



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS FLORIANÓPOLIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA (MNPEF)

Odaisa Belucci da Silva

**Uma proposta de sequência didática para inserção do ensino de ciências por
investigação nas aulas de física para as turmas do segundo ano do Ensino
Médio**

Florianópolis

2023

Odaisa Belucci da Silva

**Uma proposta de sequência didática para inserção do ensino de ciências por
investigação nas aulas de física para as turmas do segundo ano do Ensino
Médio**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestra em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Paulo José Sena dos Santos

Florianópolis

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Silva, Odaisa Belucci

Uma proposta de sequência didática para inserção do ensino de ciências por investigação nas aulas de física para as turmas do segundo ano do Ensino Médio / Odaisa Belucci Silva ; orientador, Paulo José Sena dos Santos, 2023.
113 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Ensino de Física. 2. Ensino de Física. 3. Ensino de Ciências por Investigação. 4. Ondulatória. I. Santos, Paulo José Sena dos . II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. III. Título.

Odaisa Belucci da Silva

**Uma proposta de sequência didática para inserção do ensino de ciências por
investigação nas aulas de física para as turmas do segundo ano do Ensino
Médio**

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado, em 16 de dezembro de 2022, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Oswaldo de Medeiros Ritter, Dr.
(Universidade Federal de Santa Catarina)

Prof. Alexandre Magno Silva Santos, Dr.
(Universidade Federal de Santa Catarina)

Prof. José Francisco Custódio Filho, Dr.
(Universidade Federal de Santa Catarina)

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestra em Ensino de Física pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – MNPEF/UFSC.

Insira neste espaço a
assinatura digital

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Insira neste espaço a
assinatura digital

Prof. Paulo José Sena dos Santos, Dr.
Orientador

Florianópolis, 2023

Dedico este trabalho ao meu esposo Daniel, por ele sempre estar ao meu lado em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

À minha família, pelo apoio e incentivo na realização deste trabalho. Em especial ao meu esposo Daniel, que esteve ao meu lado em cada momento deste processo, pelo companheirismo, pela compreensão e apoio.

Ao meu orientador, Dr. Paulo José Sena dos Santos, pela sua grande importância no processo de construção deste trabalho. A todo tempo paciente, incentivando-me de forma tranquila e humanizada.

Aos professores que passaram pela minha formação, e contribuíram para o meu aprendizado durante esta trajetória.

Aos colegas, que, nas horas difíceis, juntos contribuíram incentivando com palavras de carinhos, e na troca de experiências e de aprendizados.

Aos estudantes que participaram das atividades, engajados para realizar novas experiências no processo de ensino-aprendizagem.

À Sociedade Brasileira de Física, pela oferta do curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, e à Universidade Federal de Santa Catarina, por realizar formação continuada aos professores de Educação Básica em ensino de Física, e de incentivar o uso de novas metodologias no ensino.

*“A mente que se abre a uma nova ideia, jamais voltará ao seu tamanho original”
(Albert Einstein).*

RESUMO

A investigação é uma oportunidade no ensino aprendizagem na compreensão dos conceitos para o ensino da Ciência. Este trabalho apresenta o relato da aplicação de uma sequência didática em uma turma de segundo ano do ensino médio, desenvolvida a partir das propostas da utilização do método para o ensino de Física. Ela parte da questão: “Como são formadas as ondas do mar?”, para por meio do processo investigativo, permitir aos participantes analisar os conceitos pertinentes a formação de ondas. No decorrer das atividades possibilitou-se as situações necessárias para o entendimento das diferentes etapas (definição, divisão e validação) na resolução de problemas de forma investigativa. Na definição os alunos precisam identificar a resolução da situação problema. Na divisão os alunos foram colocados em grupos para a investigarem a situação problema. Na validação os alunos realizaram uma aula prática em que eles organizaram os conhecimentos adquiridos ao longo da aplicação. Para uma primeira avaliação foi realizada uma análise das atividades ao longo da aplicação da sequência. Os resultados apontaram que: de maneira geral, foram capazes de: (i) diferenciar os tipos de onda, (ii) identificar e definir as grandezas necessárias para descrever as ondas, (iii) discutir como as ondas do mar são formadas, e (iv) relacionar os conceitos do modelo ondulatório com as ondas que observamos nas praias. Observou-se ainda que os estudantes tiveram dificuldades para estabelecer, durante a atividade experimental, relações mais profundas entre o movimento do ar e seus efeitos na produção das ondas. Por fim, cabe ressaltar a percepção do aumento do interesse e do envolvimento apresentados durante a sequência.

Palavras-chave: Ensino de Física. Ensino de Ciência por Investigação. Ondulatória.

ABSTRACT

Research is an opportunity in teaching learning in understanding the concepts for the teaching of Science. This paper presents the report of the application of a didactic sequence in a second-year high school class, developed from the proposals of the use of the method for physics teaching. She leaves the question: "How are the waves of the sea formed?", through the investigative process, allow participants to analyze the concepts relevant to wave formation. During the activities, the necessary situations were possible to understand the different stages (definition, division and validation) in the resolution of problems in an investigative way. In the definition students need to identify the resolution of the problem situation. In the division the students were placed in groups to investigate the problem situation. In validation, the students held a practical class in which they organized the knowledge acquired throughout the application. For a first evaluation, an analysis of the activities was carried out throughout the application of the sequence. The results showed that: in general, they were able to: (i) differentiate the wave types, (ii) identify and define the quantities necessary to describe the waves, (iii) discuss how sea waves are formed, and (iv) relate the concepts of the wave model with the waves we observe on the beaches. It was also observed that the students had difficulties to establish, during the experimental activity, deeper relationships between air movement and its effects on wave production. Finally, it is worth emphasizing the perception of increased interest and involvement presented during the sequence.

Keywords: Physics Teaching. Science Teaching by Research. Wave.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ilustração sobre a formação de ondas muito grandes.....	26
Figura 2 - O fundo da praia de Pipeline. Foto: Sean Davey/ fundo de coral.....	27
Figura 3 - A praia da Barra da Tijuca é um <i>beach break</i> . Foto: Carlos Matias.....	27
Figura 4 - <i>J-Bay</i> , na África do Sul, é um <i>point break</i>	28
Figura 5 - Ilustração do movimento das partículas da água provocada pelo vento...29	
Figura 6 - Ondas transversais em uma mola.....	29
Figura 7 - Ondas longitudinais em uma corda.....	30
Figura 8 - Componentes de uma onda.....	30
Figura 9 - Um exemplo de onda mergulhante.....	32
Figura 10 - Um exemplo de onda deslizante.....	32
Figura 11 - Swell em Malibu, na Califórnia.....	33
Figura 12 - Composição simples entre ondas de períodos ligeiramente diferentes (10 e 11 segundos) formando as séries.....	34
Figura 13 - Composição simples entre ondas de períodos ligeiramente diferentes (10 e 12 segundos) formando as séries. Note o aumento do número de séries e a diminuição da quantidade de ondas nas séries.....	35
Figura 14 - Interferências construtiva e destrutiva.....	36
Figura 15 - Interferência de ondas na superfície da água.....	37
Figura 16 - Um surfista e um cientista uniram-se para criar a onda perfeita.....	38

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Etapas da SEI.....	40
Quadro 2 - Aplicação da SEI.....	43
Quadro 3 - Realização da Sequência.....	55
Quadro 4 - Resultados da análise.....	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ECI	Ensino de Ciências por Investigação
EI	Ensino Investigativo
EM	Ensino Médio
PCNEM	Parâmetros Curriculares do Ensino Médio
PE	Produto Educacional
SEI	Sequência de Ensino Investigativo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	APRESENTAÇÃO DA PROBLEMÁTICA DA PESQUISA.....	15
1.2	OBJETIVO GERAL.....	18
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
1.4	ESTRUTURA TEXTUAL.....	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
2.1	O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO.....	20
2.2	SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO (SEI).....	21
2.3	AS SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS E A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS.....	22
3	A FÍSICA ENVOLVIDA NAS ONDAS NO MAR.....	25
3.1	A FÍSICA ENVOLVIDA NAS ONDAS.....	25
3.2	COMO SÃO FORMADAS AS ONDAS NO MAR?.....	25
3.3	POR QUE A ONDA SE QUEBRA?.....	31
3.4	O PERÍODO E O INTERVALO ENTRE AS SÉRIES.....	33
3.5	INTERFERÊNCIA ENTRE ONDAS.....	36
3.6	<i>SURF</i> E TECNOLOGIA.....	37
4	A SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	39
4.1	PRODUTO EDUCACIONAL.....	40
4.2	PARÂMETRO DE ANÁLISE DA SEQUÊNCIA.....	44
5	RESULTADOS E ANÁLISE.....	46
5.1	CONTEXTO E PARTICIPANTES.....	46
5.2	RESULTADOS E ANÁLISE.....	47
5.2.1	Descrição das Aulas.....	47
5.2.2	Consideração dos estudantes sobre a sequência didática.....	58
5.3	AVALIAÇÃO DOS ESTUDANTES.....	59
5.4	ANÁLISE DAS RESPOSTAS DA RESOLUÇÃO DA SITUAÇÃO PROBLEMA.....	60
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
	REFERÊNCIAS.....	70
	APÊNDICE A - PLANOS DE AULA.....	73
	APÊNDICE B - ATIVIDADES APLICADAS PARA O LEVANTAMENTO DA	

INVESTIGAÇÃO.....	93
APÊNDICE C - AVALIAÇÃO FINAL.....	102
APÊNDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO E TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO...105	

1. INTRODUÇÃO

Quando cursei o Ensino Médio, estudei em uma escola da rede Estadual de Ensino do Estado de São Paulo, na cidade de Santo André, foi a primeira vez que tive contato com a disciplina de Física. Logo no início, já gostei da disciplina, mas percebi as dificuldades, havia um grande número de alunos em sala e poucas aulas por semana.

Em fevereiro de 2004, ingressei na Universidade para cursar Licenciatura em Física, no Centro Universitário Fundação Santo André, na cidade Santo André – SP. Tive muita dificuldade ao longo do curso, porque no ensino de Física, na Rede Estadual, os conceitos são reduzidos por serem poucas aulas ministradas.

Hoje, como professora, trabalho relacionando os conceitos com o cotidiano dos alunos, de forma a melhorar a aprendizagem, porém não é fácil, pois tenho somente duas aulas semanais, de quarenta e cinco minutos cada, e salas de aulas com mais de trinta alunos.

Atualmente, ensinar a disciplina de Física é algo desafiador, porque quando os alunos se deparam com o professor, muitas vezes, a primeira frase é: “Essa matéria é muito chata”. Para que as aulas se tornem a cada dia mais atrativas para esses estudantes, fui a procura de uma especialização para poder organizar melhor os planos de aula, dessa forma, ingressei no Mestrado, a procura de novas descobertas e novas metodologias de ensino.

1.1 APRESENTAÇÃO DA PROBLEMÁTICA DA PESQUISA

Segundo Moreira (2018), o ensino de Física está em crise, por falta de professores ou problemas na formação dos mesmos, das más condições de trabalho, do número reduzido de aulas e progressiva perda da identidade no currículo. Além desses aspectos, ainda é bastante utilizada uma abordagem tradicional, o que, segundo o autor, pode estimular uma aprendizagem mecânica.

Nesse tipo de abordagem, amplamente criticada em literatura, ensinar a aprender envolve a transmissão dos conteúdos pelo docente, e a recepção direta dos mesmos pelos alunos, desconsiderando outros aspectos como, por exemplo, a influência dos processos pessoais e sociais de aprendizagem (DRIVER et al., 1999).

O resultado de diversas pesquisas aponta que as aulas de Física fornecem um conhecimento científico que possibilita a compreensão de fatos e fenômenos. Com base nessa perspectiva, em 1999 foi proposto pelo Ministério da Educação (MEC) os Parâmetros Nacionais Curriculares para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 2000). Esse documento faz o seguinte apontamento:

espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. Para tanto, histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas. É necessário também que essa cultura em Física inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional e que a disciplina de Física seja trabalhada na forma das competências e habilidades:

- Compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos. Compreender manuais de instalação e utilização de aparelhos.
- Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do saber físico. Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si.
- Desenvolver a capacidade de investigação física. Classificar, organizar, sistematizar. Identificar regularidades. Observar, estimar ordens de grandeza, compreender o conceito de medir, fazer hipóteses, testar.
- Construir e investigar situações-problema, identificar a situação física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar, analisar previsões.
- Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico.
- Reconhecer a Física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico.
- Reconhecer o papel da Física no sistema produtivo, compreendendo a evolução dos meios tecnológicos e sua relação dinâmica com a evolução do conhecimento científico. (PCNEM, BRASIL, 2000 p. 29).

Uma abordagem investigativa pode auxiliar o desenvolvimento das competências e habilidades apontadas, uma vez que ele possibilita: (i) a investigação e proposição de soluções para diferentes situações problema, (ii) comunicação de resultados, (iii) elaboração e interpretação de textos, e (iv) construção de questões e elaboração de hipóteses. Das diversas abordagens para o Ensino de Ciências por Investigação (ECI), neste trabalho propõe-se o uso das Sequências de Ensino Investigativas (SEIs), que segundo Carvalho (2013, p.9) correspondem a:

(...) sequências de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada uma das atividades é planejada, sob o ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciarem os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e tendo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por anteriores..."

Assim, uma sequência didática será desenvolvida partindo de um problema, no qual os alunos devem buscar a solução, por meio de um processo investigativo, que envolva questões norteadoras, discussões em grupos, elaboração de hipóteses, além da proposição e uso de experimentos.

Trabalhar com o ECI para o Ensino de Física pode tornar as aulas desafiadoras e reflexivas, possibilitando, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico, contribuindo para um entendimento íntegro do conteúdo científico. A abordagem investigativa pode ser utilizada para discutir diferentes conceitos, como os relacionados à ondulatória.

