 3</b>	<b>GRUPO 4</b>	<b>GRUPO 5</b>
Conceito de onda; Características das ondas e propagação.	Reflexão e refração das ondas.	Difração e polarização das ondas.	Interferência das ondas.	Ondas sonoras.

## APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO FINAL

CURSO: ENSINO MÉDIO	SÉRIE:	SALA:	TURNO:
PROFESSOR(A): SANDRO A. PORTELA			
ALUNO(A):			
QUESTIONÁRIO FINAL		DATA / /	

**OBSERVAÇÃO:** Para cada item abaixo, atribua uma nota de 1 a 5 de acordo com seu grau de concordância, seguindo o código:

- Nota 1: Discordo totalmente;
- Nota 2: Discordo parcialmente;
- Nota 3: Não concordo, nem discordo;
- Nota 4: Concordo parcialmente;
- Nota 5: Concordo totalmente.

*Após avaliar os itens, efetue a soma das notas e escreva o resultado no quadro indicado.*

ITENS	QUESTÕES	NOTAS
1	Os conteúdos utilizados na SDI lhe permitiram compreender mais como os conceitos da Ondulatória estão presentes em nosso dia a dia?	
2	A aplicação da SDI nas aulas de Física lhe proporcionou uma aprendizagem mais agradável?	
3	O compartilhamento dos seus conhecimentos adquiridos através da aplicação da SDI, nas aulas de Física, com a diversificação das atividades, como os mapas conceituais, ABP, o júri simulado e os jogos didáticos contribuíram para ampliar sua aprendizagem na disciplina?	
4	Abordar temas de interesse coletivo como som, celular, internet é essencial para melhorar a qualidade das aulas de Física?	
5	As aulas de física lhe permitiu associar os conteúdos da Física com outras áreas do conhecimento?	
6	A utilização dessa metodologia se fez oportuna, pois não se baseia apenas nas aplicações de fórmulas matemáticas?	
7	As aulas de Física que utilizam apenas quadro e pincel são cansativas e pouco privilegiam a participação do aluno na construção do conhecimento?	
8	A SDI proporcionou o trabalho em equipe entre os alunos, cujo conhecimento produzido pôde ser compartilhado com a comunidade escolar?	
Soma	Escreva a soma das notas no quadro ao lado	

*Obrigado!*

## **APÊNDICE G - A IMPORTÂNCIA DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP)**

Na concepção de Barrows (1986), a ABP representa um método de aprendizagem que tem por base a utilização de problemas como ponto de partida para a aquisição e integração de novos conhecimentos promovendo uma aprendizagem transdisciplinar centrada no aluno, sendo o professor um facilitador do processo de produção do conhecimento. Nesse processo, os problemas são um estímulo para a aprendizagem e para o desenvolvimento das habilidades de pesquisa e resolução.

Na definição dada por Delisle (2000, p. 5), a ABP é “uma técnica de ensino que educa apresentando aos alunos uma situação que leva a um problema que tem de ser resolvido”. Lambros (2004), em uma definição muito semelhante à de Barrows (1986), afirma que a ABP é um método de ensino que se baseia na utilização de problemas como ponto inicial para adquirir novos conhecimentos construídos a partir de um exercício transdisciplinar de pesquisa.

Já Barell (2007) interpreta a ABP como a curiosidade que leva à ação de fazer perguntas diante das dúvidas e incertezas sobre os fenômenos complexos do mundo, dos saberes e da vida cotidiana. Ele esclarece que, nesse processo, os alunos são desafiados a comprometer-se na busca pelo conhecimento, por questionamentos e investigação, para dar respostas aos problemas identificados.

A ABP conduz o aluno para a aprendizagem. Nesse caminho, o aluno busca resolver problemas a partir da sua área de conhecimento e de outras áreas construindo uma teia de relações de saberes transdisciplinares, com o foco na aprendizagem, tendo em vista desempenhar um papel ativo no processo de investigação e construção do conhecimento investigado.

A ABP produz conhecimento individual e grupal, de forma cooperativa e sistemática, e utiliza técnicas de análise crítica, para a compreensão e resolução de problemas de forma significativa e em interação contínua com o professor promovendo a religação dos saberes, a aquisição de conhecimentos transdisciplinares, o desenvolvimento de habilidades, de competências e atitudes em todo processo de aprendizagem, além de favorecer a aplicação de seus princípios em outros contextos da vida do aluno.

O benefício da interação que a ABP promove é fundamental para alcançar o sucesso na sua aplicação. Isso porque ela é necessária em todos os sentidos: com o tema Ondulatória e com o contexto do tema estudado, a relação entre os saberes, a interação entre os alunos e o professor

tutor. A estrutura da ABP se constrói sobre essa base, visto que a interação e a re ligação dos saberes são a chave do processo de aprendizagem significativa.

A estrutura da ABP foi concebida justamente para que o aluno desenvolva habilidades e capacidades para proceder à investigação de forma transdisciplinar e sistemática; para aprender a trabalhar em grupo cooperativo e alcançar os resultados da pesquisa, de forma satisfatória, complementando sua aprendizagem.

## APÊNDICE H - JOGOS

Os jogos lúdicos são materiais que auxiliam o processo de ensino e aprendizagem. Atuam como um apoio indispensável para tais processos desde que favoreçam a construção do conhecimento dos alunos, estimulando o interesse nos conteúdos, participação e empenho.

Assim, os jogos são ferramentas que podem ser utilizadas para o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos, pois, são adequados a situações que podem ser empreendidos em diferentes possibilidades tendo como objetivo, o prazer de jogar.

Além do prazer de jogar, o jogo é significativo para a construção do conhecimento, da autonomia, da organização do pensamento, desenvolvendo habilidades e capacidades nos estudantes.

De acordo com Lopes (2001), é eficiente aprender por jogos e, isso é válido para todas as idades, desde o maternal até a fase adulta. O jogo, possui componentes do cotidiano e o envolvimento desperta o interesse do aprendiz, que se torna sujeito ativo do processo.

Para Cabrera e Salvi (2005), os recursos lúdicos influenciam naturalmente o ser humano, que apresentam uma tendência à ludicidade, desde criança até a idade adulta. Este fator é influenciado pelo fato destas atividades envolverem as esferas motoras, cognitivas e afetivas dos indivíduos e assim, o ser que brinca e joga é também um ser que age, sente, pensa, aprende e se desenvolve intelectual e socialmente.

Segundo Volpato (2002), os jogos ocuparam lugar importante nas mais diversas culturas. Embora não haja conhecimento sobre a origem dos jogos, diversas civilizações antigas o utilizavam, dentre as quais podemos citar os egípcios, os romanos e os maias. Naquela época aplicavam-nos com o intuito de ensinar normas, valores e padrões de vida.

Não é por ventura que se apreendem a qualificação da compreensão dos alunos que praticam a aprendizagem constituída com jogos. Há observações, críticas, reflexões e entendimentos que adquirem a perspectiva de que o ensinamento com jogos possui uma relevante contribuição para a compreensão. As práticas de jogos possibilitam aos estudantes, a interação social quer seja no espaço escolar ou não.

Os estudantes ficaram mais motivadas para superar obstáculos, tanto cognitivos quanto emocionais. Assim, os jogos proporcionaram o diálogo em que o andamento das aprendizagens dos alunos surge a partir de problematizações e construções do conhecimento.

O uso de jogos tem como utilidade fazer com que os alunos gostem de aprender através deste, a mudança da rotina é necessária para despertar a participação e o interesse do aluno envolvido. A aprendizagem através de jogos, é um benefício para a construção do interesse em

aprender. A possibilidade de trazer o jogo para dentro da escola é uma possibilidade de pensar a educação numa perspectiva criadora, autônoma, consciente.

Como afirma Friedmann (1996), através do jogo, não somente abre-se uma porta para o mundo social e para a cultura como se encontra uma rica possibilidade de incentivar o seu desenvolvimento.

O manuseio e construção dos jogos são algo que contribuem para o fortalecimento do interesse do aluno, pois, o projeto desenvolve maneiras, com que os estudantes também contribuam e participem da construção dos jogos. Como discorre Pereira (2009), um bom jogo educativo terá o seu sucesso tanto quanto ele conseguir equilibrar a questão pedagógica com o estímulo e o desafio aos jogadores.

Nesse sentido, os jogos são uma alternativa viável e interessante para aprimorar as relações entre professor – aluno – conhecimento, reconhecendo que estes podem proporcionar ao indivíduo um ambiente agradável, motivador, prazeroso e rico em possibilidades, que torna mais simples a aprendizagem de várias habilidades.

Outra importante vantagem no uso de atividades lúdicas é a tendência em motivar o aluno a participar espontaneamente na aula (PEDROSO, 2009). Acrescenta-se a isso, o auxílio do caráter lúdico no desenvolvimento da cooperação, da socialização e das relações afetivas, e a possibilidade de utilizar jogos didáticos, de modo a auxiliar os alunos na construção do conhecimento em qualquer área.