Ao abordar os conceitos sobre o ensino de ondulatória, deve-se discutir os conhecimentos que esse aluno já possui, como, por exemplo, iniciar a aula perguntando: Quem já foi à praia? Com essa pergunta pode-se iniciar a construção do pensamento científico em sala de aula. Essa construção tem como objetivo discutir os recortes necessários para que os estudantes consigam reconhecer alguns aspectos das ondas que eles vivenciam ao irem à praia, comparando com as propriedades e características do modelo sobre as ondas discutido em sala de aula.

Para auxiliar nessa construção, propomos uma SEI, que apresentará como ponto de partida a formação das ondas do mar. Essa situação foi escolhida por possibilitar a discussão de características e propriedades ondulatórias, que, muitas vezes, os estudantes apresentam dificuldades em entender.

Uma das possíveis causas dessa dificuldade é a existência das chamadas concepções alternativas ou espontâneas, que podem ser definidas como “conhecimentos diferentes dos científicos adquiridos através de suas experiências no cotidiano, trazidos para a sala de aula e que são resistentes ao ensino formal” (YAGUTI; GEBARA, 2015, p.2). É importante salientar que elas são construídas com base em experiências sensoriais, e em diversos casos elas se assemelham a forma de pensamento existente em algum momento da história.

Ao falar sobre o estudo da propagação das ondas mecânicas, em um meio deformável e não dispersivo, algumas concepções prévias apresentadas pelos estudantes são (WITTMANN; STEINBERG; REDISH, 1999; YAGUTI; GEBARA, 2015): (i) que a propagação de uma onda corresponde a resposta do meio a uma perturbação; (ii) que em um mesmo meio as ondas de mesma natureza podem se propagar com velocidades e comprimentos de onda distintos; e (iii) a superposição

das ondas ocorrem pela adição de deslocamentos individuais, ponto a ponto, em um determinado instante de tempo.

Com base no exposto, apresentarei nesta dissertação alguns aspectos da elaboração e da aplicação, além da análise de uma SEI construída para o desenvolvimento de competências e habilidades apresentadas nos documentos oficiais, e no enfrentamento das concepções espontâneas que não permitem o entendimento completo das características e propriedades ondulatórias.

Tendo em vista a demanda de pesquisa de como ensinar o estudo de ondas, bem como o potencial do didático-pedagógico presente numa sequência de ensino por investigação, propomos o seguinte problema de pesquisa: *Como apresentar os conceitos sobre ondas a partir de uma sequência de ensino investigativa sobre a formação das ondas no mar?*

1.2 OBJETIVO GERAL

Elaborar e analisar a aplicação de uma sequência de ensino investigativa para o ensino de ondas.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as concepções dos estudantes sobre o tema.
- Elaborar uma sequência de ensino investigativa para o ensino de ondas.
- Analisar a aplicação da sequência.

1.4 ESTRUTURA TEXTUAL

A estrutura textual desta dissertação, iniciada com a seção introdutória, terá seis capítulos, além da apresentação das referências utilizadas, e quadro apêndices. A seguir, apresenta-se um breve relato acerca das discussões presentes em cada um dos capítulos.

No capítulo dois, apresentarei uma breve explanação sobre o que os pesquisadores argumentam a respeito do Ensino de Ciências por Investigação, e a utilização de Sequências de Ensino Investigativas (SEIs) (CARVALHO, 2013), além

de comentar sobre a importância do uso desta metodologia, para o tratamento de situações problemas relacionados ao cotidiano dos alunos.

O capítulo três terá como abordagem os conceitos da Física envolvidos na formação da onda no mar, analisando os tipos de ondas, e quais os componentes de cada onda, ainda que tipo de onda é considerada boa para a prática do *surf*.

Em se tratando do capítulo quatro, é importante mencionar a sua pertinência ao desenvolvimento da pesquisa, desse modo, indicarei os meios metodológicos para o desenvolvimento do projeto do Mestrado Profissional e o produto educacional (PE) implementado. Também apresentarei alguns elementos da aplicação da SEI em sala de aula, como o cronograma das aulas, seus temas e objetivos.

No capítulo cinco, descreverei alguns aspectos metodológicos e os principais resultados deste trabalho.

Finalmente, no último capítulo, tecerei as considerações finais sobre o trabalho apresentado.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, será abordado uma fundamentação teórica sobre o processo de ensino-aprendizagem pelo método investigativo.

2.1 O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO

Ensinar Ciência pelo método da investigação é uma perspectiva que implica dar atenção aos seus processos e aos seus produtos, acarretando na oportunidade do contato com um corpo de conhecimentos que integra uma maneira de construir o entendimento sobre o mundo, os fenômenos naturais e os impactos destes em nossas vidas. Implica, portanto, não apenas no reconhecimento dos termos e dos conceitos canônicos das ciências, bem como no modo de poder aplicá-los em situações atuais.

Trabalhar Ciências pelo método investigativo possibilita ao professor um ensino, e aos estudantes uma aprendizagem, seguindo as modificações ocorridas na sociedade. A professora (mestranda) observou que é fundamental dar atenção ao processo de aquisição desse conhecimento, e não a quantidade a ser trabalhada, mas sim a qualidade do entendimento do conceito.

Para Sasseron (2015), conhecer as ciências tem, portanto, um alto grau de comprometimento com a percepção de que o mundo está em constante modificação, sendo importante e necessária a permanente busca por construir entendimento acerca de novas formas de conceber os fenômenos naturais e os impactos que estes têm sobre nossa vida.

O ensino de Ciências por investigação está associado às novas demandas que apareceram no ensino de Ciências, pois tanto pesquisadores quanto professores mais reflexivos perceberam que é preciso novas formas de ensinar (Carvalho, 1997).

As novas formas do Ensino de Ciências por Investigação devem seguir uma sequência de atividades. Desse modo, o estudante, para a resolução do problema proposto, será orientado, durante o processo investigativo, a construir de forma a contemplar os aspectos apontados por Carvalho (2013, p. 09-11):

O ensino de ciências por investigação deve seguir uma sequência de atividades chaves: [...] inicia-se por um problema, experimental ou teórico

contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e ofereça condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico. O problema não pode ser uma questão qualquer, deve ser muito bem planejado para ter todas as características apontadas pelos referenciais teóricos: estar contido na cultura social dos alunos, isto é, não pode ser algo que os espantem, e sim provoque interesse de tal modo que se envolvam na procura de uma solução e essa busca deve permitir que os alunos exponham os conhecimentos anteriormente adquiridos (espontâneos ou já estruturados) sobre o assunto. É com base nesses conhecimentos anteriores e da manipulação do material escolhido que os alunos vão levantar suas hipóteses e testá-las para resolver o problema. (CARVALHO, 2013, p. 09-11).

O ECI permite que, durante o processo de ensino-aprendizagem, o professor considere ao conhecimento que o aluno já possui. Nesse contexto, as trocas entre o professor e os estudantes possibilitam que as experiências sejam compartilhadas e os significados dados a elas sejam apreendidos. As atividades práticas permitem que os estudantes tenham um avanço qualitativo em relação aos seus conhecimentos.

2.2 SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI)

A perspectiva do ensino, com base na investigação, possibilita o aprimoramento do raciocínio e das habilidades cognitivas do aluno, e também a cooperação entre eles, além de possibilitar que compreendam a natureza do trabalho científico. Segundo Carvalho (2013), uma sequência de ensino investigativa (SEI) pode ser descrita como uma sequência de atividades que abrange o tópico do programa escolar onde cada atividade planejada deve buscar a interação com o conhecimento prévio do aluno.

Diversos fatores dificultam a reflexão e a ação diária do professor sobre esse tipo de atividade. Os professores, nas escolas públicas no estado de Santa Catarina, dispõem de duas aulas semanais de quarenta e cinco minutos cada, não dispendo de tempo hábil para planejar novas metodologias de ensino-aprendizagem, sendo que, algumas vezes, existe um número grande de alunos por sala de aula (BELLUCO 2012).

Uma sequência investigativa deve ter algumas atividades-chaves tais como: proposição de um problema; atividade em grupo; resolução do problema; sistematização do conhecimento; atividade avaliativa. Assim, como afirma Belluco (2012), em sua aula: “Ensinando Quantidade de Movimento: como conciliar o tempo restrito com as atividades de ensino investigativas na sala de aula?” Como as aulas

de Física dispõem somente de duas aulas semanais, para que o professor consiga administrar o tempo da melhor forma, precisa alinhar o seu planejamento ao tempo de aula.

Se por um lado, há um maior envolvimento do professor, havendo mais tarefas a se desenvolver durante as aulas, por outro, é bastante recompensador obter respostas originais e criativas dos alunos, vê-los formularem hipóteses, debaterem suas ideias juntamente com seus pares, discutirem a fenomenologia, no lugar de procurar por operativíssimos mecânicos, além de realizarem produções escritas com qualidade bem superior aos seus padrões normais. Para Belucco (2012 p. 2-3), a utilização de uma SEI em sala de aula:

implica que as formas de agir científicas, como formular e testar hipóteses, buscar uma teoria que explique o fenômeno, usar a matemática para interpretar a situação problema, devem estar presentes em todas as atividades de ensino, como leitura de textos, laboratório, demonstração, resolução de problemas e questões etc.

Portanto, a SEI constitui em uma metodologia de ensino-aprendizagem que possibilita ao estudante agir de forma crítica para a resolução de problemas. Dessa forma, ela deve ser composta por ciclos, os quais compreendem: a proposição de um problema; atividades em grupo; a sistematização do conhecimento; a resolução do problema e as atividades avaliativas.

2.3 AS SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS E A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS

As atividades propostas nas SEIs ocorrem em um contexto diferente das realizadas nas aulas tradicionais. Assim, do ponto de vista cognitivo, a sequência pode ser fundamentada por meio da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud. Segundo Moreira (2002, p. 8), esta teoria é:

cognitivista neopiagetiana que pretende oferecer um referencial mais frutífero do que o piagetiano ao estudo do desenvolvimento cognitivo e da aprendizagem de competências complexas, particularmente aquelas implicadas nas ciências e na técnica (...).

Inicialmente, a teoria foi desenvolvida no âmbito da educação matemática, e tem como objetivos principais:

(1) descrever e analisar a complexidade progressiva, a longo e médio prazo das competências matemáticas que os alunos desenvolvem dentro e fora da escola, e (2) estabelecer melhores conexões entre a forma operacional de conhecimento que consiste na ação no mundo físico e social e na forma preditiva do conhecimento, que consiste nas expressões linguísticas e simbólicas desse conhecimento. (VERGNAUD, 2009, apud CEDRAN; KIOURANIS, 2019, p. 64).

Essa teoria foi estendida e aplicada na organização de situações didáticas em outras áreas do conhecimento, particularmente, na Física. No dizer de Vergnaud (1983, 1988), um campo conceitual pode ser definido como o conjunto de situações e problemas, cujo tratamento requer conceitos, procedimentos e diferentes representações, intimamente, relacionados. Os argumentos apresentados por ele, para definir a ideia de campos conceituais são:

(...) (1) um conjunto não se forma dentro de um só tipo de conceito; (2) uma situação não se analisa com um só conceito; (3) a construção e apropriação de todas as propriedades de um conceito ou todos os aspectos de uma situação é um processo de muito fôlego que se estende ao longo dos anos, com analogias, mal-entendidos entre situações, entre concepções, entre procedimentos, entre significantes. (VERGNAUD, 1983, apud MOREIRA, 2009, p. 9).

Desse modo, a compreensão de conceitos envolve a análise de diferentes situações, e pode-se falar na aprendizagem de um campo conceitual quando existe o entendimento sobre um conjunto de fatores, tais como resolução de problemas, representação de situações, além da organização de esquemas de forma interligada (WAGNER, 2020).

Nesse contexto, o desenvolvimento cognitivo está relacionado às situações enfrentadas pelo indivíduo e a conceitualização. Assim, segundo Vergnaud (1982, 1996, 2013, apud CEDRAN; KIOURANIS, 2019, p. 66), um conceito pode ser definido como um triplete de conjuntos [S, I, R] distintos, mas dependentes, em que:

S – é o conjunto de situações que dão significado ao conceito;
 I – é o conjunto de invariantes operatórios, que instituem o conceito e estruturam as formas de organização do pensamento, e que serão evocados pelas situações;
 R – é o conjunto de representações linguísticas e simbólicas que são usadas para retratar o conceito, suas propriedades e as situações ao qual estão relacionados.

Para a teoria, o desenvolvimento cognitivo ocorre quando esses conjuntos operam simultaneamente, logo, o papel do professor é elaborar situações que favoreçam a interação entre os componentes do triplete.

As situações proporcionam a construção de significados para os conceitos, pois por intermédio deles serão mobilizados os esquemas, os quais são definidos de acordo com “a organização invariante do comportamento para uma determinada classe de situações” (VERGNAUD, 1990 p. 136, apud MOREIRA, 2002, p. 12).

De acordo com Vergnaud, um esquema pode ter como funções “organizar e gerenciar ações em situações já familiares, ou ainda, abordar e enfrentar situações desconhecidas, ampliando as ramificações ao qual se aplica o esquema” (CEDRAN; KIOURANIS, 2019, p. 69).

Desse modo, o contato com situações familiares possibilita a ampliação dos esquemas existentes, enquanto o enfrentamento de novas situações leva ao desenvolvimento de novos esquemas.

Nesse contexto, a Sequência de Ensino Investigativa é uma estratégia de ensino, que pode ser considerada diferenciada, pois possibilita ao estudante analisar o problema de pesquisa apresentado (que pode constituir uma nova situação), discuti-lo com os colegas e com o professor, levantar hipóteses (que também precisarão ser investigadas) e a todo momento sistematizar (em grupo ou individualmente) as informações e resultados obtidos.

Durante esse processo de pesquisa, os diferentes esquemas mobilizados podem ser reorganizados, modificados ou ainda abandonados, e, em alguns casos, novos esquemas precisam ser criados. Portanto, à medida que as etapas da SEI são realizadas, os conceitos referentes a situação podem começar a ter um sentido para o estudante.

3. A FÍSICA ENVOLVIDA NAS ONDAS NO MAR

Apresentaremos, neste capítulo, como a física está envolvida na formação de ondas no mar, observando a sua natureza e quais os tipos de ondas que ocorrem nas superfícies das águas.