**APÊNDICE I- PRODUTO EDUCACIONAL**



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

**SBF**  
SOCIEDADE BRASILEIRA 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**

**SANDRO ALVARENGA PORTELA**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERATIVA COMO INSTRUMENTO PARA A**  
**APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DOS CONCEITOS DA FÍSICA**  
**ONDULATÓRIA**

**TERESINA**

**2022**

**SANDRO ALVARENGA PORTELA**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERATIVA COMO INSTRUMENTO PARA A  
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DOS CONCEITOS DA FÍSICA  
ONDULATÓRIA**

Produto educacional submetido ao programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Piauí (UFPI) no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título 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 Araújo

**TERESINA**

**2022**

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	114
<b>2 UTILIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERATIVA (SDI) PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA</b> .....	115
<b>2.1 Sequência Didática</b> .....	115
2.1.1 Sequência Didática Interativa (SDI).....	118
2.1.2 Sequência Didática Fedathi.....	119
<b>2.2 Perspectivas da aprendizagem significativa de Ausubel</b> .....	122
2.2.1 Organizadores prévios e mapas conceituais como meios facilitadores da aprendizagem significativa.....	127
<b>3 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DO PRODUTO EDUCACIONAL</b> .....	131
<b>3.1 Sequência Didática Interativa</b> .....	136
<b>4 DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS À CONSTRUÇÃO DE SUBSUNÇORES: análise e discussão dos resultados</b> .....	143

## INTRODUÇÃO

O produto Educacional foi desenvolvido para o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), da Universidade Federal do Piauí (UFPI), trata-se da Sequência Didática Interativa que aborda os conceitos da Ondulatória, foi aplicado em uma turma de segunda série do Ensino Médio, da escola C. E João Lisboa, localizada em Coroatá, Maranhão e foi o resultado da dissertação desenvolvida sob a orientação da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Hilda Mara Lopes Araújo, docente da Universidade Federal do Piauí.

Com a aplicação das etapas da SDI, o aluno se tornou protagonista no processo de construção de seu conhecimento. Sob mediação do professor, foi responsável pela sua trajetória de formação e pelos alcances dos seus objetivos, pelos quais foi capaz de auto-gerenciar e autogovernar seu processo de formação.

O objetivo desse modelo de ensino é incentivar que o aluno desenvolva a capacidade de absorção de conteúdos de maneira autônoma e participativa (MÓRAN, 2015).

Diante do exposto, para que os alunos sejam participativos no seu processo de aprender, eles precisam experimentar inúmeras novas possibilidades de mostrar sua iniciativa, assim, para avançar mais no conhecimento profundo, nas competências sociais, emocionais, cognitivas, psicomotoras e em novas práticas (MÓRAN, 2015).

Nesse sentido, através da SDI foi proporcionado novos caminhos para que os alunos aprendam ativamente a partir de problemas reais (ABP), de jogos, atividades, leituras, mapas conceituais, júri simulado como também trabalhos individuais ou trabalhos em grupo de modo que o estudo da Ondulatória não fosse tratado de forma tecnicista, em que poucos livros trazem as aplicações e relações desse conteúdo na vida das pessoas.

No que concerne ao estudo da Ondulatória, trata-se do ramo da Física onde são estudados os fenômenos que envolvem as Ondas. Segundo Feynman (2008), estes fenômenos aparecem em muitos contextos, em todas as áreas da Física, possuindo uma aplicação ampla no dia a dia das pessoas, e sendo de extrema importância para o desenvolvimento da sociedade moderna.

Dessa forma, seu estudo é fundamental para a formação dos estudantes, não apenas por ser uma das áreas mais cobradas atualmente pelo Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), mas, também, por possibilitar uma melhor compreensão dos estudantes quanto a fenômenos ligados a Acústica, em que são estudados os fenômenos do som, e a Óptica, que estuda o comportamento da luz, e na preparação dos mesmos como futuros cidadãos, conhecedores da natureza do meio em que estão inseridos, assim como para a formação de novos cientistas.

A iniciativa para a produção dos jogos didáticos partiu da necessidade de estimular a leitura, a produção escrita, motivação, interesse, a atenção e a difusão de conhecimento no contexto do ensino e aprendizagem da disciplina de Física no Ensino Médio.

É possível destacar a existência de vários benefícios para os alunos com a utilização desses jogos, pois os alunos podem adquirir maior autonomia, desenvolver confiança, enxergar o aprendizado como algo tranquilo, divertido tornarem-se aptos a resolver problemas e transformarem-se em protagonistas do seu aprendizado.

Assim, a aprendizagem é mais significativa quando motivamos os alunos intimamente, quando eles encontram sentido nas atividades que propomos, quando consultamos suas motivações profundas, quando se engajam em projetos em que trazem contribuições, quando há diálogo sobre as atividades e a forma de realizá-las.

## **2 UTILIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERATIVA (SDI) PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Nesta seção trataremos de conceituar Sequência Didática Interativa (SDI) na perspectiva de autores como Zabala (1998), Oliveira (2013), e apresentar contribuições desta estratégia no processo de ensino e aprendizagem dos alunos, além de uma abordagem geral da Teoria da Aprendizagem Significativa formulada por David Paul Ausubel, destacando suas implicações do processo de ensino e aprendizagem para a aplicação da SDI que propiciasse a compreensão, a motivação e o interesse dos conceitos da Ondulatória pelos alunos da 2.<sup>a</sup> série do Ensino Médio.

### **2.1 Sequência Didática**

As Sequências Didáticas são um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, com um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos (ZABALA,1998)

As Sequências Didáticas contribuem com a consolidação de conhecimentos que estão em fase de construção e permite que progressivamente novas aquisições sejam possíveis, pois a organização dessas atividades prevê uma progressão modular, a partir do levantamento dos conhecimentos que os alunos já possuem sobre um determinado assunto.

Conforme preceitua Brasil (2012), as sequências são uma ferramenta muito importante para a construção do conhecimento, pois, 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.

Assim, a SDI produzida foi composta por várias atividades encadeadas de questionamentos, atitudes, procedimentos e ações que os alunos executaram com a mediação do professor.

A sequência, módulo ou unidade didática vem sendo tema de interesse da área de Educação há bastante tempo. Inicialmente a preocupação com o tema se dava no contexto do planejamento do ensino, como podemos observar nos trabalhos de Cruz (1976), Matos (1971) e Castro (1976).

A Sequência Didática (SD) se enquadra no plano da unidade didática, que, segundo Matos (1971), seria equivalente a um curso em miniatura. Castro (1976), defende a adoção desse formato por acreditar que a aprendizagem por unidades atende às necessidades do estudante de maneira mais efetiva. Opõe-se a que ele seja uma sucessão de aulas, tarefas e provas, referentes a informações esparsas, isoladas ou estanques.

Autores mais recentes ainda se preocupam com o tema no contexto do planejamento e avaliação do ensino. Zabala (1998) conceitua a Sequência Didática, como um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais com um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos.

Zabala (1998), defende que a identificação das fases, atividades e relações estabelecidas em uma SD devem servir para a compreensão de seu valor educacional, bem como das mudanças e inserção de atividades que melhorem a SD.

Segundo Oliveira (2013), Sequência Didática começa a ser utilizada na França na década de 1980 com o objetivo de melhorar o ensino da língua materna, como proposta inovadora para implantar um ensino integrado e interconectado. No início teve resistência, mas depois muitos estudiosos da didática do ensino começaram a analisar tal procedimento e implementar pesquisas sobre os resultados produzidos com a utilização de Sequências Didáticas no ensino da língua francesa.

Para Oliveira (2013), Sequencia Didática é um procedimento simples que compreende um conjunto de atividades conectadas entre si, e prescinde de um planejamento para delimitação de cada etapa e/ou atividade para trabalhar os conteúdos disciplinares de forma integrada para uma melhor dinâmica no processo ensino e aprendizagem.

Ainda segundo Oliveira (2013), a elaboração da Sequência Didática prescinde dos seguintes passos básicos: escolha do tema a ser trabalhado; questionamentos para a escolha do tema a ser trabalhado; planejamento dos conteúdos; objetivos a serem atingidos no processo ensino e aprendizagem; delimitação da sequência de atividades, levando-se em consideração a organização dos estudantes, material didático, cronograma, integração entre cada atividade e etapas e avaliação dos resultados. Afirmamos que, em nosso Produto Educacional, inspiramos-nos nesta perspectiva de SD organizada pelo autor com o objetivo de promover a interação, a reflexão, os questionamentos para se obter evidências de uma aprendizagem significativa.

A Sequência Didática é um procedimento para a sistematização do processo ensino e aprendizagem, sendo de fundamental importância a efetiva participação dos alunos. Essa participação vai desde o planejamento inicial informando aos alunos o real objetivo da Sequência Didática no contexto da sala de aula, até o final da sequência para avaliar e informar os resultados.

Kobashigawa (2008), defende que Sequência Didática é o conjunto de atividades, intervenções e estratégias planejadas pelo professor afim de que o entendimento do conteúdo proposto seja alcançado pelos estudantes.

Na visão de Zabala (1998), das diferentes variáveis que configuram as propostas metodológicas, a Sequência Didática é aquela que é determinada pela série ordenada e articulada de atividades. Não só pelas atividades, mas também sua maneira de se articular são traços diferenciais que determinam a especificidade de uma proposta didática.

Para Zabala (1998), os diferentes conteúdos que apresentamos aos estudantes exigem esforços e ajudas específicas. Nem tudo se aprende do mesmo modo, no mesmo tempo nem com o mesmo tipo de situação. É necessário aos professores o discernimento entre o que pode ser apenas mais uma unidade didática a ser trabalhada normalmente e aquela que merece uma atenção especial e de forma prioritária, ou seja, o professor deve dispor de critérios que nos permitem considerar o que é mais conveniente em um dado momento para determinarmos objetivos a partir da convicção de que nem tudo tem o mesmo valor, nem vale para satisfazer as mesmas finalidades. Utilizar estes critérios para analisar a prática pedagógica e, se convém, para orientá-la em algum sentido, pode representar, em princípio, um esforço adicional, mas pode evitar perplexidades e confusões posteriores.

As Sequências Didáticas permitem uma série de oportunidades comunicativas. As relações que são estabelecidas a partir das atividades definem os diferentes papéis dos professores e estudantes. Para Zabala (1998), a participação dos alunos no processo de ensino e aprendizagem é algo que discutimos desde os princípios do século XX. A perspectiva

chamada “tradicional” atribui aos professores o papel de transmissores únicos de conhecimentos, enquanto os alunos devem interiorizar o conhecimento tal como lhe é apresentado.

Nesse sentido, Zabala (1998) afirma que ensinar envolve estabelecer uma série de relações que devem conduzir à elaboração, por parte do estudante, de representações pessoais sobre o conteúdo objeto de aprendizagem. Nessa perspectiva, parece mais adequada uma relação que favoreça as interações nos deferentes níveis: em relação ao grupo-classe; em relação aos grupos de alunos; interações individuais. Salientamos que toda proposta de ensino é carregada de intencionalidade e esta deve estar clara para o professor desde a elaboração das tarefas/atividades até a devolutiva junto aos estudantes dos seus resultados. Essas intenções educativas abrangem três dimensões: dimensão conceitual - o que se deve saber?; dimensão procedimental - o que se deve saber fazer?; dimensão atitudinal - como se deve ser? (Zabala, 1998).

Zabala (1998) reconhece que existem os diferentes tipos de Sequências Didáticas. Não fornece uma receita pronta para a sua construção e afirma que não é possível definir se uma é melhor ou pior que a outra, mas é importante reconhecer as possibilidades e carências de cada uma, dependendo do tipo de conteúdo a ser desenvolvido (conceitual, procedimental ou atitudinal).

### 2.1.1 Sequência Didática Interativa (SDI)

Oliveira (2013) também se posiciona em relação as metodologias que têm foco no desenvolvimento de sequências didáticas ao trabalhar com a Sequência Didática Interativa (SDI), a conceituando da seguinte maneira: A sequência didática interativa é uma proposta didático-metodológica que desenvolve uma série de atividades, tendo como ponto de partida a aplicação do círculo hermenêutico-dialético para identificação de conceitos/definições, que subsidiam os componentes curriculares (temas), e, que são associados de forma interativa com teoria (s) de aprendizagem e/ou propostas pedagógicas e metodologias, visando à construção de novos conhecimentos e saberes.

Nesse sentido, Oliveira (2013) sugere que a aplicação da SDI considere os seguintes passos: 1. Primeiro momento: sequência de atividades. Nessa etapa será necessário definir o tema a ser trabalhado; solicitar aos estudantes que escrevam o que entendem sobre ele; formar grupos e solicitar que os alunos façam uma síntese dos conceitos, formando uma só frase ou definição e, por fim, escolher um representante de cada grupo para que apresente sua definição



e, a partir de cada uma delas, construir uma definição geral, dada pelo grupo. 2. Segundo bloco de atividades. Aqui será o momento do embasamento teórico do tema, que se dará por uma exposição oral do professor, apoiado em livros e textos, tendo a liberdade de escolher a teoria de aprendizagem, metodologias de ensino e os recursos didáticos necessários.

Após essa fase o professor poderá escolher uma determinada atividade para o fechamento do tema, sendo sugerida a construção de um novo conhecimento e saber. A sondagem inicial é muito importante, uma vez que é nesse momento que é possível notar o que o estudante já possui de conhecimento ao longo de suas experiências e usar isso para a sistematização dos saberes pré-estabelecidos e a construção de um novo olhar a respeito do assunto, além de possibilitar uma interação maior entre todos os envolvidos no processo.

O aporte teórico da SDI é a Teoria das Situações Didáticas, desenvolvida por Guy Brousseau (1996), em que, o objeto de estudo da didática da Física, que implica em um processo de aprendizagem no qual se encontra envolvido professor e estudante, é chamado de situação didática.

Para que de fato exista uma situação didática é necessário que o professor seja criativo e, a partir de uma situação real, procure trabalhar um conhecimento e/ou saber físico por meio da realização de um jogo educativo, e/ou utilização de diversos objetos que auxiliam na construção de novos conhecimentos.

Uma “situação” é um modelo de interação de um sujeito com um meio determinado. O recurso de que esse sujeito dispõe para alcançar ou conservar um estado favorável nesse meio é um leque de decisões que dependem do emprego de um conhecimento preciso. Consideramos o “meio” como subsistema autônomo, antagônico ao sujeito (BROSSEAU,2008).

Nota-se que a proposição de uma SDI está alicerçada em teorias da aprendizagem que colocam o estudante como protagonista de sua aprendizagem. Nesse sentido, ele tende a ser a parte mais importante do processo de ensino e aprendizagem. É o estudante que fará descobertas, análises e chegará a uma conceituação a respeito do saber estudado.

### 2.1.2 Sequência Didática Fedathi

Para exemplificar outra Sequência Didática passível de ser desenvolvida no ambiente escolar, podemos citar a Sequência Fedathi, apresentada em 1996, no trabalho de Pós-Doutorado do Prof. Dr. Hermínio Borges Neto, da UFC, na Universidade de Paris.

Borges Neto (2001), ressalta que uma das características importantes na aplicação da Sequência Fedathi é a realização, de forma sequencial, de todas as suas etapas, destacando que só assim se podem produzir os resultados esperados na aprendizagem.

Assim como Zabala (1998) e Oliveira (2013), a Sequência Didática (Sequência Fedathi) proposta por Borges Neto (2001) coloca o estudante como protagonista ativo na construção do saber.

A Sequência Fedathi é composta por quatro etapas sequenciais e interdependentes, assim denominadas: Tomada de Posição, Maturação, Solução e Prova. Para Borges Neto (2001), o estudante reproduz ativamente os estádios que a humanidade percorreu para compreender os ensinamentos físicos, sem que, para isso, necessite dos mesmos milênios que a história consumiu para chegar ao momento atual.

Apresentaremos, a seguir, a forma com que Souza (2010) detalhou as etapas da Sequência Fedathi, onde é possível perceber as particularidades de cada uma. 1) Tomada de posição: apresentação do problema Souza (2010), afirma que nessa etapa o professor exhibe o problema para o aluno, partindo de uma situação generalizável, ou seja, de uma circunstância possível de ser abstraída de seu contexto particular, para um modelo físico genérico.

Segundo Souza (2010), para uma melhor compreensão e acessibilidade aos estudantes, inicialmente o professor deve deixar de lado as especificidades da comunicação física, ou seja, as manipulações algébricas e os algoritmos são trabalhados após a apresentação de uma situação problema e a tentativa de resolução pelos estudantes.

Além disso, o professor deve preparar o ambiente, conquistar, orientar e preparar os estudantes. Assim, reforça ainda mais a importância do planejamento como um grande aliado para conduzir a gestão das aulas. 2) Maturação: compreensão e identificação das variáveis envolvidas no problema.

Para Souza (2010), esta etapa é destinada à discussão entre o professor e os estudantes a respeito da situação-problema apresentada; os estudantes devem buscar a compreensão do problema e tentar identificar os possíveis caminhos que possam levá-lo a uma solução. Feito isso, deverão identificar quais os dados contidos no problema, qual a relação entre eles e o que está sendo solicitado pela atividade.

Nessa etapa a interação entre o professor e os estudantes é de suma importância. Nela, em decorrência das tentativas e solução e das abordagens tentadas pelos estudantes, surgem as dúvidas e os questionamentos por parte dos estudantes, o que é absolutamente normal e esperado.

As dúvidas surgem inicialmente por parte dos estudantes, geralmente logo no início da resolução de problema, quando eles se debruçam sobre ele tentando encontrar um caminho que os conduzam à solução.

As reflexões surgem, geralmente, depois que os estudantes chegam à solução, quando se perguntam, por exemplo, se a solução de fato é aquela. As hipóteses aparecem quando os estudantes buscam os caminhos para constatar ou testar se suas respostas estão realmente corretas.

Ao professor cabe as perguntas esclarecedoras, que são aquelas que têm o objetivo de verificar o que e como os estudantes estão entendendo sobre o que está sendo apresentado. O professor também faz perguntas estimuladoras. Estas levam o estudante a fazer descobertas.