3.1 A FÍSICA ENVOLVIDA NAS ONDAS

A Ondulatória é a parte da Física que estuda todos os tipos de ondas. De acordo com Ribeiro (2018), as ondas são o resultado de várias perturbações que oscilam, denominados pulsos, e se propagam em um determinado espaço. Elas são produzidas por meio de um estímulo, chamado fonte, que são responsáveis pela origem das ondas. Quando na natureza, ao observar o mar, é possível notar dois tipos diferentes de ondas: as ondulações nos locais mais distantes da praia e a arrebentação das ondas próxima à orla. Vamos examinar com mais cuidado o movimento da água quando uma onda passa.

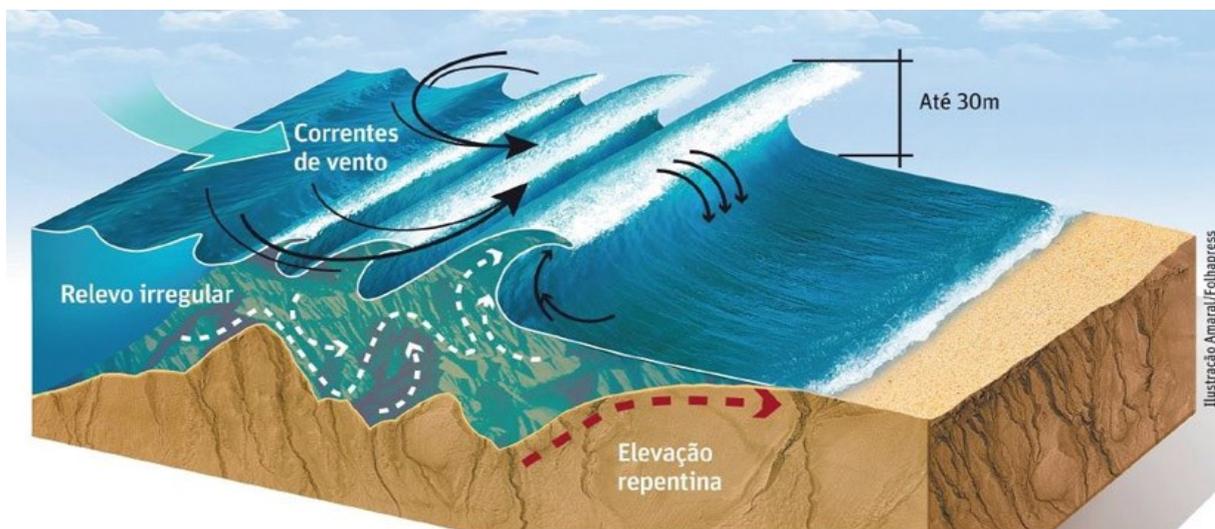
3.2 COMO SÃO FORMADAS AS ONDAS NO MAR?

As ondas são, fundamentalmente, um produto do vento. Quanto mais veloz e durável for o vento, maior será a altura da onda. Se a ondulação formada ainda for pequena e o vento parar de soprar, as ondas somem com ele. Agora, se o vento continuar, essa ondulação vai ficando mais alta, mais comprida e mais rápida até formar as ondas que conhecemos.

E, mesmo que o vento pare, ela continua se propagando até chegar na areia. Desse modo, podemos afirmar que as melhores ondas do planeta são produzidas pela interação do vento com as partículas de água na superfície do oceano a longas distâncias da costa. Os sistemas de baixa pressão (formados quando o ar sobe, encontra uma camada da atmosfera mais fria, cerca de 3 a 10 km de altitude, então, é resfriado) são responsáveis pela criação das ondas. Se os ventos continuarem a soprar sobre a superfície do oceano por um longo período de tempo, as ondulações serão maiores devido ao acúmulo da energia transferida pelo vento nas ondas.

Assim, se esta interação ocorrer em uma vasta área do mar, as ondas formadas próximas ao litoral terão ainda mais energia e força, resultando em ondas muito grandes (NEMES, 2021), como ilustrado na figura 1.

Figura1 - Ilustração sobre a formação de ondas muito grandes



Fonte: disponível em: <http://www.sabersurf.com/surf/como-se-formam-as-ondas-do-mar/>. Acesso em: 12 abr. 2021

Como mostra a figura, a formação das ondas oceânicas ocorre através das correntes de ventos, podendo ter que viajar muitos quilômetros até chegar às nossas praias, e até que elas sejam surfadas, outras variáveis influenciarão o comportamento das ondas: como o relevo irregular, as massas de ar que se deslocam pelos oceanos, e a influência do fundo (areia, pedra e coral).

O tipo de fundo é um dos fatores relacionados a algumas características das ondas, como se proporcionará mais ou menos tubos, e se a predominância será para a esquerda ou para a direita. Nesse sentido, os fundos formados por corais ou “*reef breaks*” permitem a formação de um número maior de ondas mergulhantes (tubulares – figura 2). Já os fundos de areia ou “*beach breaks*”, mais conhecidos no Brasil, não permitem uma maior formação de tubos, devido ao movimento da areia (figura 3). Finalmente, nos fundos de pedra ou “*point breaks*” não há movimento dos componentes do fundo, possibilitando que as ondas quebrem no mesmo local (figura 4).

Figura 2 - O fundo da praia de Pipeline. Foto: Sean Davey/ fundo de coral



Fonte: disponível em: [esporte.globo.com/blogs/especial -blog/surfe/post/blog-do-rico-conheca-os-fundos-das-praias.html](https://esporte.globo.com/blogs/especial-blog/surfe/post/blog-do-rico-conheca-os-fundos-das-praias.html). Acesso em: 5 fev.2021

Figura 3 - A praia da Barra da Tijuca é um *beach break*. Foto: Carlos Matias



Foto: Carlos Matias

Fonte: disponível em: [esporte.globo.com/blogs/especial -blog/surfe/post/blog-do-rico-conheca-os-fundos-das-praias.html](https://esporte.globo.com/blogs/especial-blog/surfe/post/blog-do-rico-conheca-os-fundos-das-praias.html). Acesso em: 5 fev. 2021

Figura 4 - J-Bay, na África do Sul, é um *point break*. Foto: WSL



Fonte: disponível em: esporte.globo.com/blogs/especial-blog/surfe/post/blog-do-rico-conheca-os-fundos-das-praias.html. Acesso em: 5 fev. 2021

Quando a onda chega mais próximo da costa, que corresponde a parte mais rasa, a crista quebra na direção do fundo mar.

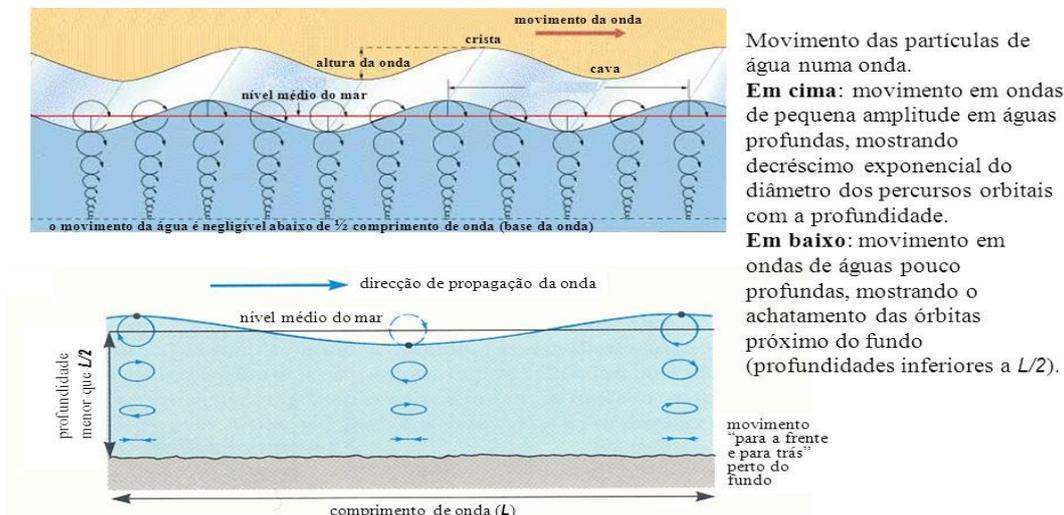
Como comentado anteriormente, para iniciarmos a construção de um modelo para o entendimento da formação das ondas, é necessário analisar a interação entre o movimento do ar e as partículas da superfície da água.

Durante este movimento, o ar fricciona estas partículas, transferindo energia, o que resulta em um movimento elíptico que gera as ondulações, como ilustrado na figura 5, a seguir.

Figura 5 - Ilustração do movimento das partículas da água provocada pelo vento

ONDAS DE SUPERFÍCIE E AGITAÇÃO MARÍTIMA

Movimento das partículas de água numa onda

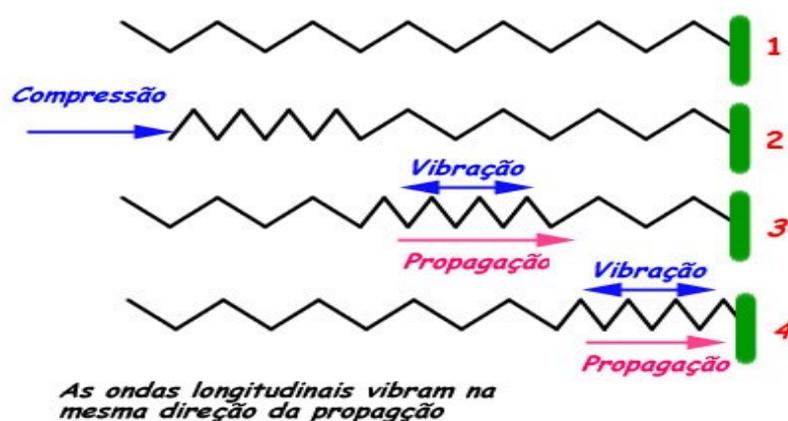


Fonte: disponível em: slideplayer.com.br. Acesso em: 12 abr. 2021

Esse movimento elíptico é uma combinação de oscilações para frente e para trás (que formam ondas longitudinais), e oscilações para cima e para baixo (que formam as ondas transversais).

As ondas longitudinais são aquelas em que a vibração e a propagação ocorrem na mesma direção. Vamos tomar como exemplo uma mola. Quando provocamos uma compressão em uma das suas extremidades, isso provocará um pulso cuja vibração será na mesma direção da sua propagação (figura 6).

Figura 6 - Ondas transversais em uma mola



Fonte: disponível em: <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/fisica/ondas--b-tipos-de-onda-de-vibricao-amplitude-e-comprimento-de-onda.htm>. Acesso em: 12 abr. 2021

Uma onda transversal (figura 7) ocorre quando temos a vibração da onda perpendicular à sua propagação. Por exemplo, se tivermos uma onda transversal se propagando, horizontalmente, em uma corda, as vibrações por onde ela passa serão verticais, de modo que a vibração e a propagação farão entre si um ângulo de noventa graus.

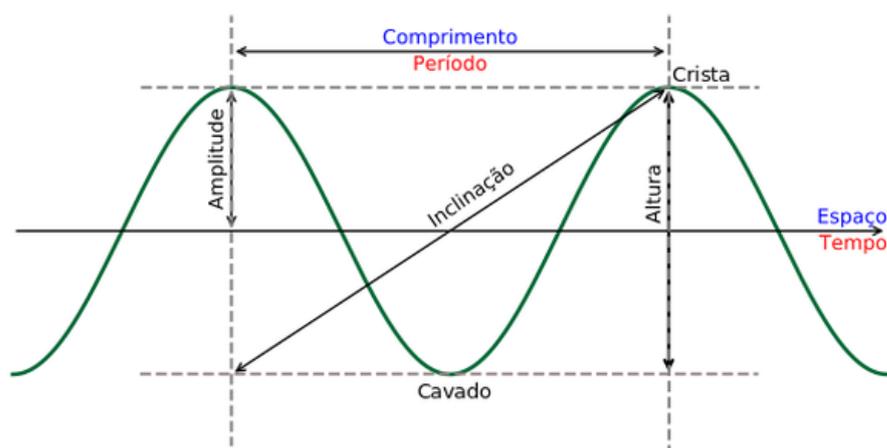
Figura 7 - Ondas longitudinais em uma corda



Fonte: disponível em: <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/fisica/ondas--b-tipos-de-onda-de-vibracao-amplitude-e-comprimento-de-onda.htm>. Acesso em: 5 mar. 2021

Ao analisar a forma das ondas no mar, percebemos que elas podem ser modeladas como compostas por três partes: a crista, o cavado e a área de rebentação (figura 8).

Figura 8 - Componentes de uma onda



Fonte: disponível em: <https://www.batepapocomnetuno.com/post/ondas-oce%C3%A2nicas>. Acesso em: 5 jan. 2021

A crista é a parte mais alta da onda, o cavado é a base da estrutura que sustenta a onda e a área de rebentação, como o próprio nome já diz, é onde a onda, geralmente, se quebra.

O comprimento de onda representado pela letra grega *lambda* (λ) é calculado pela distância entre dois vales, ou duas cristas consecutivas. Para calcularmos a velocidade de propagação da onda, utilizamos a seguinte fórmula:

$$V = \lambda \cdot f$$

Em que a velocidade é igual ao produto do comprimento de onda, multiplicado pela frequência da onda. Como velocidade e comprimento de onda são diretamente proporcionais, a direção de propagação ocorrerá na superfície de separação entre os meios.

3.3 POR QUE A ONDA SE QUEBRA?

À medida que a onda percorre a superfície do mar em direção à costa, a crista vai ficando cada vez mais alta, e o cavado (e a área de rebentação) cada vez mais perto da areia.

No momento em que há mais profundidade, a massa de água perde o equilíbrio e quebra por cima do cavado. Essa quebra pode ocorrer de duas formas conhecidas: como mergulhantes e deslizantes.

Quando as ondas quebram mergulhando, elas formam os famosos tubos d'água (figura 9), os quais são adorados pelos surfistas. Já a quebra deslizante (figura 10) acontece em praias rasas e pouco inclinadas, o que faz com que a onda vá quebrando gradativamente e suavemente, antes mesmo de chegar mais perto da costa.