Em seguida faz perguntas orientadoras, que são aquelas em que o professor leva o estudante a tentar estabelecer compreensões e relações entre o problema e o caminho a seguir para chegar à solução (SOUZA, 2010). 3) Solução: representação e organização de esquemas/modelos que visem à solução do problema Souza (2010) afirma que nessa etapa os estudantes deverão organizar e apresentar modelos que possam conduzi-los a encontrar o que está sendo solicitado pelo problema.

Nessa construção de conhecimentos, o professor tem o papel de mediador, pois discutirá com o grupo as soluções encontradas e, juntos, decidirão qual delas é a mais adequada para resolver o problema proposto.

Para que tudo isso ocorra, é necessário que o professor detenha um bom domínio acerca dos conceitos que está ali trabalhando, ao passo que saiba usar elementos da didática geral e didática da matemática. 4) Prova: apresentação a formulação do modelo físico a ser ensinado Souza (2010), afirma que é nessa etapa que o novo saber deverá ser compreendido e assimilado pelo estudante, levando-o a perceber que, com base nele, será possível deduzir outros modelos simples e específicos. Além de manter a atenção e a motivação dos estudantes, terá que fazer uma conexão entre o modelo apresentado e o modelo matemático científico a ser aprendido.

A quarta etapa constitui a finalização do processo, que levará o estudante a elaborar um modelo geral do conhecimento em questão. É nessa fase do desenvolvimento da sequência que é feita a avaliação, podendo ser feita por vários meios, desde que permita ao professor a verificação da apreensão de modo geral feita pelos estudantes. A Sequência Fedathi propicia uma interação proveitosa do ponto de vista científico para estudantes e professores.

Notamos que Zabala (1998), ao defender o uso de Sequências Didáticas e Oliveira (2013) ao propor trabalhos com SDI e Borges Neto (2001), com as experimentações da Sequência Fedathi não negam as ideias uns dos outros.

Pelo contrário, é possível perceber que há uma conexão entre os três autores, uma vez que em todas elas o estudante possui papel ativo e o professor é o organizador e o articulador das atividades.

Zabala (1998) também defende a ideia de que o professor poderá se utilizar de uma vasta diversidade de estratégias na estruturação de suas intenções educacionais. A posição do professor poderá ser de alguém que desafia; às vezes dirige; outras vezes propõe e compara, uma vez que os estudantes e as situações que têm que aprender são diferentes.

As atividades que fazem parte dessa sequência foram ordenadas de maneira a aprofundar o tema que foi estudado e variadas em termos de estratégia: leituras, escrita, mapas conceituais (vide apêndice B), aula dialogada, vídeos, roda de conversa, Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) (vide apêndice G), júri simulado (vide apêndice D), jogos (vide apêndice H). Assim o tema foi tratado durante um conjunto de aulas de modo que o aluno se aprofundasse e se apropriasse dos temas desenvolvidos.

No contexto desta pesquisa, inspiramo-nos no modelo de Sequência Didática Interativa (OLIVEIRA, 2013) porquanto essa perspectiva ancora-se na aplicação do círculo hermenêutico-dialético pelo qual é possível identificar conceitos que subsidiam os temas, no caso particular deste estudo, o conceito Ondulatória desenvolvido sob a perspectiva de David Ausubel como estratégia para mediar o processo de ensino e aprendizagem dos alunos do segundo ano do Ensino Médio.

## **2.2 Perspectivas da aprendizagem significativa de Ausubel**

A teoria de Ausubel focaliza na aprendizagem humana, sobretudo que ocorre no contexto escolar. Desse modo, a designação Teoria da Aprendizagem Significativa identifica as proposições sobre o ensino e aprendizagem escolar formulada por esse psicólogo norte-americano e crítica à aplicação mecânica dos resultados obtidos. Assim, o uso da SDI incentivaram os alunos em um aprendizado crítico, reflexivo, motivacional e cheio de significados.

As formulações de Ausubel inserem-se entre as primeiras propostas psicoeducativas, que adotam a perspectiva cognitiva como marco de referência. Como um fiel cognitivista propõe um modelo teórico que compreende e explica a aprendizagem considerando a estrutura cognitiva como principal fator que influencia a aprendizagem e no reconhecimento da relevância que os processos mentais têm nesse desenvolvimento baseando-se na premissa que a mente humana apesar de bastante complexa apresenta uma organização cognitiva interna e uma hierarquia de conhecimentos de caráter conceitual.

O movimento cognitivista surge 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 no 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 [...]”.

Diante do exposto, Ausubel propõe um modelo teórico que compreende e explica a aprendizagem humana como um processo que ocorre a modificação do conhecimento em um sentido externo e observável, reconhecendo assim a importância que os processos mentais têm nesse desenvolvimento (SALVADOR, et al. 2000). Ele considera que a estrutura cognitiva existente é o principal fator que influencia a aprendizagem.

Nessa perspectiva, para Moreira (2006), existem três tipos gerais de aprendizagem: a cognitiva, a afetiva e a psicomotora. Dentre as três, para Ausubel 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.

Portanto, a aplicação da SDI aos alunos valorizou a estrutura cognitiva do aprendiz, com conceitos físicos que tiveram relação e significado relevante com aquilo que o aprendiz detém de conhecimento prévio, para tal deve-se estudar com mais profundidade o que Ausubel chama de aprendizagem significativa.

Conforme Ausubel (1980), toda a psicologia educacional poderia ser reduzida a um só princípio, aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra isto e ensine-o de acordo. Fica claro, sendo extremamente necessário para ocorrer a aprendizagem significativa a articulação entre o material a ser aprendido e os conhecimentos previamente adquiridos pelo aluno que existem na sua estrutura cognitiva e, para isso, foi utilizado um questionário inicial para identificar os conhecimentos prévios dos alunos acerca do tema Ondulatória. De acordo com Moreira (2006):

A aprendizagem significativa é um processo pelo qual a informação se relaciona, de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de ‘conceito subsunçor’ ou, simplesmente ‘subsunçor’, existente na estrutura cognitiva de quem aprende.

O conceito central da teoria de Ausubel é a aprendizagem significativa, entendida como um processo em que as novas informações ou novos conhecimentos interagem com um aspecto relevante existente na estrutura cognitiva do aluno, sendo o fator mais importante da aprendizagem o conhecimento prévio do aluno.

Neste processo, a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de ‘conceito subsunçor’ ou, simplesmente ‘subsunçor’, existente na estrutura cognitiva de quem aprende.

Face o exposto, o "subsunçor" é um conceito, uma ideia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva, capaz de servir de "âncora" a uma nova informação de modo que esta adquira, assim, significado para o indivíduo (MOREIRA, 2009).

Essa nova informação torna-se um subsunçor para gerar novos significados para estrutura cognitiva do ser que aprende. Aqui, Ausubel vê uma hierarquia conceitual em que elementos de conceitos mais específicos estão ligados a conceitos mais gerais.

Assim, a nova informação ‘ancora-se’ em conceitos relevantes (subsunçores) preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionam, dessa forma, como ponto de ancoragem às primeiras. Entretanto, a experiência cognitiva não se restringe à influência direta dos conceitos já aprendidos significativamente sobre componentes da nova aprendizagem, mas abrange também modificações significativas em atributos relevantes da estrutura cognitiva pela influência do novo material (MOREIRA, 2006).

Há um processo de interação através do qual conceitos mais relevantes e inclusivos interagem com o novo material servindo de ancoradouro, incorporando-o e assimilando-o, porém, em simultâneo, modificando-se em função dessa ancoragem (MOREIRA, 2009).

O conhecimento significativo é o produto de um processo psicológico cognitivo (“saber”) que envolve a interação entre ideias “logicamente” (culturalmente) significativas, ideias anteriores (“ancoradas”) relevantes da estrutura cognitiva particular do aprendiz (ou estrutura dos conhecimentos deste) e o “mecanismo” mental do mesmo para aprender de forma significativa ou para adquirir e reter conhecimentos (AUSUBEL, 1980).

No tema Ondulatória, por exemplo, se o conceito de comprimento de onda já existir na estrutura cognitiva do aprendiz, ele serve de subsunçor para novas informações referentes a esses conceitos, assim como o conceito de frequência e período, que leva a outro conceito, o da velocidade de propagação de uma onda.

O processo de “ancoragem” da nova informação resulta em modificação do subsunçor anterior, que dependendo da frequência com que ocorre a aprendizagem significativa, pode ter subsunçores desenvolvidos ou pouco abrangentes. A aprendizagem significativa envolve a construção de novos significados e para Ausubel segundo Tavares (2016) são necessárias três condições:

- a) O material instrucional com conteúdo estruturado de maneira lógica;

- b) A existência na estrutura cognitiva do aprendiz conhecimento relacionável com o novo conteúdo;
- c) A vontade e disposição do aprendiz de relacionar o novo com aquilo que ele já sabe.

A Sequência Didática, visou atingir as três principais necessidades apontadas por Ausubel para se adquirir uma aprendizagem realmente significativa, assim a utilização dessa metodologia tendeu a facilitar o aprendizado dos conceitos da Ondulatória por meio do entretenimento, diversão, motivação considerando o que o aprendiz tem de conhecimento prévio a respeito desses conceitos, despertando no aluno interesse pela Física.

Nesse íterim, Ausubel, Novak e Hanesian (1980) ressaltam que não é possível classificar tipos diferentes de aprendizagem sob um único modelo explicativo e propõem dois eixos da aprendizagem escolar: aprendizagem receptiva, aprendizagem por descoberta, aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa.

Na aprendizagem por recepção, os conteúdos são apresentados na forma final, sem envolver descoberta por parte do aluno, enquanto na aprendizagem por descoberta os conteúdos a serem aprendidos devem ser descobertos pelo aprendiz antes de serem incorporados à sua estrutura cognitiva.

No segundo eixo, a aprendizagem mecânica ou automática, as novas informações contêm 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 Aprendizagem Mecânica não são dicotômicas, e sim contínuas. A aprendizagem mecânica no 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.

Logo, na aprendizagem mecânica não há retenção de conhecimento, mas apenas a transferência deste. Além disso, embora a aprendizagem significativa deva ser preferida à mecânica por facilitar a aquisição de significados, a retenção e a transferência de aprendizagem, pode ocorrer e, de acordo com Moreira (2009), em certas situações, a aprendizagem mecânica seja desejável ou necessária: por exemplo, em uma fase inicial da aquisição de um novo corpo de conhecimento.

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 tema Ondulatória, 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.

Novak (1980, p.61) destaca quatro vantagens da aprendizagem significativa sobre a aprendizagem mecânica:

- a) Os conhecimentos adquiridos ficam retidos por um período maior de tempo;
- b) As informações assimiladas resultam num aumento da diferenciação de ideias que serviram de âncoras, aumentando, assim a capacidade de uma maior facilitação da subsequente aprendizagem de materiais relacionados;
- c) As informações esquecidas após a assimilação ainda deixam um efeito residual no conceito assimilado e, na verdade, em todo o quadro de conceitos relacionados;
- d) As informações apreendidas significativamente podem ser aplicadas numa enorme variedade de novos problemas e conceitos.

A aprendizagem significativa ocorre quando um novo conteúdo se relaciona com aquele adquirido. De acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1980), o resultado dessa interação, que ocorre entre o novo material e a estrutura cognitiva existente, é a assimilação dos significados velhos e novos, dando origem a uma estrutura mais altamente diferenciada.

Uma vez explicitado o significado da aprendizagem significativa as suas características básicas, Ausubel evidencia três categorias de aprendizagem significativa: representacional, de conceitos e proposicional.

A aprendizagem representacional, refere-se ao significado de palavras ou símbolos unitários. Esse é o tipo de aprendizagem significativa mais básico ao qual os demais aprendizados significativos estão subordinados. Por exemplo, quando o aluno aprender o significado de uma palavra isolada “onda”, implica aprender o que ela representa.

Face o exposto, na aprendizagem de conceitos tem como ponto de partida a aprendizagem representacional, pois os conceitos são também representados por símbolos particulares. No caso do exemplo anterior, diz-se que o sujeito aprendeu o conceito de onda quando ele pode fazer duas operações de pensamento, a abstração e a generalização.

A aprendizagem proposicional consiste em aprender o significado de ideias em forma de proposição e não o que palavras isoladas ou combinadas representam. Assim, a aprendizagem significativa proposicional é mais complexa do que as aprendizagens



representacional e conceitual, haja vista que as representações e conceitos podem servir como subsunçores na aprendizagem de proposições.

### 2.2.1 Organizadores prévios e mapas conceituais como meios facilitadores da aprendizagem significativa

Os organizadores prévios são materiais introdutórios de maior nível de abstração, generalidade e inclusividade do que o novo material que vai ser aprendido, sendo, portanto, introduzidos antes do próprio material de aprendizagem e distintos de sumários apresentados no mesmo nível de generalidade (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Assim, a SDI fez uso desses organizadores prévios para preencher o espaço entre aquilo que o aprendiz conhece e o que precisa conhecer, preparando-o para aprender significamente o tema Ondulatória.

Os organizadores prévios podem ser de dois tipos: expositivo e comparativo. O organizador expositivo tem uma relação de superordenação com o novo conteúdo a ser aprendido e oferece âncoras em termos familiares ao aprendiz, no que lhe concerne; o organizador comparativo ressalta as semelhanças e diferenças entre o conteúdo a ser aprendido e aquele já disponível na estrutura cognitiva do aluno.

Para favorecer a aprendizagem do aluno, o professor pode utilizar instrumentos didáticos como os mapas conceituais, pois, de acordo com Moreira e Buchweitz (1987, p. 9), “[...] mapas conceituais são diagramas hierárquicos indicando os conceitos e as relações entre os conceitos [...]” e podem ser utilizados como instrumentos de ensino e/ou aprendizagem.

De acordo com Moreira e Buchweitz (1987) e Moreira (2006), os mapas conceituais oferecem várias vantagens, destacam a estrutura conceitual de uma disciplina e o papel dos sistemas conceituais no seu desenvolvimento, evidenciam que os conceitos de uma dada disciplina diferem quanto ao grau de inclusividade e generalidade apresentando esses conceitos em uma ordem hierárquica de inclusividade que facilita a sua aprendizagem e retenção promovendo uma visão integrada do assunto.

### **Figura 1 – Mapa conceitual sobre Ondas**



**Fonte:** Dia a Dia Educação. Disponível em:

<http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=78>

A utilização desse mapa conceitual em sala de aula favoreceu a aprendizagem significativa à medida que enfatizou o sentido de unidade, a articulação, a hierarquização dos conhecimentos sobre o conceito Ondas e explicitaram as relações de subordinação e superordenação que afetaram a aprendizagem conceitual.

Diante do exposto, mesmo com todo cuidado por parte do professor, é necessário considerar que além da influência substantiva de conceitos unificados e programática de métodos adequados, podemos ter a influência de fatores externos que não podem ser controlados, tais como o meio social, ambiental, o poder econômico e a política educacional, nas palavras de Lemos (2011), não se pode negligenciar que existem influências que delimitam ou limitam o poder de decisão e atuação do docente.

Tal fato nos leva a questionar até onde vai a autonomia do professor e, a considerar que a natureza (política, econômica, social e ambiental) do contexto poderia ser tomada como uma terceira condição a influenciar a organização do material potencialmente significativo. Um professor, por melhor preparado que seja dificilmente conseguirá desenvolver um bom trabalho se os fatores macroestruturais não contribuírem para isso.

Em suma, objetivamos nessa seção mostrar a relevância da Sequência Didática Interativa para a aprendizagem significativa e os pressupostos teóricos desta, na perspectiva de David Paul Ausubel e como a SDI é uma alternativa que desperta o interesse, a motivação do aluno pela leitura e como o uso dessa ferramenta pode facilitar o aprendizado do mesmo. Na seção seguinte discorreremos acerca dos conceitos da Ondulatória e a importância desses temas para a formação crítica e reflexiva do alunado.

### 3 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DO PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional, a SDI foi aplicada na 2.<sup>a</sup> série do Ensino Médio composta por 23 alunos. A SDI foi dividida em 7 (sete) etapas e cada etapa correspondia a duas aulas, em um total de 90 (noventa) minutos, esses encontros ocorrerão às quartas-feiras, nos dois primeiros horários, iniciando no dia 6 (seis) de outubro até o dia 17 (dezesete) de novembro de 2021. Antes do início da pesquisa os alunos assinaram o Termo de consentimento livre e esclarecido (vide anexo A).

Após a aplicação das etapas propostas da SDI e a coleta de resultados, o produto educacional foi avaliado e feito as devidas melhoras para que realmente seja uma alternativa para uma aprendizagem potencialmente significativa dos alunos. Segue abaixo o detalhamento das etapas.

#### QUADRO RESUMO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERATIVA (SDI)

<b>SDI</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>CONTEÚDOS</b>	<b>ESTRATÉGIAS</b>	<b>AValiação</b>
<b>ETAPA 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar os conhecimentos prévios dos alunos por meio de questionários;</li> <li>- Discutir os conhecimentos prévios e o conceito de onda por meio de roda de conversa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introdução sobre o estudo de Ondas;</li> <li>- Partes de uma onda;</li> <li>- Período e frequência;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicação do questionário inicial</li> <li>- Roda de Conversa</li> </ul>	Ocorreu por meio de roda de conversa para apreensão dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o conceito de Onda.
<b>ETAPA 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construir mapas conceituais sobre Ondas, mediado pelo professor;</li> <li>- Compreender o conceito científico de Onda, considerando a Aprendizagem Significativa em David Ausubel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Equação Fundamental da Ondulatória;</li> <li>- Classificação de uma onda quanto à direção de propagação:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ondas unidimensionais, bidimensionais e tridimensionais;</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construção de mapas conceituais</li> </ul>	Ocorreu por meio da produção dos mapas conceituais e da discussão sobre o tema Ondas na perspectiva da aprendizagem significativa em Ausubel.