Figura 9 - Um exemplo de onda mergulhante



Fonte: disponível em: www.guiaviagensbrasil.com/imagens. Acesso em: 12 abr. 2021

Figura 10 - Um exemplo de onda deslizante



Fonte: disponível em: <http://www.ebc.com.br/infantil/voce-sabia/2016/03/como-se-formam-ondas-do-mar>. Acesso em: 12 abr. 2021

3.4 O PERÍODO E O INTERVALO ENTRE AS SÉRIES

Nesta subseção, será discutido como ocorre o período e o intervalo entres as séries das ondas do mar.

Figura 11 - Swell em Malibu, na Califórnia



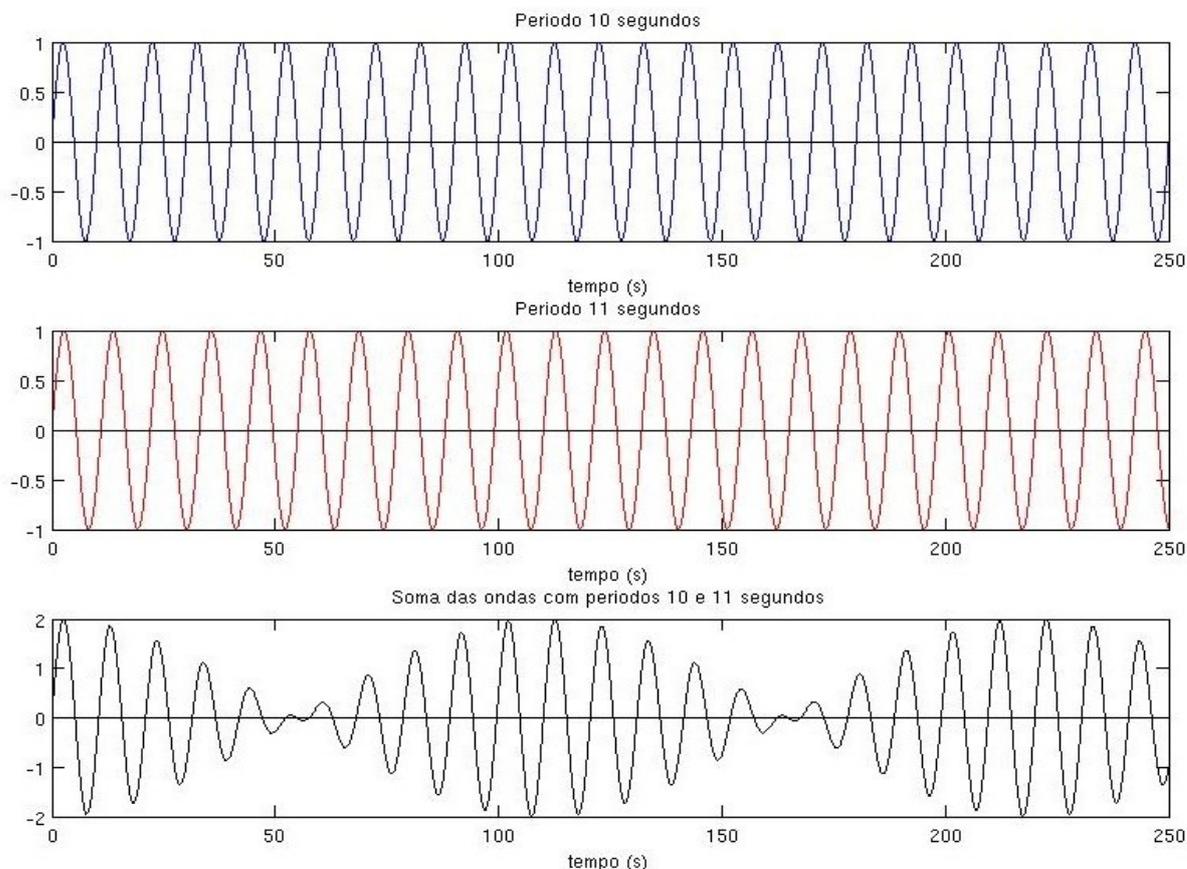
Fonte: disponível em: <https://www.surfguru.com.br/ciencia/2015/07/o-periodo-e-o-intervalo-entre-as-series.html>. Acesso em: 5 jan. 2021

As ondas, como ilustradas na figura 11, viajam desde a área de geração até a praia, com uma velocidade que depende do seu período. Este período corresponde a medida de tempo entre duas ondas sucessivas.

Os grupos de onda que se organizam na forma de séries, movimentam-se com uma velocidade que é a metade da velocidade de propagação das ondas individuais, isto ocorre porque as ondas que estão em grupos perdem energia quando elevam a superfície da água, sumindo por causa das ondas que vem logo atrás, ocorrendo uma paralisação dos movimentos circulares no final de cada grupo de ondas.

Na figura 12, estão ilustrados dois componentes, um com período de 10s e outro com período de 11s, e a série formada pela superposição deles.

Figura 12 - Composição simples entre ondas de períodos ligeiramente diferentes (10 e 11 segundos) formando as séries

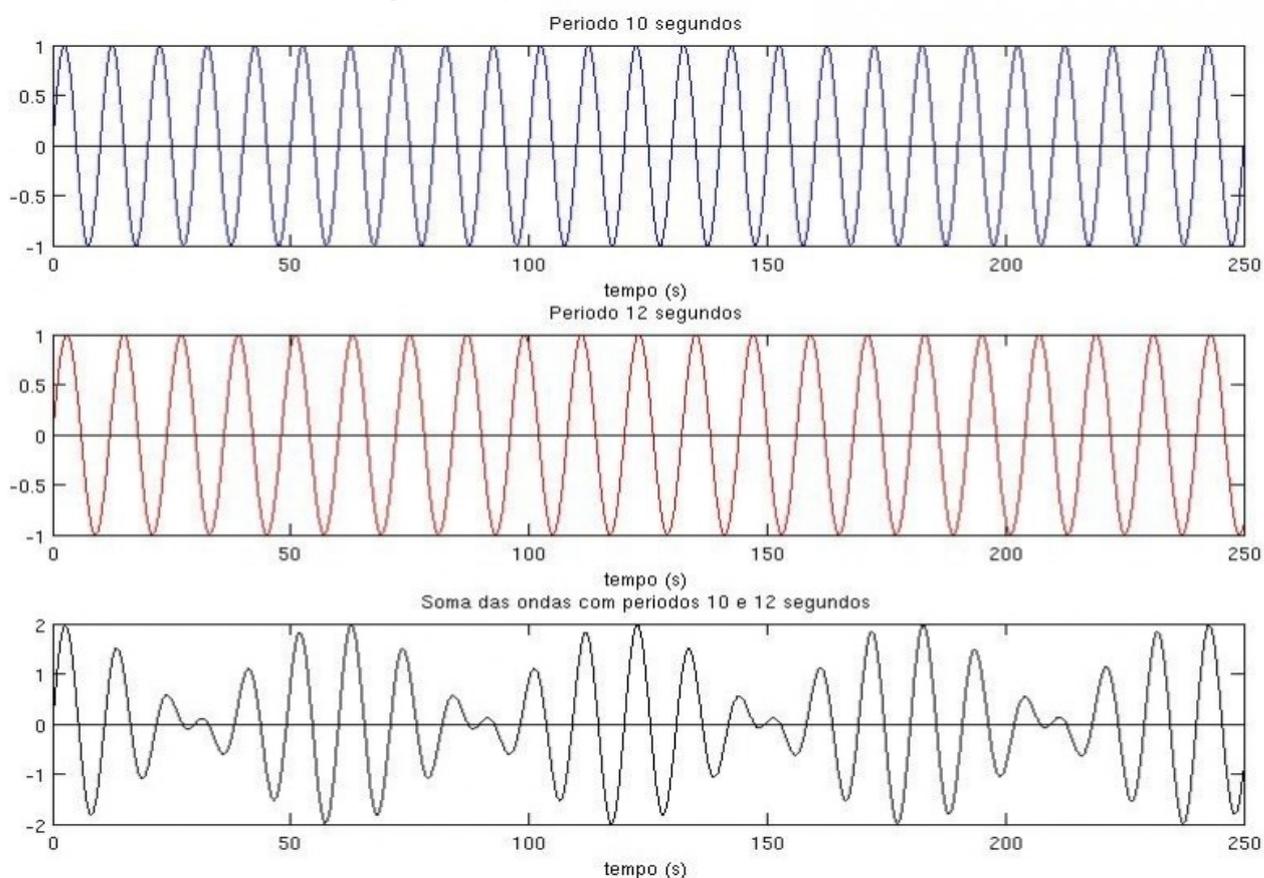


Fonte: disponível em: <https://www.surfguru.com.br/ciencia/2015/07/o-periodo-e-o-intervalo-entre-as-series.html>. Acesso em: 5 jan. 2021

Pode-se perceber a formação das séries e do intervalo entre as séries na soma dos componentes. Isso ocorre devido à interferência construtiva e destrutiva, quando combinadas. Ou seja, uma série é formada por famílias de ondas, com períodos ligeiramente diferentes.

Outro ponto interessante é que se, ao invés de termos ondas de 10 e 11 segundos, tivermos ondas de 10 e 12 segundos, o intervalo entre as séries diminui, porém, o número de ondas na série também. Isso pode ser visto na figura 13, a seguir.

Figura 13 - Composição simples entre ondas de períodos ligeiramente diferentes (10 e 12 segundos) formando as séries. Note o aumento do número de séries e a diminuição da quantidade de ondas nas séries



Fonte: disponível em: <https://www.surfguru.com.br/ciencia/2015/07/o-periodo-e-o-intervalo-entre-as-series.html>. Acesso em: 5 jan. 2021

Ao comparar as figuras, pode-se perceber dois efeitos da ligeira mudança no período das ondas: (i) o aumento do número de séries e (ii) a redução da quantidade de ondas nas séries. À medida que nos afastamos da área de geração, os grupos de ondas vão contendo cada vez mais ondas mais parecidas entre si, com períodos mais próximos, fazendo com que as séries tenham uma maior quantidade de ondas e um maior intervalo.

A frequência (f) corresponde ao número de oscilações de uma onda em um determinado período de tempo. Ela está relacionada ao período (T), a partir da equação:

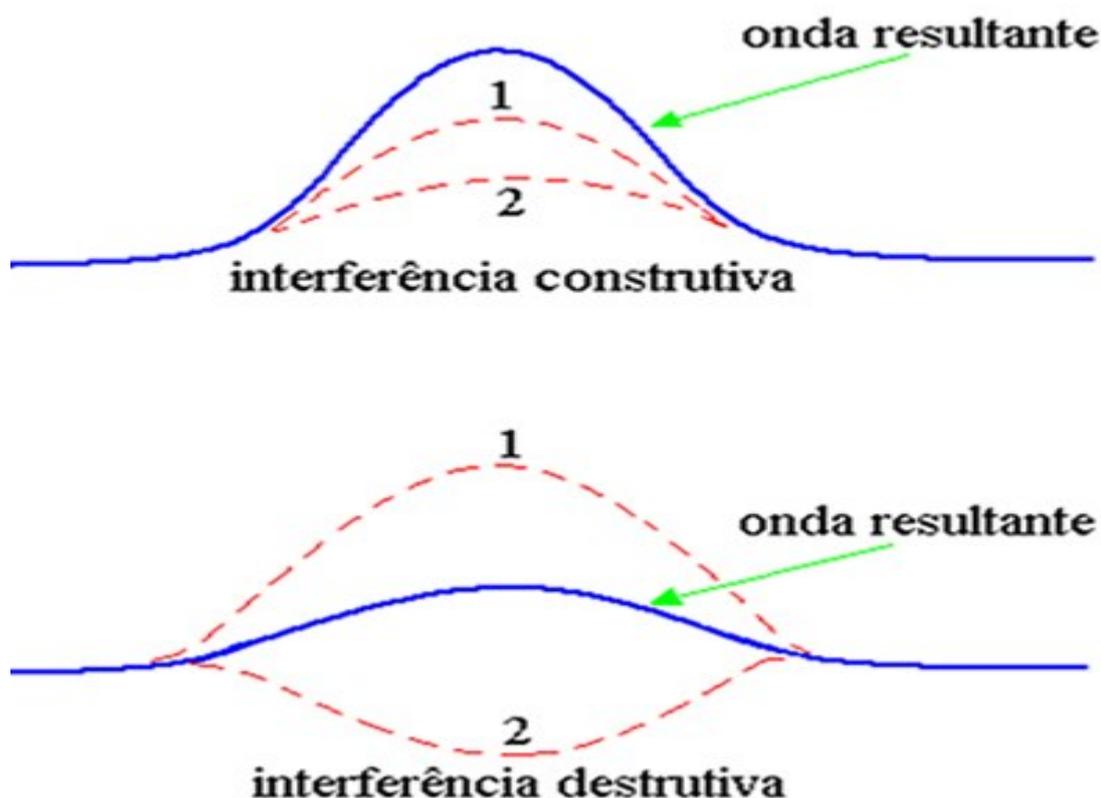
$$f = 1/T$$

3.5 INTERFERÊNCIA ENTRE ONDAS

A interferência de ondas é um fenômeno que ocorre entre o encontro de duas ondas, as quais se propagam no meio, mas com sentidos diferentes.

Podemos ter dois tipos de interferências: a **construtiva** e a **destrutiva**. Observe a figura 14. Na interferência construtiva ocorre um reforço da onda, e a amplitude da onda resultante é maior do que a amplitude de cada uma das ondas.

Figura 14 - Interferências construtiva e destrutiva

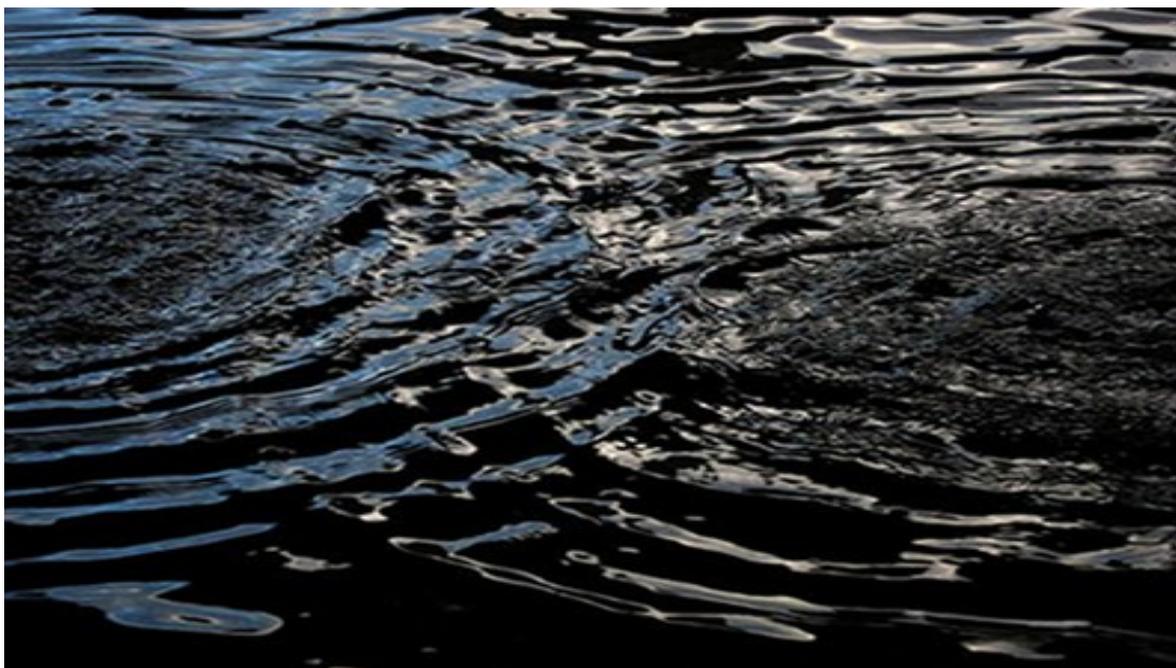


Fonte: disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/interferencia-ondas.htm>. Acesso em: 19 jun. 2021

No caso da interferência destrutiva, ocorre um cancelamento da onda, sendo esse cancelamento total ou parcial, e a amplitude da onda resultante é menor do que pelo menos uma das amplitudes das ondas. Quando ocorre a interferência totalmente destrutiva, o meio não apresenta efeito das perturbações, permanecendo o ponto em equilíbrio, enquanto perdurar a superposição.

Como mostra a figura 15, na água, a interferência ocorre bem na superfície desta, apontando que as regiões mais elevadas correspondem a pontos de interferência construtiva, e as regiões mais calmas, correspondem a regiões de interferência destrutiva.

Figura 15 - Interferência de ondas na superfície da água



Fonte: disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/interferencia-ondas.htm>. Acesso em: 5 jan. 2021

3.6 SURF E TECNOLOGIA

Os surfistas profissionais, acostumados ao oceano inconstante, ficam surpresos com as ondas criadas pela tecnologia desenvolvida por Adam Fincham, um pesquisador da Universidade do Sul da Califórnia e Kelly Slater, que ganhou onze títulos mundiais.

Figura 16 - Um surfista e um cientista uniram-se para criar a onda perfeita



Fonte: disponível em: <https://www.surfguru.com.br/ciencia/2017/11/um-surfista-e-um-cientista-se-uniram-para-criar-a-onda-perfeita.html>. Acesso em: 5 jan. 2021

Em um lago artificial de 700 metros de comprimento, eles criaram um sistema que arrasta uma lâmina de metal cuidadosamente formada, chamada de hidrofólio, através da água.

À medida que a ondulação resultante varre o leito do lago, o qual cientistas, precisamente, modelaram com a ajuda de supercomputadores, ela se transforma em uma onda de *surf* com uma perfeição sobrenatural - de novo e de novo e de novo.

O hidrofólio move-se ao longo da piscina para criar uma onda que quebra da direita para a esquerda. As calhas gigantes servem como amortecedores para reduzir as oscilações e limitar o retorno da água vinda das paredes que cercam a piscina, mas leva três minutos para que as águas se acalmem.

Em seguida, o hidrofólio viaja de volta para o começo da piscina e forma uma onda que quebra na direção oposta. O *surf* pode durar cinquenta segundos, e a onda alterna entre grandes paredes e seções de tubos.

4. A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Nesta seção, serão apresentadas a sequência didática e uma breve discussão a respeito de sua aplicação. Carvalho (2013) diz que é preciso sempre lembrar que a resolução do problema não acaba na etapa manipulativa, quando se resolve o problema, experimentalmente, pois a parte mais importante da resolução do problema é justamente a passagem da ação manipulativa, nesse caso, realizada pelo professor para a ação intelectual, que deve ser feita pelos alunos. As informações decorrentes de observações diretas, gravações, testes, foram utilizadas para efetuar a análise da aplicação da SEI.

Esta técnica de observações diretas, gravações, testes e aplicada em diferentes áreas é que proporciona ao pesquisador analisar, diretamente, os fenômenos estudados. A mestranda observou, gravou e aplicou os testes para análise da SEI, numa sequência de aulas, anotando todas as informações e discussões realizadas pelos estudantes.

Para acrescentar as observações mencionadas pela mestranda na execução da implementação da SEI, foram efetuadas a gravação de áudio e vídeo. Como informa Carvalho (2011, p. 16), “dados obtidos pelas gravações em vídeo se tornaram fundamentais para estudarmos o trabalho desenvolvido em sala de aula, uma vez que os vídeos nos mostravam o detalhamento do processo de ensino e de aprendizagem”.

Essa forma de analisar a pesquisa, faz com que a mestranda tenha um maior detalhamento da implementação da SEI, relacionando o processo ensino-aprendizagem e a interação dos grupos em sala de aula.

As aulas práticas investigativas têm o contexto no qual o estudante desenvolve a curiosidade em resolver o problema proposto pelo professor, dando origem a uma sequência de atividades investigativas na qual o aluno possa diversificar suas ações para a realização da resolução do problema.

O planejamento dessa atividade deve ser de forma simplificada. O problema não pode ser muito complexo, deve ser algo que o estudante possa ter a oportunidade de desenvolver sua estrutura intelectual, aumentando as habilidades cognitivas.

Após terem estudado toda a parte teórica sobre a formação das ondas, os tipos de ondas, os componentes de cada uma, em especial, as ondas do mar, os

estudantes produziram o modelo de onda em atividade experimental, com a utilização de um roteiro.

Essa simulação consistiu na produção de ondas com a utilização dos seguintes materiais: uma bacia com água, um ventilador e uma régua. Ao final, os fenômenos, produzidos a partir das perturbações, foram analisados.

A atividade experimental deve despertar no aluno o interesse em chegar na resolução do problema proposto. Essas aulas experimentais são muito importantes, para que desperte no aluno o interesse pelo conhecimento científico, colocando em prática os conteúdos estudados na teoria, analisando, na prática, o envolvimento dos estudantes na realização da sequência investigativa (CARVALHO, 2011).

4.1 PRODUTO EDUCACIONAL

O Produto Educacional desta pesquisa é uma SEI, que possui como tema principal a formação de ondas no mar. Com base no que está sendo discutido até o momento, a SEI foi composta por atividades distribuídas na forma apresentada no quadro 1.

A primeira coluna mostra a etapa da SEI, de acordo com as recomendações de Carvalho (2013). A segunda coluna aponta o tema e o número da aula. A terceira é referente a metodologia da aula, e a quarta aborda os recursos didático-pedagógicos que serão utilizados ao longo da aula.

Quadro 1 - Etapas da SEI

Etapas da SEI	Objetivo	Metodologia	Recursos Didáticos
Abordagem conceitual	Pré-teste: o que sabem os estudantes sobre Ondas.	Utilizar os conhecimentos prévios.	Pré-teste.
Proposição	Aula 1: Apresentação da problemática Central.	Análise do vídeo.	Vídeo. Problemática.

Resolução	Aula 2: Investigação do problema.	Pesquisar sobre o tema proposto.	Textos; Livros; Internet.
Resolução	Aula 3: Ao trabalho!	Produção de ondas.	Bacia; Água; Régua; Ventilador.
Resolução	Aula 4: Ao trabalho (continuação)	Produção de ondas.	Bacia; Água; Régua; Ventilador.
Comunicação	Aula 5: Comunicando o resultado.	Produção de ondas.	Quadro; Projektor.
Sistematização	Aula 6: O que falta discutir?	Por que as ondas se quebram?	Quadro; Projektor.
Sistematização	Aula 7: O que falta discutir? (Continuação)	Movimento periódico das ondas no mar.	Projektor.
Sistematização	Aula 8: O que falta discutir? (Continuação)	Resolução do questionário (Movimento periódico).	Questionário.
Contextualização	Aula 9: Discutindo os conhecimentos.	Analisando os dados coletados.	Projektor.

Contextualização e Avaliação	Aula 10: Apresentação do seminário.	Divulgação dos resultados.	Projektor.
-------------------------------------	--	----------------------------	------------

Fonte: elaborado pelos autores

Essa SEI é composta por dez aulas. As duas primeiras estão reservadas para a Proposição do Problema. A discussão e resolução da problemática foi realizada nas aulas três, quatro e cinco. Nas aulas seis, sete e oito foram feitas reflexões a respeito do que faltava discutir, levando em consideração o que os alunos pesquisaram. A aula nove foi utilizada para a organização dos dados coletados e, finalmente, na aula dez apresenta-se a resolução do problema proposto.

Carvalho (2013) afirma que pequenos ciclos de estudos em grupos podem ser realizados, sendo assim, a aula cinco serve para abordar e sugerir novas interrogações no que diz respeito ao conteúdo relacionado a formação de ondas. Dessa maneira, as aulas seguintes serviram para explicar o conteúdo de Física, cientificamente, na demonstração da produção de ondas.

Ainda de acordo com Carvalho (2013), a avaliação da aprendizagem deve ser inovadora. Dessa forma, foi avaliado como os estudantes se comportaram em uma atividade prática em grupo, para a realização da produção de ondas do mar. Nesse momento, foram analisados os comportamentos dos grupos, o conteúdo abordado e a produção das ondas.

Logo após, os estudantes participaram de uma mesa redonda, para argumentar a respeito dos resultados encontrados, relacionando com o seu cotidiano, por exemplo, quando passeiam na praia com seus familiares.

No quadro 2, é mostrado como ocorreu a aplicação da SEI em sala de aula, tendo em vista os objetivos apresentados para a realização do problema proposto:

Quadro 2 - Aplicação da SEI

DATA	TEMA	OBJETIVO
10/11/2021	Apresentação da Problemática Central.	Discutir a formação das ondas; Problematização da SEI; Assistir ao vídeo, realizar uma discussão, analisar os conhecimentos prévios dos alunos, procurando fazer com que os estudantes tenham interesses em investigar o problema, e queiram solucioná-lo.
11/11/2021	Investigação do problema	Investigar o problema da SEI; Pesquisar a resolução do problema.
17/11/2021	Formação das ondas do mar.	Analisar o que é uma onda; Como as ondas são formadas; Quais os tipos de ondas; Elaborar a apresentação dos resultados.
18/11/2021	Investigando os diferentes tipos de ondas.	Diferenciar ondas longitudinais e ondas transversais.
24/11/2021	Boas ondas para o <i>Surf</i> .	Evidenciar quais as ondas para a prática do <i>surf</i> ; Discutir a importância dos sistemas de baixa pressão.
25/11/2021	1 Por que as ondas se quebram? 2	Explicar o conceito de componentes da onda; Evidenciar quais as formas de ondas, se é mergulhante ou deslizante.

01/12/2021	Construção das apresentações (Continuação).	Organizar as ideias; Montar as apresentações.
02/12/2021	3 Movimentos periódicos das ondas do mar.	Investigar quais as grandezas relevantes; Investigar a amplitude da onda no mar; Analisar período e frequência; Investigar velocidade de propagação da onda.
08/12/2021	Demonstrando o Resultado.	Apresentar os resultados encontrados; Analisar se houve o entendimento do problema proposto; Analisar a organização do trabalho em grupo.
09/12/2021	4 Fechamento.	Analisar o trabalho em grupo; Discutir o aproveitamento do trabalho.

Fonte: elaborado pelos autores

4.2 PARÂMETROS DE ANÁLISE DA SEQUÊNCIA

Os parâmetros de análise, segundo Baumer (2017), foram produzidos a partir do referencial de Carvalho (2013), sendo considerados os objetivos da pesquisa, avaliando quais os elementos importantes do Ensino Investigativo se fizeram presentes durante a implementação da SEI sobre ondulatória. Para isso, ressaltamos os elementos fundamentais que devem estar compreendidos em uma sala de aula investigativa:

- O problema central da SEI foi apresentado de forma natural, em meio ao contexto didático criado?
- Os estudantes entenderam o problema proposto?

É função do professor analisar se os estudantes compreenderem o problema a ser resolvido.

- Os grupos apoderaram-se do problema para si mesmo?
- Houve trabalho em grupo?
- Teve manifestação de resolução?
- Obtiveram verificação de hipótese?
- Os estudantes possuíram condições para o levantamento dessas hipóteses?
- As hipóteses foram testadas?
- Os grupos colocaram em práticas suas ideias?
- Houve tempo e espaço para o entendimento do conhecimento coletivo?

Portanto, “ao ouvir o outro, ao responder à professora, o aluno não só relembra o que fez, como também colabora na construção do conhecimento que está sendo sistematizado” (CARVALHO, 2013, p. 12).

- Os grupos argumentaram suas explicações?

É nesse momento que os estudantes precisam de uma argumentação científica, utilizando de conceitos que expliquem o fenômeno analisado.