		- A natureza da onda.		
<b>ETAPA 3</b>	- Implementar a ABP; - Apresentar as curiosidades e problemas do cotidiano dos alunos sobre Ondas.	- Fenômenos ondulatórios: Reflexão; Refração; Difração, Interferência, Polarização.	- Curiosidades do cotidiano dos alunos; - Discussão sobre os problemas apresentados.	Através da participação dos alunos e da discussão sobre os problemas apresentados.
<b>ETAPA 4</b>	- Aplicar o júri simulado;	- Luz; - Ondas; - Fenômenos ondulatórios.	- Júri simulado.	Através da participação dos alunos, da discussão das ideias, da argumentação e reflexão acerca do tema proposto para o júri simulado.
<b>ETAPA 5</b>	- Produzir jogos didáticos; - Estimular a criatividade;	- Conceitos da Ondulatória.	- Produção dos jogos didáticos.	Através da confecção dos jogos didáticos, da interação entre os alunos.
<b>ETAPA 6</b>	- Jogar os jogos produzidos pelos grupos; - Discutir as vantagens e desvantagens dos jogos para aprendizagem significativa dos conceitos da Ondulatória.	- Conceitos da Ondulatória.	- Jogos didáticos.	- Através da participação dos alunos, domínio de conteúdo e interação entre eles.
<b>ETAPA 7</b>	- Aplicar o questionário final.	-----	- Questionário final.	-Através das respostas ao questionário final.

**PRIMEIRA ETAPA:** Introdução à unidade de Ondulatória e aplicação do questionário inicial para identificar os conhecimentos prévios dos alunos

Introdução à unidade Ondulatória e aplicação do questionário inicial (vide apêndice A), foi realizado no dia 06/10/2021, para identificar os conhecimentos prévios dos alunos. Nesse encontro tínhamos 22 (vinte e dois) alunos presentes.

As perguntas do questionário inicial foram respondidas pelos alunos (foto 1) e depois discutidas em uma Roda de Conversa (foto 2) em sala de aula sob a mediação do professor com a intenção de ouvir a opinião dos alunos, estimular a curiosidade sobre o assunto, sem a necessidade de chegar a uma resposta final. Após a discussão sobre o questionário inicial na Roda de Conversa, procedemos a exposição sobre o tema.

### **SEGUNDA ETAPA: Construção dos mapas conceituais**

Inicialmente foi explicado aos alunos como construir um mapa conceitual (vide apêndice B), sua função e importância para a assimilação do tema Ondas, em seguida, a turma foi dividida em cinco grupos de 4 (quatro) alunos e 1 (um) grupo de 3 (três) alunos para produzirem o mapa conceitual sobre Ondas e foi realizado no dia 13/10/2021.

Através dos mapas conceituais produzidos (foto 3), foram discutidos com os alunos o tema Ondas como a Equação Fundamental da Ondulatória, classificação de uma onda quanto à direção de propagação, ondas unidimensionais, bidimensionais e tridimensionais e a natureza da onda. Os alunos deram sugestões como melhorar os mapas conceituais e ao final foram expostos em sala de aula.

### **TERCEIRA ETAPA: Implementação da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)**

Nessa etapa foi explicado aos estudantes o conceito da ABP (vide apêndice G), o professor atuou como um guia que conduziu os estudantes e caminhou lado a lado a eles na busca pelo conhecimento.

Foram apresentados problemas cotidianos e curiosidades (vide apêndice C), a partir deles, a Ondulatória foi ensinada simultaneamente. Por exemplo: Porque a água do mar não fica azul quando colocada em uma garrafa pet? Conchas soam como o oceano? Porque o mar tem ondas e o rio não? Porque não podemos ver as ondas eletromagnéticas? Aconteceu no dia 20/10/2021, pela plataforma google meet,(foto 4) com 22 (vinte e dois) alunos presentes.

Com as curiosidades os alunos se sentiram desafiados a comprometer-se na busca pelo conhecimento, por questionamentos e investigação, para dar respostas aos problemas

identificados. Em seguida, colocamos um vídeo sobre ondas (foto 5), <https://youtu.be/jx44j8QFq4E>, com duração de 8min16s.

**QUARTA ETAPA:** Aplicação do júri simulado com o tema luz: partícula ou onda?

Na aula anterior foi explicado aos alunos que o júri simulado consiste numa dinâmica de grupo a ser utilizada, preferencialmente, quando se pretende abordar temas potencialmente geradores de polêmicas. Etapa realizada no dia 27/10/2021.

Os alunos foram divididos em três grupos (foto 6): dois grupos de 10 alunos de debatedores e uma equipe responsável pelo veredito (o júri popular) composta por 3 alunos escolhidos por sorteio. O papel do professor foi o de coordenar a prática e apenas controlar o tempo para cada grupo defender sua tese e atacar a tese defendida pelo grupo oponente. Ao final da prática as questões lançadas pelos alunos foram problematizadas pelo professor esclarecendo-as.

Roteiro de desenvolvimento do júri simulado

ETAPAS	TEMPO
Socializar as ideias nos grupos	10 min
Defesa da tese inicial	10 min (5 min para cada grupo)
Debate entre grupos	20 min
Considerações finais	10 min (5 min para cada grupo)
Veredito	5 min

Cada grupo teve 5 minutos para a réplica e 20 minutos para o debate entre grupos e 5 minutos para as considerações finais. Para consolidar este momento, os conceitos de Ondulatória foram discutidos.

#### **QUINTA ETAPA:** Produção de jogos pelos alunos

Os alunos foram divididos em três grupos de cinco alunos e dois grupos de 4 alunos escolhidos entre eles, aconteceu no dia 03/11/2021. Cada grupo produziu um jogo didático (foto 7) utilizando os conceitos da Ondulatória (vide apêndice E), sorteados na aula anterior. Nos jogos foram especificados os objetivos, as regras, o prêmio e a legenda. Coube ao professor apenas orientar aos alunos.

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 meses estudando os assuntos tratados na SDI 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.

#### **SEXTA ETAPA:** Apresentação dos jogos pelos alunos

A rodada dos jogos, realizada no dia 10/11. Cada grupo jogou o jogo confeccionado pelos colegas e ao final da aula foram discutidos as vantagens e desvantagens desses jogos para a aprendizagem significativa dos alunos.

A vantagem na produção de jogos pelos alunos é a tendência em motiva-los a participar espontaneamente na aula (PEDROSO, 2009). Acrescenta-se a isso, o auxílio do caráter lúdico no desenvolvimento da cooperação, da socialização e das relações afetivas, e a possibilidade de utilizar jogos didáticos, de modo a auxiliar os alunos na construção do conhecimento em qualquer área.

Em análise aos estudos realizados, entendemos que a partir dessa relação não-arbitrária e não-literal, tanto a nova informação sobre os conceitos da Ondulatória 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 nos jogos.

#### **SÉTIMA ETAPA:** Avaliação da Metodologia

A avaliação da metodologia, realizada no dia 17/11/2021, foi aplicado um questionário (vide apêndice F), composto por 8 (oito) perguntas fechadas sobre o uso dessa metodologia, solicitando que os estudantes atribuísssem nota de 1 (um) a 5 (cinco) pontos a cada pergunta, conforme seu grau de concordância, assim os participantes da pesquisa puderam avaliar a utilização da SDI como recurso metodológico. As respostas às sentenças, fornecidas pelos participantes da pesquisa, foram discutidas na seção 5 (cinco), nesse dia havia 23 alunos.

### 3.1 Sequência Didática Interativa

<b>Escola:</b> CENTRO DE ENSINO JOÃO LISBOA			
<b>Professor:</b> SANDRO ALVARENGA PORTELA			
<b>Disciplina:</b> FÍSICA	<b>Série/Turma</b> 2ª SÉRIE	<b>Data:</b> 06/10/2021 a 17/11/2021	<b>Duração:</b> 14 AULAS
<b>Unidade didática:</b> ONDULATÓRIA			
<p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Identificar os conhecimentos prévios dos alunos em relação aos conceitos da Ondulatória;</li> <li>✓ Aprofundar o estudo sobre Ondas a partir das compreensões/significados iniciais produzidos pelos estudantes;</li> <li>✓ Caracterizar uma onda;</li> <li>✓ Apresentar as partes de uma onda;</li> <li>✓ Reconhecer Período e Frequência de uma determinada onda;</li> <li>✓ Apropriar-se da Equação Fundamental da Ondulatória a partir da contextualização e desenvolvimento de situações-problema;</li> <li>✓ Explicar os tipos de onda;</li> <li>✓ Caracterizar as principais ondas que formam o Espectro Eletromagnético;</li> <li>✓ Estudar os fenômenos da Ondulatória: reflexão, refração, difração, interferência e polarização;</li> <li>✓ Construir mapas conceituais sobre Ondas;</li> <li>✓ Entender a natureza da luz;</li> <li>✓ Aplicar o júri simulado;</li> <li>✓ Produzir jogos didáticos;</li> </ul>			



✓ Aplicar o questionário final.