Os estudantes obtiveram oportunidades para a estruturação do conhecimento individual? Carvalho (2013) afirma que o diálogo e a escrita são atividades complementares, e, mais que isso, são fundamentais em aulas de Ciências, pois “como o diálogo é importante para gerar, clarificar, compartilhar e distribuir ideias entre os alunos, o uso da escrita se apresenta como instrumento de aprendizagem que realça a construção pessoal do conhecimento” (CARVALHO, 2013, p. 13).

Ocorreu sistematização dos conhecimentos? Carvalho (2013) sugere a utilização de um texto de sistematização, por utilizar uma linguagem mais formal.

- A sistematização foi integralizada ao problema?
- Houve verificação se os estudantes compreenderam o que estava sendo sistematizado?
- A avaliação no final da SEI foi realizada de forma diferenciada?

Baseados nesses parâmetros, a sequência foi analisada, para mostrar o seu potencial para o ensino e o alcance dos objetivos da pesquisa. Esses parâmetros serão evidenciados ao longo do próximo capítulo, onde os momentos das aulas são apresentados.

5. RESULTADOS E ANÁLISES

5.1 CONTEXTO E PARTICIPANTES

O projeto foi realizado em uma escola estadual, localizada no município de Navegantes (SC). A escola funciona em três períodos – matutino, vespertino e noturno, ofertando os ensinos fundamental II e médio, dessa forma, atendendo estudantes entre 11 e 20 anos.

Em 2021, haviam 1175 alunos matriculados (120 no ensino fundamental II e 1055 no médio). Com relação à estrutura física, a escola possui um ginásio de esportes, uma biblioteca e um laboratório de informática com 15 *notebooks* e três projetores.

No período matutino, funcionavam o ensino fundamental II (uma turma do oitavo ano e uma do nono) e o médio (cinco turmas de primeiro ano, cinco turmas de segundo, e três turmas de terceiro). No vespertino, a escola ofertava três turmas de ensino fundamental II (uma de sexto ano, uma de sétimo, e uma de oitavo), e dez turmas de ensino médio (quatro de primeiro ano, quatro de segundo e duas de terceiro). No período noturno, eram ofertadas turmas apenas de ensino médio (três de primeiro ano, duas de segundo e três de terceiro).

Este projeto foi realizado em uma turma do segundo ano, do ensino médio matutino, composta por quinze estudantes, sendo sete meninas e oito meninos. A escolha dessa turma se deu por ser uma turma bem extrovertida, dinâmica e comprometida.

A metodologia empregada para a avaliação da sequência didática foi a qualitativa, do tipo exploratória e experimental, que se propõe a identificar as principais relações e características do fenômeno estudado, que neste caso leva em consideração a participação e a aprendizagem dos estudantes durante a SEI sobre ondas.

As discussões realizadas pelos grupos, durante a realização do trabalho, foram expostas por meio de seminários. Nesse sentido, os estudantes responderam questões, mediante à apresentação de ideias e concepções sobre o processo de ensino de ciências por investigação, e como ocorreu a construção das formações de ondas.

A realização da pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) (CAAE 51842321.0.0000.0121).

5.2 RESULTADOS E ANÁLISE

No decorrer da seção, serão apresentados os principais resultados alcançados no decorrer das atividades realizadas da sequência didática. A apresentação será mostrada em três partes: a primeira abrangerá uma discussão da síntese das aulas executadas no decorrer da aplicação, a segunda é uma verificação da produção de ondas na aula experimental, e a terceira se refere aos conhecimentos obtidos nos resultados dos estudantes na mesa-redonda.

A análise da produção de conhecimento na mesa-redonda foi realizada em duas etapas: para que os estudantes compreendessem por meio de uma sequência didática investigativa a resolução de uma situação-problema na análise de uma aula experimental, e se os estudantes conseguiram relacionar uma situação do cotidiano por meio do uso da investigação.

5.2.1 Descrição das aulas

A aplicação da sequência didática foi realizada nos meses de novembro e dezembro de 2021. Nesse ano, o sistema educacional sentiu os efeitos referentes à Covid-19. Com o retorno das atividades presenciais nas escolas estaduais em Santa Catarina, todas as atividades realizadas no ambiente escolar tiveram o acompanhamento da professora pesquisadora, sempre tomando todos os cuidados com os protocolos sanitários solicitados para a realização das atividades, designados no plano de contingência do município, no que se refere ao distanciamento social, uso de máscara o tempo todo, a utilização de álcool em gel 70%, e na higienização de todos os materiais utilizados.

Nesta seção, será apresentada uma breve descrição dos momentos pedagógicos, considerados importantes durante as aulas, em conformidade com as atividades desenvolvidas, as quais estão estabelecidas no quadro etapas da SEI, que se referem à sequência didática.

Aula 1: 10 de novembro de 2021 – 45 minutos (uma aula)

Na primeira aula da realização do projeto, a professora (mestranda) apresentou um vídeo disponível no *Youtube*, com duração de quatro minutos e cinquenta e seis segundos, para discutir uma situação problema pelo método da investigação no ensino de Física. Esse vídeo foi escolhido para dar início à discussão em sala de aula, pois ele apresenta a formação de ondas no mar. O vídeo explica como o movimento do ar provoca pressão e forças de fricção sobre a superfície da água, e a conseqüente transferência de energia do ar para a água.

Ao iniciar o vídeo, a professora propôs que os estudantes prestassem atenção ao conteúdo. Em seguida, foi realizada discussão, para analisar as dúvidas dos estudantes, como: “Como o vento tem a ver com a formação de ondas? Em que distância essas ondas são formadas? E como é formada essas ondas em dias tranquilos, quando não tem vento?” O *link* do vídeo está disponível no apêndice A.

No diálogo com os estudantes a respeito do vídeo, discutimos como ocorre a formação das ondas no mar. O problema central da SEI foi surgindo, naturalmente, no contexto da aula, criando expectativas de como ocorre a formação desta onda.

Sendo assim, os estudantes conseguiram entender o problema proposto e ficaram curiosos para saber como solucioná-lo e de que forma iria acontecer essa resolução ao longo das aulas.

Aula 2: 11 de novembro de 2021 – 45 minutos (uma aula)

Os estudantes foram divididos em grupos de cinco integrantes cada, e tiveram o acompanhamento da professora ao laboratório de informática. Eles realizaram as pesquisas sobre o tema proposto, utilizando a *internet*.

Para nortear a atividade, os estudantes foram orientados a investigar alguns aspectos abordados no vídeo, como:

- O que provoca as ondas?
- Como o vento influencia na formação das ondas?

Nesse momento da aula, os estudantes trabalharam em grupos, todos reunidos, discutindo a atividade. Após dez minutos de pesquisas na *internet*, os estudantes levantaram algumas hipóteses, para a formação da onda, como: o tipo de solo em que essa onda é formada, a que distância ocorre a formação da onda,

chegando à conclusão de que a onda é formada pela ação do vento há milhares e milhares de quilômetro da costa.

Aula 3: 17 de novembro de 2021 – 45 minutos (uma aula)

Ao realizar as pesquisas, os alunos responderam um questionário, o qual se encontra disponível no apêndice B, sobre a formação das ondas no mar. A professora ficou mediando as atividades desenvolvidas.

Os grupos, às vezes, solicitavam o auxílio da professora. As dúvidas mais frequentes foram:

- Quais são as palavras corretas para a busca, e quais os são os *sites*? (Cabe ressaltar que apareceram diversos *sites*, e os estudantes tiveram dificuldades em selecionar os *sites* mais adequados, uma vez que eles costumam acessar aos primeiros que são informados pelo *site* de busca).
- Saber como as ondas são formadas.
- Um aluno perguntou se o sal tem a ver com a formação das ondas, quando o surfista consegue “pegar” essa onda?
- Quais as direções das ondas?

Na aula de número dois, os estudantes apontaram algumas hipóteses a respeito de como seria a formação da onda no mar. Em seguida os alunos foram estruturar suas pesquisas, individualmente, analisando o que anotaram em seus cadernos. Depois, passaram para os grupos as respostas adquiridas ao longo da pesquisa. Logo adiante, os grupos reuniram-se, e sistematizaram os conhecimentos adquiridos para a sala de aula.

Aula 4: 18 de novembro de 2021 – 45 minutos (uma aula)

Os estudantes investigaram sobre os diferentes tipos de ondas, como: diferenciar as ondas longitudinais e as ondas transversais. Para que os estudantes conseguissem realizar essa pesquisa, eles foram orientados a ir ao laboratório de informática com o auxílio de um questionário. Esse questionário compõe-se por cinco questões, o qual está disponível no apêndice B. As dúvidas mais frequentes foram:

- Interpretação de texto.
- Como diferenciar uma onda longitudinal de uma onda transversal?

Nessa etapa, os estudantes trabalharam somente em grupos, verificaram o que anotaram sobre a resolução das questões das ondas longitudinais e das ondas transversais, fizeram a sistematização das suas respostas, e passaram para o grande grupo o conhecimento adquirido ao longo da pesquisa.

Aula 5: 24 de novembro de 2021 – 45 minutos (uma aula)

Nesta aula, os grupos pesquisaram na *internet* sobre: As boas ondas para o *surf*. A importância dos sistemas de baixa pressão. Os estudantes tiveram várias dúvidas:

- Como vou saber quais são as ondas boas para a prática do *surf*?
- O que é sistema de baixa pressão?
- Como esse sistema influencia na formação da onda?

Para responder a essas questões, os estudantes precisaram investigar como a pressão atmosférica é influenciada pela temperatura naquela região.

Os estudantes trabalharam em grupos, pois houve muitas dúvidas. Para que eles conseguissem sistematizar suas respostas, discutiram bastante entre os grupos, de forma a saber o que é um sistema de baixa pressão, e quais seriam as ondas boas para a prática do *surf*. No decorrer das discussões, os estudantes conseguiram apresentar suas respostas.

Aula 6: 25 de novembro de 2021 – 45 minutos (uma aula)

Os grupos organizaram-se no laboratório de informática, dando continuidade às suas pesquisas. Norteados por um questionário, disponível no apêndice B, eles deveriam buscar respostas relacionadas a questão: Por que as ondas quebram?

Para responder à questão, eles deveriam:

- discutir conceitos relacionados aos componentes de uma onda;
- evidenciar as formas das ondas;
- definir e diferenciar ondas mergulhantes e deslizantes, entre outros pontos.

Durante a atividade, os grupos solicitavam auxílio da professora, por intermédio de perguntas, como:

- O que faz uma onda se quebrar?
- Como vou saber diferenciar se as ondas são mergulhantes ou deslizantes?
- O que seria componente de onda?
- Como vou relacionar esses componentes?

Após os grupos pesquisarem sobre os componentes das ondas, eles analisaram as diferenças entre ondas mergulhantes e ondas deslizantes. Os estudantes foram reformular a construção de seus conhecimentos com o coletivo, averiguando as suas anotações durante as pesquisas, ou seja, sistematizando seus conhecimentos.

Aula 7: 1 e 2 de dezembro de 2021 – 90 minutos (duas aulas)

Os grupos continuaram suas pesquisas, no laboratório de informática, sobre movimentos periódicos e as grandezas relevantes para a descrição das ondas. E, em seguida, responderam a um questionário, disponível no apêndice B, sobre os temas pesquisados.

Esta aula finalizou a parte teórica do projeto, que está relacionada às pesquisas no laboratório de informática sobre a formação de ondas.

No dia dois de dezembro, os grupos iniciaram a realização da aula prática.

Os materiais utilizados foram:

- uma bacia completamente cheia com água;
- um pedaço de cortiça;
- ventilador.

O ventilador e a cortiça serviram para analisar o comportamento de um corpo, ao fazer perturbações na água com uma régua e com o vento produzido pelo ventilador. Cada grupo realizou este mesmo experimento, sendo orientado por um roteiro (apêndice C). Os objetivos dessa atividade foram:

- identificar a formação de ondas no mar;
- analisar como um surfista “pega” uma onda;
- identificar como o vento influencia na formação de ondas.

Nesta aula, os estudantes tiveram a oportunidade de testarem suas hipóteses adquiridas na aula de número dois, além de realizarem a aula prática sobre a formação de ondas no mar.

Essas hipóteses foram testadas ao realizarem perturbações com uma régua em um recipiente cheio com água, e, em seguida, a realização das perturbações utilizando um ventilador, para obter certeza sobre se o vento tem ou não algo a ver com a formação de ondas no mar. Ao verificar essas hipóteses, os estudantes perceberam que a formação de ondas ocorre com a força do vento na superfície da água.

Aula 8: 8 de dezembro 2021 – 45 minutos (uma aula)

Houve disponibilização nesta aula, para que os grupos organizassem suas ideias, e apresentassem os resultados obtidos ao longo das aulas. Os estudantes, em seus respectivos grupos, utilizaram o laboratório de informática a fim de construir suas apresentações, utilizando *slides* no *PowerPoint*.

Na produção dos *slides*, a professora orientou os estudantes a inserirem figuras, de forma a formularem suas explicações a respeito dos fenômenos que as imagens produzem para uma melhor compreensão do ensino-aprendizagem.

Assim, nessa aula, houve tempo e espaço para o entendimento coletivo, a elaboração de argumentos e explicações, a oportunidade de estruturação do conhecimento individual e a sistematização do conhecimento construído.

Aula 9: 9 e 10 de dezembro de 2021 – 90 minutos (duas aulas)

Os grupos iniciaram a apresentação dos resultados da seguinte forma:

Grupo 1 - montou suas apresentações falando sobre:

- O que é uma onda?
- Como as ondas são formadas?
- Quais são os tipos de ondas?

Quando os grupos iniciaram suas apresentações, os que não estavam ainda apresentando ficaram em silêncio, assistindo. Ao término da apresentação foi aberto para perguntas, sendo que os demais estudantes falaram: “Não sabiam que as

ondas do mar eram formadas pela ação do vento, e que existiam vários tipos de ondas”.

Grupo 2 - fez suas apresentações a respeito de:

- Diferenciar quais os tipos de ondas longitudinais e transversais.
- Quais as ondas boas para a prática do *surf*?
- O que é um sistema de baixa pressão?

A pergunta que os estudantes fizeram foi: “A onda criada por terremotos é qual tipo de onda?”

Grupo 3 - falou acerca de:

- Características das ondas.
- Amplitude.
- Comprimento de onda.
- Velocidade.
- Frequência.
- Período.
- Classificação das ondas.
- Ondas unidimensionais.
- Ondas bidimensionais.
- Ondas tridimensionais.

Após terminarem as apresentações, os alunos que estavam assistindo perguntaram:

- Os surfistas gostam de ir para o Havaí para pegar ondas, por que lá as ondas são bem grandes?
- Quanto mais alta for a onda é melhor?

Grupo 4 - fez suas apresentações sobre:

- Por que as ondas se quebram?
- Ondas mergulhantes.
- Ondas deslizantes.

Os alunos que assistiram à apresentação perguntaram:

- Sobre os diferentes tipos de fundo no mar.
- As ondas se quebram de forma diferente?

Nesta aula, os estudantes apresentaram os resultados encontrados em suas pesquisas, e conseguiram sistematizar, integrando ao problema proposto. Eles

verificaram se as soluções estavam corretas, quando realizaram a aula experimental na produção de onda na superfície da água, nota-se que os estudantes compreenderam o que estava sendo investigado. A verificação desta sequência didática foi realizada de forma diferenciada, na qual os estudantes foram avaliados ao longo da aplicação, de forma a verificar se os conhecimentos científicos foram adquiridos. Essa análise foi verificada pela avaliação formativa, ou seja, a qualidade na qual os estudantes obtiveram seus conhecimentos ao longo do processo ensino-aprendizagem.

Aula 10: 12 de dezembro de 2021 - 45 minutos (uma aula)

Avaliação final – 12 de dezembro de 2021

A professora organizou a sala, e os respectivos grupos de estudantes, de forma a abrir discussão a respeito do tema abordado, analisando como eles comportaram-se ao longo dessas ações práticas. As atividades foram todas realizadas no ambiente escolar, iniciando com a análise do vídeo (formação de ondas no mar). Em seguida, os estudantes foram divididos em grupos. A professora observava o comportamento deles ao se relacionarem com seus grupos, e de que forma esses grupos faziam as divisões de tarefas ao longo de cada atividade realizada. A professora percebeu que os estudantes, às vezes, discutiam entre eles para organizar as tarefas.

No início da aula prática, houve um momento que os grupos “estavam brincando”, e a professora informou sobre a responsabilidade que cada grupo tinha em realizar a tarefa. No final, os grupos realizaram a atividade e perceberam o quanto a aula prática foi importante, pois puderam observar, na prática, o quanto os fenômenos que eles conseguiram produzir estavam relacionados com o que foi discutido em sala de aula. Alguns alunos fizeram comentário sobre, perguntando: O que provoca a formação das ondas do mar? O quadro 3, a seguir, demonstra as questões utilizadas na aplicação da SEI.

	<p>são mergulhantes ou deslizantes?</p> <p>O que seria componente de onda?</p> <p>Como vou relacionar esses componentes?</p>
Aula 7: 01 e 02 de dezembro de 2021.	<p>Identificar a formação de ondas no mar.</p> <p>Analisar como um surfista “pega” uma onda.</p> <p>Identificar como o vento influencia na formação de ondas.</p>
Aula 8: 08 de dezembro 2021.	<p>Esta aula foi disponibilizada para que os grupos organizassem suas ideias, e apresentassem os resultados obtidos ao longo das aulas.</p>
Aula 9: 09 e 10 de dezembro de 2021.	<p>Grupo 1 - montou suas apresentações falando sobre:</p> <p>O que é uma onda?</p> <p>Como as ondas são formadas?</p> <p>Quais são os tipos de ondas?</p> <p>Grupo 2 - fez suas apresentações acerca de:</p> <p>Diferenciar quais os tipos de ondas longitudinais e transversais.</p> <p>Quais as ondas boas para a prática do <i>surf</i>?</p> <p>O que é um sistema de baixa pressão?</p>

	<p>Grupo 3 - falou a respeito de:</p> <p>Características das ondas.</p> <p>Amplitude.</p> <p>Comprimento de onda.</p> <p>Velocidade.</p> <p>Frequência.</p> <p>Período.</p> <p>Classificação das ondas.</p> <p>Ondas unidimensionais.</p> <p>Ondas bidimensionais.</p> <p>Ondas tridimensionais.</p> <p>Grupo 4 - fez suas apresentações sobre:</p> <p>Por que as ondas se quebram?</p> <p>Ondas mergulhantes.</p> <p>Ondas deslizantes.</p>
<p>Aula 10: 12 de dezembro de 2021.</p> <p>Avaliação final</p>	<p>O que provoca a formação das ondas do mar?</p>

Fonte: elaborado pelos autores

A partir da descrição das aulas, observa-se que na aula 1, por intermédio das discussões sobre o vídeo, foi criado um contexto natural para a inserção das perguntas norteadoras da sequência didática. As discussões realizadas ao longo das atividades permitiram a percepção de que os grupos não somente compreenderam o problema, como apoderaram-se do problema proposto.

Houve diversos espaços, ao longo das aulas, para a realização de trabalhos em grupo, discussões, levantamento e teste de hipóteses, construção coletiva de argumentos, e sistematização de conhecimentos.

Da mesma forma, durante a sequência, procurou-se criar espaços para que os estudantes também pudessem construir argumentos, e sistematizar seus conhecimentos de forma individual.

Ao final, a produção do conhecimento foi avaliada de forma diferenciada, por meio da produção escrita, que ocorreu durante os diferentes momentos de sistematização, os quais culminaram com os debates durante as apresentações pelos grupos, a partir de diferentes recortes relacionados ao problema proposto. Os estudantes ainda tiveram um momento para expor suas opiniões a respeito da sequência e das atividades realizadas.

Dessa forma, entende-se que os critérios apresentados por Baumer (2017) para a análise das SEIs foram atendidos, e que a sequência desenvolvida possui potencial não somente para proporcionar a aprendizagem de conceitos, mas também para constituir uma situação diferenciada de ensino.

5.2.2 Considerações dos estudantes sobre a sequência didática

Esse projeto foi avaliado a partir da observação da professora, em relação a alguns critérios, os quais ocorreram ao longo de todas as aulas produzidas no projeto. Por exemplo, como os estudantes se comportaram no trabalho em grupo, de que forma realizaram a divisão de tarefas, e de que maneira discutiram acerca da realização da aula prática na forma de mesa-redonda.

A professora organizou os estudantes em formato de círculo, para que ocorresse uma discussão a respeito do aproveitamento da aplicação do projeto. Cada grupo informou quais foram os desafios para a realização dessas aulas e também a sua produtividade. De maneira geral, os grupos informaram que as aulas praticadas desta forma foram muito boas, pois eles utilizaram vários ambientes para a realização, porque as aulas de Física em apenas um único ambiente como a sala de aula, tornam-se cansativas e desinteressantes. Eles também relataram que foi um pouco cansativo responder a vários questionários relacionados ao tema.

5.3 AVALIAÇÃO DOS ESTUDANTES

Na investigação, o estudante aponta a forma de como será a resolução de uma situação problema de acordo com a avaliação para esse desempenho. Dessa forma, segundo Carvalho (2013 p.18), “uma avaliação na investigação não pode ser somativa, que vise a classificação dos alunos, mas, sim, uma avaliação formativa que seja instrumento para que os alunos e professor confirmem se estão ou não aprendendo”.

Os critérios de avaliação foram divididos de dois modos:

- I. Pesquisa e discussão dos conhecimentos teóricos para a produção de ondas.
- II. Produção de ondas em uma aula experimental.

Na primeira etapa, os estudantes conduziram as pesquisas com o objetivo de responder às perguntas dos questionários, os quais podem ser encontrados no Apêndice B. As perguntas tinham como objetivo permitir aos estudantes: (i) discutir a formação das ondas no mar; (ii) determinar as grandezas envolvidas na descrição do fenômeno; e (iii) diferenciar os tipos de onda.

Com relação a formação das ondas no mar, pode-se concluir que, os estudantes foram bem-sucedidos, pois de maneira geral relacionaram a formação das ondas com a ação do vento, como ilustram as respostas a seguir:

Aluno 01: A formação das ondas do mar, ocorre com a ação do vento o qual, ao soprar por longas distâncias, empurra a água até gerar nela essas ondulações. Esses tipos de onda são classificados como mecânica, uma vez que precisa de um meio para se propagar.

Aluno 03: As ondas na superfície do mar, são criadas pela força da ação do vento. (QUESTIONÁRIOS, APÊNDICE B, 2021).

Em relação ao item (ii), os estudantes conseguiram identificar as grandezas no fenômeno, como ilustram os seguintes extratos:

Aluno 02: São caracterizadas por grandezas como período e frequência: período é o tempo que a onda gasta para percorrer um ciclo e a frequência é o número de ciclos por unidade de tempo.

Aluno 03: Amplitude é a altura da onda; frequência número de oscilações das ondas em um determinado tempo.

Aluno 04: Período: tempo que a onda gasta para percorrer um ciclo; Frequência: número de ciclos por unidade de tempo.

Aluno 06: Amplitude – altura da onda; Frequência – o número de oscilações da onda e o Período – o tempo de um comprimento de onda. (QUESTIONÁRIOS, APÊNDICE B, 2021).

No que se refere a diferenciação dos tipos de ondas, a pesquisadora percebeu que, de maneira geral, os estudantes foram capazes de identificar ou diferenciar a natureza das ondas e a forma de propagação, como ilustram os extratos de respostas a seguir:

Aluno 04: As ondulações nos locais mais distantes da praia formam as ondas, como as ondas mecânicas que não transportam matéria, mas precisa de um meio para se propagar.

Aluno 08: Os tipos de ondas quanto a sua natureza são classificados como: Ondas mecânicas – São aquelas que necessitam de um meio para se propagar, exemplo: ondas em cordas e ondas sonoras; Ondas eletromagnéticas – São ondas que não necessitam de um meio material para se propagar, exemplo: ondas de rádios, raios X, luz e etc.

Aluno 10: As ondas são classificadas quanto a sua propagação em longitudinais e transversais.

Aluno 15: Na natureza existem vários tipos de ondas como: as ondas mecânicas as ondas eletromagnéticas etc. (QUESTIONÁRIOS, APÊNDICE B, 2021).

Na seção seguinte, serão apresentados os resultados alcançados pelos estudantes na resolução da avaliação final, associando os aspectos relacionados a resolução da situação-problema e às etapas que consistem um processo de ensino por investigação. A avaliação encontra-se disponível no Apêndice C.

5.4 ANÁLISE DAS RESPOSTAS DA RESOLUÇÃO DA SITUAÇÃO PROBLEMA

Nesta seção, serão apresentadas as soluções, análises e discussões a respeito das questões da avaliação final que podem ser vistas no Apêndice C. Essa pergunta é uma situação-problema relacionada com uma abordagem tradicional.

Portanto, os estudantes devem utilizar os conhecimentos adquiridos por intermédio da abordagem investigativa, para responder questões mais próximas das tradicionais.

- 1) Ao fazer pequenas perturbações com a régua, o que acontece com a água?

Todos os 15 estudantes responderam à primeira pergunta. Para que a resposta fosse considerada adequada, os estudantes deveriam analisar como essa onda está se formando através dos movimentos realizados, ou seja, as respostas deveriam relacionar a formação das ondas a partir da perturbação do meio.

Oito estudantes (53,33% dos participantes) responderam à questão de forma satisfatória, como ilustram os exemplos a seguir.

Aluno 3: A água começa a se movimentar de forma irregular, formando várias ondas de tamanhos diferentes. Notamos isso com a ajuda da cortiça que balançava conforme a força da água.

Aluno 6: agita a água conforme vai realizando os movimentos, formando pequenas ondulações. (QUESTIONÁRIOS, APÊNDICE C, 2021).

Cinco estudantes (33,33%) responderam à questão de forma, parcialmente, satisfatória, como, por exemplo:

Aluno 2: É formando ondas de maneira desorganizada.

Aluno 5: Formou algumas ondulações. (QUESTIONÁRIOS, APÊNDICE C, 2021).

A resposta foi, parcialmente, satisfatória, pois os estudantes deveriam discutir em maior profundidade as características das ondulações.

Dois estudantes (13,34%) não responderam à questão corretamente, como pode ser visto nos extratos: “Aluno 1: formando bolhas e ondulações; Aluno 12: Só forma bolhas” (QUESTIONÁRIOS, APÊNDICE C, 2021).

2) O que acontece com a cortiça?

Para que a resposta fosse considerada satisfatória, os estudantes deveriam ter discutido os movimentos entre as ondas produzidas, através das perturbações na água, utilizando a régua e o ventilador. Como as respostas não apresentaram os aspectos necessários, foram considerados, parcialmente, satisfatórias, como ilustram os seguintes extratos:

Aluno 3: Quando você empurra a água com a régua vai formando pequenas ondas, já com a ventilador as ondas vão se formando na direção do vento.

Aluno 4: Vai se movimentando conforme vai fazendo perturbações com a régua.

Aluno 10: Quando colocamos as cortiças e fazemos pequenas perturbações, realiza algumas ondulações desequilibradas. (QUESTIONÁRIOS, APÊNDICE C, 2021).

Três estudantes não responderam corretamente, como ilustram os extratos a seguir:

Aluno 6: Quando colocamos as cortiças e fazemos perturbações com a régua a água cria ondulações descontroladas fazendo assim as cortiças perderem o controle.

Aluno 8: Se move na direção da onda.

Aluno 14: Ela vai na direção exposta da régua. (QUESTIONÁRIOS, APÊNDICE C, 2021).

A partir da análise das respostas, percebe-se que os estudantes não obtiveram o sucesso desejado, uma vez que doze estudantes responderam de forma parcialmente satisfatórias, e três estudantes não conseguiram responder de forma correta. Uma possibilidade para essa dificuldade pode estar na redação da questão, a qual gerou dúvidas e deveria reforçar os aspectos a serem contemplados nas respostas.

Um exemplo de melhor redação: Qual é a direção que a cortiça está seguindo ao realizar perturbações na água? A cortiça está indo na direção da perturbação que está acontecendo na superfície da água? Nesse momento, os estudantes deveriam ter notado que a cortiça permanecia no mesmo lugar, realizando um movimento de subida e descida.