**Conteúdos:** Introdução sobre o estudo de Ondas; Partes de uma onda; Período e frequência; Equação Fundamental da Ondulatória; Classificação de uma onda quanto à direção de propagação: Ondas unidimensionais, bidimensionais e tridimensionais; A natureza da onda; Espectro eletromagnético; Fenômenos ondulatórios: Reflexão; Refração; Difração, Interferência, Polarização.

**Desenvolvimento metodológico:** A sequência didática sobre os conceitos da Ondulatória foi dividida em 6 etapas, sendo que 1 aula corresponde a 45 minutos.

**1ª ETAPA: Introdução à unidade e aplicação do questionário inicial para identificar os conhecimentos prévios dos alunos.** (2 aulas)

Nesta etapa, objetiva-se averiguar os conhecimentos prévios dos discentes a respeito dos conceitos da Ondulatória. Para isso, será entregue aos alunos um questionário inicial (vide apêndice A) e o professor deverá apenas orientá-los a responder, individualmente e sem qualquer tipo de consulta. O questionário deverá ser recolhido pelo professor e analisado minuciosamente para extrair os conhecimentos prévios dos alunos e as possíveis dificuldades.

Em seguida, o professor discutirá com os alunos numa roda de conversa a respeito das respostas, nesse momento o professor terá a intenção de ouvir a opinião dos discentes, estimular a curiosidade sobre o assunto, sem a necessidade de chegar a uma resposta final.

Após receber os questionários respondidos pelos alunos o professor iniciará o assunto sobre os conceitos da Ondulatória. O professor pode dividir a turma em grupos para produzirem um mapa conceitual sobre Ondas, mas antes tem que ser feita uma exposição inicial sobre como construir um mapa conceitual (vide apêndice B).

**2ª ETAPA: Construção dos mapas conceituais.** (2 aulas)

Essa etapa tem como objetivo demonstrar as relações hierárquicas entre os conteúdos que estão sendo ensinados utilizando mapas conceituais. O professor iniciará a aula explicando aos alunos como construir um mapa conceitual e qual a importância do mesmo para a aprendizagem do conteúdo.

Em seguida, a turma será dividida em grupos para a produção dos mapas conceituais e depois será socializado o conteúdo de Ondas através da análise e discussão dos mapas conceituais para uma aprendizagem significativa do alunado.

### **3ª ETAPA: Implementação da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP).** (2 aulas)

Nessa etapa, o professor iniciará aula com a explicação sobre a ABP (vide apêndice G), atuando como um guia que conduzirá os alunos e caminhará lado a lado a eles na busca pelo conhecimento. Essa etapa tem como objetivo desenvolver situações-problemas que despertem a curiosidade, motivação e interação entre os alunos na busca por soluções relacionadas aos conceitos da Ondulatória.

Depois, o professor apresentará problemas cotidianos e curiosidades, a partir deles, a Ondulatória será ensinada simultaneamente, por exemplo: Porque a água do mar não fica azul quando colocada em uma garrafa pet? Conchas soam como o oceano? Porque o mar tem ondas E o Rio não? Porque não podemos ver as ondas eletromagnéticas? Com as curiosidades (vide apêndice C) os alunos se sentiram desafiados a comprometer-se na busca pelo conhecimento, por questionamentos e investigação, para dar respostas aos problemas identificados.

Em seguida, será colocado um vídeo sobre ondas, <https://youtu.be/jx44j8QFq4E>, com duração de 8min16s. Ao final o professor apresentará o tema do júri simulado, bem como a divisão dos grupos.

### **4ª ETAPA: Aplicação do júri simulado com o tema luz: partícula ou onda?** (2 aulas)

Essa etapa tem como objetivo estimular a reflexão por meio do diálogo através do júri simulado, proporcionando aos participantes a oportunidade de desenvolver um olhar crítico sobre o tema em debate, partindo do pressuposto de que é imprescindível preservar o respeito às distintas opiniões e conduzir as tomadas de posição.

O júri simulado (vide apêndice D) consiste numa dinâmica de grupo a ser utilizada, preferencialmente, quando se pretende abordar temas potencialmente geradores de polêmicas.

A turma será dividida em três grupos: dois grupos de 10 alunos de debatedores e uma equipe responsável pelo veredito (o júri popular) composta por 3 alunos escolhidos por sorteio. O papel do professor será o de coordenar a prática e apenas controlar o tempo para cada grupo defender sua tese e atacar a tese defendida pelo grupo oponente. Ao final da

prática as questões lançadas pelos alunos serão problematizadas pelo professor esclarecendo-as.

#### Roteiro de desenvolvimento do júri simulado

ETAPAS	TEMPO
Socializar as ideias nos grupos	10 min
Defesa da tese inicial	10 min (5 min para cada grupo)
Debate entre grupos	20 min
Considerações finais	10 min (5 min para cada grupo)
Veredito	5 min

Cada grupo terá 5 minutos para a réplica e 20 minutos para o debate entre grupos e 5 minutos para as considerações finais. Para consolidar este momento, os conceitos de Ondulatória serão discutidos. Ao final da aula a turma será dividida em grupos e serão sorteados os temas da Ondulatória para a produção de jogos na próxima aula.

#### **5ª ETAPA: Produção de jogos.** (2 aulas)

Nessa etapa objetiva-se estimular a criatividade, ajudar no entendimento da importância de regras e limites, contribuir para o desenvolvimento de laços afetivos e promover a interação e o compartilhamento entre os estudantes.

Os alunos serão divididos em grupos e cada grupo produzirá um jogo didático utilizando os conceitos da Ondulatória (vide apêndice E), sorteados na aula anterior. Nos jogos serão especificados os objetivos, as regras, o prêmio e a legenda. Caberá ao professor apenas orientar aos alunos e a escolha do tipo de jogo fica a critério de cada grupo.

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 meses estudando os assuntos tratados no SDI 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.

#### **6ª ETAPA: Apresentação dos jogos pelos alunos.** (2 aulas)

A rodada dos jogos objetiva avaliar o domínio de conteúdo e a interação dos alunos. Cada grupo jogará o jogo confeccionado pelos colegas e ao final serão discutidos as vantagens e desvantagens desses jogos para a aprendizagem significativa dos alunos.

Através dos jogos e dessa relação não-arbitrária e não-literal, tanto a nova informação sobre os conceitos da Ondulatória como as que serviram de ancoradouro, ou seja, de subsunçores, modificaram-se e os novos significados na mente dos alunos adquirirão maior estabilidade (AUSUBEL, 1980).

#### **7ª ETAPA: Avaliação da Metodologia.** (2 aulas)

Nessa etapa será avaliada a metodologia, através de um questionário (vide apêndice F), composto por 8 (oito) perguntas fechadas, solicitando que os estudantes atribuam nota de 1 (um) a 5 (cinco) pontos a cada pergunta, conforme seu grau de concordância, assim os participantes da pesquisa poderão avaliar a utilização da SDI como recurso metodológico.

**Recursos Didáticos:** Livro didático; pincel; apagador; quadro branco; Smartphone; vídeo; Datashow; notebook; Microsoft PowerPoint (qualquer outro programa que realize a exibição de apresentações gráficas pode ser utilizado), materiais para a produção dos jogos.

**Avaliação:** Na avaliação serão considerados os aspectos qualitativos, observações acerca da participação, interação, disciplina, assiduidade dos alunos no desenvolvimento das atividades propostas na Sequência Didática e acontecerá ao final de cada etapa. **Na primeira etapa** serão analisadas e discutidas as respostas ao questionário inicial. **Na segunda etapa** serão avaliadas as respostas dos estudantes as curiosidades propostas. **Na terceira etapa** a exposição dos mapas conceituais e a participação no júri simulado. **Na quarta etapa** a produção dos jogos didáticos, assim como a organização, a criatividade, os

recursos utilizados e o tipo de jogo. **Na quinta etapa** os jogos didáticos produzidos pelos alunos para testar os conhecimentos adquiridos ao longo dessa sequência didática de uma maneira divertida e prazerosa. **Na sexta etapa** as respostas ao questionário final.

#### Referências:

AUSUBEL, D. P., “**The acquisition and retention of Knowledge:** a cognitive view. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 2000.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional.** Tradução Eva Nick et al. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. p. 625.

FALKEMBACH, G. A. M. O lúdico e os jogos educacionais. In: Mídias na Educação. CINTED, UFRGS. 2007. Disponível em: [http://penta3.ufrgs.br/midiasedu/modulo13/etapa1/leituras/arquivos/Leitura\\_1.pdf](http://penta3.ufrgs.br/midiasedu/modulo13/etapa1/leituras/arquivos/Leitura_1.pdf). Acesso em: 04 mar. 2020.

FERNANDES, A. **A Inteligência Aprisionada:** abordagem psicopedagógica clínica da criança e sua família. Porto Alegre: Artes Médicas, 1991.

FEYNMAN, R. P.; LEIGHTON, R. B.; SANDS, M. Lições de Física de Feynman. Porto Alegre: Bookman, 2008.

FEYNMAN, Richard P. **Física em seis lições.** 8. ed. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.

FIORENTINI, Dario; LORENZATO, Sergio. **Investigação em Educação Matemática:** percursos teóricos metodológicos. Campinas, SP: Autores Associados, 2012.

FRIEDMAN, Adriana. **Brincar, crescer e aprender:** o resgate do jogo infantil. São Paulo: Editora Moderna, 1996. KAMII, Constance; JOSE

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 2010.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth S. **Física 2.** v. 3. 4. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2006.

LAMBROS. **Problem-Based Learning in Middle and High School Classrooms – A Teacher’s Guide to Implementation.** Thousand Oaks: Corwin Press, Inc. 2004.

LEITE, L.; ESTEVES, E. **Ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na Licenciatura em Ensino da Física e Química.** In Bento Silva e Leandro Almeida (Eds.). Comunicação apresentada no VIII Congresso Galaico-Português de Psicopedagogia. Braga: CIED - Universidade do Minho, p. 1751-1768, 2005.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática.** São Paulo: Cortez, 1991.

LIBÂNEO, José Carlos. **Pedagogia e pedagogos, para quê?** 9 ed. São Paulo: Cortez, 2007.

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

LIBÂNEO, José Carlos. **Adeus professor, adeus professora?** novas exigências educacionais e profissão docente. 12.ed. São Paulo: Cortez, 2010.

LIBÂNEO, José Carlos. Adeus professor, adeus professora? **novas exigências educacionais e profissão docente.** 12.ed. São Paulo: Cortez, 2010.

LOPES, M. da G. **Jogos na Educação: criar, fazer e jogar.** São Paulo: Cortez, 2001.

MARCONI, M. A. e LAKATOS, E. M. **Metodologia do Trabalho Científico.** 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MARCONI, M. A. e LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica.** 8 ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MATTOS, M.G; ROSSETTO JÚNIOR, A.J; BLECHER, S. **Teoria e prática da metodologia da pesquisa em educação física: construindo sua monografia, artigo científico e projeto de ação.** São Paulo: Phorte, 2003.

MORAES, Maria Cândida. **O paradigma educacional emergente.** Campinas, SP: Papyrus, 1997.

MORAN, J. M. Mudando a educação com metodologias ativas. In **Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens.** Coleção Mídias Contemporâneas. 2015. Disponível em: [http://www2.eca.usp.br/moran/wpcontent/uploads/2013/12/mudando\\_moran.pdf](http://www2.eca.usp.br/moran/wpcontent/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf). Acesso em: 08 fev. 2020.

MORIN, E. **Ciência com consciência.** Rio de Janeiro: Bertrand, 1996.

MORIN. **A cabeça bem-feita. Repensar a reforma, reformar o pensamento.** Rio de Janeiro: Bertrand, 2000.

MORIN, E; CIURANA, E; MOTTA, R. D. **Educar na era planetária. O pensamento complexo como método de aprendizagem pelo erro e incerteza humana.** 2. ed. São Paulo: Cortez; Brasília: UNESCO, 2007.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a aprender.** 2. ed. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.1999.

MOREIRA, M. A. **“A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula”.** Brasília: Editora da UNB. 2006.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel.** São Paulo: Centauro, 2001.

- PAIXÃO, M. S. S. L.; FERRO, M. G. D. A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. In: CARVALHO, M. V. C; MATOS, K. S. L. (org.). **Psicologia da Educação: Teorias do desenvolvimento e da aprendizagem em discussão**. Fortaleza: 2015. p. 91-130.
- PEDROSO, C.V. (2009). Jogos didáticos no ensino de biologia: uma proposta metodológica baseada em módulo didático. **Anais do IX Congresso Nacional de Educação. Curitiba, Brasil. Disponível em: [http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/2944\\_1408.pdf](http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/2944_1408.pdf) . Acesso em: jan. 2021.**
- PEREIRA, R. F; FUSINATO, P. A; NEVES, M. C. D. Desenvolvendo um jogo de tabuleiro para o ensino de física. In: VII ENPEC, Anais... 2009. p. 1-12.**
- RABELO, Edmar Henrique. Avaliação: **novos tempos, novas práticas**. Petrópolis: Vozes, 1998.
- SILVA, B.V.C. Júri simulado: o uso da história e filosofia da ciência no ensino da óptica. **Física na Escola**. Natal-RN, v. 10, n. 1, 2009.
- TAVARES, Romero. **Aprendizagem Significativa e o Ensino de Física**, UFPB, João Pessoa, 2016.
- Teixeira, C. E. J. **A ludicidade na escola**. São Paulo: Loyola. Togni, A.C.; Bersch, 1995.
- TRUJILLO, F. Alfonso. **Metodologia da pesquisa científica**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1982.
- VIANNA, D. M.; ARAÚJO, R. S. **Buscando Elementos na Internet para uma Nova Proposta Pedagógica**. In Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática. CARVALHO, A. M. P. (Org.). São Paulo: Cengage Learning, 2009.
- VOLPATO, G. Jogo e brinquedo: reflexões a partir da teoria crítica. **Educação e Sociedade**. vol.23, n.81, p. 217- 226, 2002.

#### 4 DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS À CONSTRUÇÃO DE SUBSUNÇÕES

A fase da análise de dados e informações constituiu-se um momento de grande importância para o pesquisador especialmente numa pesquisa de natureza qualitativa. A análise textual discursiva (ATD) é uma abordagem de análise de dados que transita entre duas formas consagradas de análise na pesquisa qualitativa que são a análise de conteúdo e a análise de discurso.

A análise textual discursiva segundo Moraes (2003), é descrita como um processo que se inicia com uma unitarização em que os textos são separados em unidades de significado.

Estas unidades por si mesmas podem gerar outros conjuntos de unidades oriundas da interlocução empírica, da interlocução teórica e das interpretações feitas pelo pesquisador.

Neste movimento de interpretação do significado atribuído pelo autor exercita-se a apropriação das palavras de outras vozes para compreender melhor o texto. Depois da realização desta unitarização, que precisa ser feita com intensidade e profundidade, passa-se a fazer a articulação de significados semelhantes em um processo denominado de categorização.

Neste processo reúnem-se as unidades de significado semelhantes, podendo gerar vários níveis de categorias de análise, ATD tem no exercício da escrita seu fundamento enquanto ferramenta mediadora na produção de significados por isso, em processos recursivos, a análise se desloca do empírico para a abstração teórica, que só pode ser alcançada se o pesquisador fizer um movimento intenso de interpretação e produção de argumentos.

As observações cujos achados são descritos nas subseções precedentes tiveram como objetivo a aquisição de uma visão compreensiva acerca de como o ensino de Física tem se desenvolvido, tomando o espaço de observação como recorte da realidade em que este ensino se insere: a sala de aula, determinada por múltiplas variantes, cognitivas, sociais, afetivas e teóricas.

Os resultados obtidos na presente pesquisa em sala de aula, utilizando a SDI além de mobilizá-los a participarem das atividades propostas contribuíram para promover evidências de uma aprendizagem significativa.

Desse modo, neste percurso, percebemos que a diversificação das atividades utilizadas na SDI 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, mapas conceituais, rodas de conversas, ilustrações, imagens animadas, vídeos, jogos, ABP e júri simulado 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.



## **ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário (a), do Projeto de Pesquisa sob o título “**SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERATIVA (SDI) COMO INSTRUMENTO NA MEDIAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DOS CONCEITOS DA FÍSICA ONDULATÓRIA**”. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa, você não sofrerá qualquer tipo de penalidade, de forma alguma. Meu nome é Sandro Alvarenga Portela, professor de Física responsável pela pesquisa sob a orientação da Prof.<sup>a</sup> Dra. Hilda Mara Lopes Araújo. Nesse trabalho, vamos desenvolver e aplicar a SDI que pretende analisar como o uso dessa estratégia de ensino pode potencializar a aprendizagem de um determinado conteúdo no ensino de Física. Esclarecemos ainda que não haverá nenhum tipo de pagamento ou gratificação financeira pela sua participação. Garantimos também sigilo que assegura a sua privacidade quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa. E reiteramos mais uma vez que você tem toda liberdade de se recusar a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado.

Em caso de dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com o pesquisador responsável nos telefone (86) 988542148 ou pelo e-mail [saportela2018@gmail.com](mailto:saportela2018@gmail.com).

### **Consentimento livre e esclarecido**

Declaro que compreendi os objetivos desta pesquisa, como ela será realizada, os riscos e benefícios envolvidos e concordo em participar voluntariamente da pesquisa. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto acarrete qualquer penalidade. Dou meu consentimento para que a equipe de pesquisadores que elaboraram o questionário utilize os dados por mim fornecidos, de forma anônima, em relatórios, artigos e apresentações.

**CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO DA PESQUISA**

Eu, \_\_\_\_\_, abaixo assinado, concordo em participar do estudo como sujeito. Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo pesquisador prof. Sandro Alvarenga Portela sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios, caso existam, decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Local e data \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de agosto de 2021.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do participante

Eu, prof. Sandro Alvarenga Portela, obtive de forma voluntária o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do sujeito da pesquisa.