A partir dessa pergunta, os estudantes poderiam ter entendimento para analisar a direção que a cortiça iria seguir ao realizar as perturbações na água, e, a partir de discussões, identificaria que as ondas não transportam matéria, apenas energia, uma vez que observariam a cortiça oscilando, verticalmente, saindo de sua posição inicial.

3) Tem alguma diferença entre realizar as perturbações com a régua e com o ventilador?

Uma resposta satisfatória deveria contemplar os seguintes aspectos:

- de que forma ocorre a formação das ondas, ao realizar algumas perturbações na água;
- por meio do uso de uma régua como será formada essa onda;
- verificação a respeito da produção da onda, ao fazer pequenas perturbações com a régua e com o uso do ventilador.

A partir da análise das respostas, observa-se que todos os estudantes responderam corretamente. Para ilustrar as respostas que foram dadas, apresentamos os extratos a seguir:

Aluno 1: Sim, com o ventilador ocorre a formação de ondas com a força da ação do vento e com a régua cria pequenas ondulações na direção em que a mão está produzindo as perturbações.

Aluno 2: As ondas produzidas com as perturbações realizadas com a régua, ocorre em direção ao movimento da mão, já as ondas produzidas com o uso do ventilador, essas ondas são produzidas em direção a força do vento.

Aluno 3: Sim, com o ventilador a água se comporta de forma mais organizada criando ondas mais semelhantes às do mar, que seguem para a direção do vento já com a régua a água se comporta de forma mais desorganizada indo para várias direções e com ondas de tamanhos variados, semelhante quando tem perturbações como desmoronamento no mar. (QUESTIONÁRIOS, APÊNDICE C, 2021).

4) Com esse experimento, você consegue enxergar alguma semelhança em relação a formação das ondas do mar? Explique:

A resposta satisfatória deveria permitir a identificação:

- de que ocorreram algumas semelhanças entre as ondas do mar e as ondas produzidas no experimento em sala de aula;
- de uma demonstração sobre como ocorrem essas semelhanças, “na formação das ondas do mar são através da ação do vento batendo na superfície da água e no experimento em sala, demonstrando essa formação com o uso do ventilador”.

Após a análise das respostas, pode-se concluir que treze estudantes (88,94%) responderam de forma, parcialmente, satisfatória, ilustradas nos extratos a seguir:

Aluno 2: Assim como no mar as ondas formaram a partir da força, no caso do vento e da régua.

Aluno 3: Sim, notamos que as ondas por sua grande maioria são formadas pelo vento.

Aluno 4: Sim, as ondas é um produto da ação do vento formadas a longas e longas distâncias. (QUESTIONÁRIOS, APÊNDICE C, 2021).

Conforme pode ser observado, nas respostas dos estudantes, eles reconheceram o efeito do movimento do ar com a formação das ondas no mar, mas não argumentaram a respeito dessas relações. Dois estudantes responderam de forma não satisfatória: “Aluno 1: o vento empurra a matéria em direção a costa.; Aluno 6: não, pois as ondas do mar têm algo diferente” (QUESTIONÁRIOS, APÊNDICE C, 2021).

No quadro 4, será apresentada uma síntese da categorização das respostas de cada estudante a cada uma das perguntas da atividade.

Quadro 4 - Resultados da análise

Alunos	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4
Aluno 1	Insatisfatória	Parcialmente Satisfatória	Satisfatória	Insatisfatória
Aluno 2	Satisfatória	Parcialmente Satisfatória	Satisfatória	Parcialmente Satisfatória
Aluno 3	Satisfatória	Parcialmente satisfatória	Satisfatória	Parcialmente Satisfatória
Aluno 4	Parcialmente satisfatória	Parcialmente satisfatória	Satisfatória	Parcialmente Satisfatória
Aluno 5	Parcialmente satisfatória	Parcialmente satisfatória	Satisfatória	Parcialmente Satisfatória
Aluno 6	Satisfatória	Insatisfatória	Satisfatória	Insatisfatória
Aluno 7	Parcialmente satisfatória	Parcialmente Satisfatória	Satisfatória	Parcialmente Satisfatória
Aluno 8	Satisfatória	Insatisfatória	Satisfatória	Parcialmente Satisfatória
Aluno 9	Satisfatória	Parcialmente Satisfatória	Satisfatória	Parcialmente Satisfatória
Aluno 10	Satisfatória	Parcialmente satisfatória	Satisfatória	Parcialmente Satisfatória
Aluno 11	Satisfatória	Parcialmente satisfatória	Satisfatória	Parcialmente

				Satisfatória
Aluno 12	Insatisfatória	Parcialmente Satisfatória	Satisfatória	Parcialmente Satisfatória
Aluno 13	Satisfatória	Parcialmente satisfatória	Satisfatória	Parcialmente Satisfatória
Aluno 14	Parcialmente satisfatória	Insatisfatória	Satisfatória	Parcialmente Satisfatória
Aluno 15	Parcialmente satisfatória	Parcialmente Satisfatória	Satisfatória	Parcialmente Satisfatória

Fonte: elaborado pelos autores

Do quadro 4, observamos que: (i) seis estudantes (40%) responderam duas questões satisfatoriamente e duas parcialmente; (ii) um estudante (6,7%) respondeu duas questões de forma satisfatória, uma parcialmente e uma de forma insatisfatória; (iii) 6,7% dos participantes responderam duas questões satisfatoriamente e duas de forma insatisfatória; (iv) quatro estudantes (aproximadamente 26,6%) responderam uma questão de forma satisfatória e 3 parcialmente; (v) dois estudantes (cerca de 13,3%) responderam uma questão de forma satisfatória, duas parcialmente e uma de forma insatisfatória; e (vi) 6,7% responderam uma questão de forma satisfatória, uma parcialmente e duas de forma insatisfatória.

Assim, podemos concluir que a sequência cumpriu em parte o seu papel, uma vez que os estudantes reconheceram o papel do movimento do ar na formação das ondas, mas, aparentemente, tiveram dificuldades em estabelecer relações mais profundas sobre esta influência. Eles foram capazes de: (i) dar uma descrição sobre a formação das ondas, (ii) reconhecer as principais grandezas envolvidas na descrição do fenômeno, mas não discutiram o meio onde as ondas se propagam, e (iii) conseguiram classificar as ondas quanto a formação de propagação e o tipo de onda.

Para que os estudantes compreendessem a formação das ondas na superfície da água, ou seja, nas ondas do mar, deveriam ter verificado como a cortiça estava se comportando ao realizar as perturbações na água, observando que a passagem da onda movimentava o objeto na direção em que ocorria a perturbação da água.

Deve-se ressaltar que tanto a elaboração da sequência, quanto a sua aplicação foram muito prejudicados pelos efeitos da pandemia no estado de Santa Catarina. Pois, devido ao momento em que obtivemos a autorização para a aplicação da sequência, enfrentei desafios relacionados à defasagem no entendimento de conceitos e do uso do formalismo matemático, amplificados pelo uso do ensino remoto. Esse fato levou a necessidade de uma ampla revisão a partir do retorno às aulas, o que nos levou a não considerar, em profundidade, aspectos relacionados ao uso do formalismo matemático no momento da elaboração e da aplicação dessa SEI.

A discussão do formalismo matemático deveria ter acontecido após os estudantes realizarem suas pesquisas teóricas. Nesse momento, os estudantes já teriam um contato com as grandezas envolvidas na formação das ondas, e teriam maiores condições de entender o uso da matemática nas situações.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A finalidade principal desse projeto educacional foi o de apresentar uma sequência didática investigativa (SEI) que permitisse a discussão sobre a formação de ondas no mar, para o ensino de conceitos iniciais sobre ondulatória. Nas escolas em que trabalhei, observei que os estudantes tinham receio da disciplina de Física, devido a ênfase na discussão de problemas, com pouca discussão conceitual, o que leva a muitas dificuldades de entendimento. Nesse projeto, apresentei uma sequência de ensino investigativa sobre a formação de ondas, de forma a possibilitar a redução dessas dificuldades que os estudantes apontam, relacionando o uso da investigação para a discussão e ressignificação de seus conhecimentos prévios.

O problema proposto na sequência foi: Como são formadas as ondas no mar? Para dar início a esta pesquisa, construí uma sequência de dez aulas a respeito da problemática, utilizando o método da investigação. Para que os estudantes tivessem o interesse em solucionar esse problema, a sequência foi iniciada com um vídeo sobre a formação de ondas no mar. Após os estudantes assistirem ao vídeo, eles foram divididos em quatro grupos com cinco integrantes em cada. No decorrer de cada aula, os grupos foram para o laboratório de informática realizar as pesquisas, na *internet*, sobre a problemática. Depois de realizar as pesquisas teóricas, os grupos produziram ondas na superfície da água em uma atividade experimental, utilizando materiais de baixo custo.

Para concluir, em relação ao que foi analisado pelos estudantes sobre a formação das ondas no mar ao longo das atividades, os grupos apresentaram em seminários. Nota-se que as aulas realizadas nessa metodologia, possibilitou o envolvimento de todos os estudantes, conforme descrito nos comentários destes: “professora, as aulas de física, em vários ambientes é muito bom”. “Gostei de reproduzir as ondas do mar, neste experimento”. Durante a implementação e a análise da SEI, observou-se que:

A problemática da SEI ocorreu de uma maneira natural, na qual os estudantes assistiram a um vídeo sobre a temática, a saber, a formação de ondas no mar.

Os estudantes abordaram o assunto com bastante entusiasmo, pois a temática acerca da formação de onda é algo que eles têm apreciação, pois alguns estudantes gostam de “pegar” onda.

Durante a aplicação do SEI, notamos que mesmo os estudantes que gostam de “pegar” onda, possuíam muitas dificuldades para compreender as atividades aplicadas.

Na aplicação da SEI, os estudantes tiveram várias dúvidas, mas foram sanadas durante as aplicações.

No decorrer das aplicações da sequência didática, percebemos o quanto os estudantes gostaram das aulas de Física, nessa abordagem. Essa constatação deu pelo entusiasmo e dedicação na qual realizaram as atividades.

A avaliação final ocorreu em caráter diferenciado, foi realizada uma atividade na qual utilizamos um experimento para discussão a respeito da produção de ondas.

Ressalto, durante as aulas dois, três e quatro os estudantes utilizaram o laboratório de informática para construir a resolução da situação problema, ou seja, apresentar como são formadas as ondas no mar e as características desta formação de onda. Essas pesquisas auxiliaram nessa construção, e contribuíram para sua formação científica.

No ano de 2020, todos os estudantes tiveram que estudar de forma *online*, pois com o início da pandemia (COVID 19), as escolas foram fechadas, por medida de segurança, pelos órgãos de saúde. Não estávamos acostumados a estudar nessa modalidade, e a partir disso começaram os grandes problemas e desafios a serem enfrentados pela educação, como atrair e manter a atenção dos estudantes diante de uma tela de computador, para que permanecessem por um período de quatro horas. Para os estudantes que não tinham acesso à *internet*, tiravam cópias e faziam as atividades em casa.

Esse projeto foi aplicado logo após os estudantes retornarem à escola depois de um período superior a um ano, tempo em que ficaram afastados, fisicamente, da escola. Tivemos muitas dificuldades para realizar as atividades em sala de aula, pois tínhamos que manter o distanciamento social e utilizar álcool em gel em todos os equipamentos.

Após o retorno, para recuperar alguns problemas na aprendizagem, foi necessário rediscutir diversos pontos ensinados durante o período de ensino remoto. Dessa forma, conseguimos realizar a aplicação da sequência no final do ano letivo. Portanto, não tivemos tempo hábil para proporcionar uma discussão adequada sobre os aspectos matemáticos relacionados ao conceito.

Devido aos problemas e desafios relacionados à retomada do ensino presencial, consideramos que a sequência didática foi aplicada com sucesso, pois percebemos o envolvimento e a empolgação dos estudantes em realizar as atividades propostas, no decorrer das aulas. Além de um possível aumento no interesse, as respostas dos estudantes durante as atividades permitiram observar que eles, de maneira geral, foram capazes de: (i) diferenciar os tipos de onda; (ii) identificar e definir as grandezas necessárias para descrever as ondas; (iii) discutir como as ondas do mar são formadas; e (iv) relacionar os conceitos do modelo ondulatório com as ondas que observamos nas praias.

Nota-se que os estudantes tiveram dificuldades em responder a algumas perguntas de forma satisfatória. Segundo o quadro quatro, 53,33% responderam, satisfatoriamente, a primeira questão, e 33,33%, parcialmente, e a questão três foi respondida, corretamente, por todos os estudantes. Já para as questões dois e quatro, não houve respostas satisfatórias na atividade experimental, pois tiveram pouco tempo para a realização das pesquisas, devido às condições e ao momento enfrentado pela pandemia e que prejudicou a realização da sequência, pois as questões necessitavam de uma maior reflexão.

Para que a sequência didática tivesse tido um melhor aproveitamento, de forma que os estudantes conseguissem ter respondido as questões com uma melhor reflexão, deveria ter sido iniciada a aplicação no início do quarto bimestre, dando maior espaçamento para a aplicação das atividades teóricas.

Algumas perguntas deveriam ter sido reformuladas, a fim de mostrar os aspectos que teriam de ser contemplados nas pesquisas, e permitiriam uma maior argumentação sobre os resultados encontrados. Após os estudantes realizarem as pesquisas teóricas, o (a) professor (a) poderá introduzir o formalismo matemático, analisando quais as grandezas envolvidas na formação das ondas no mar, discutindo em sala de que forma calcular a velocidade de uma onda, ou ainda como determinar sua frequência, entre outros pontos relevantes.

Portanto, concluímos que as aulas, pelo método da investigação, propiciaram o aprendizado de conceitos e tornaram as aulas de Física atrativas, ou seja, durante a aplicação da SEI houve dedicação e envolvimento de todos os estudantes. Constatamos, então, que os nossos objetivos foram, parcialmente, alcançados, pois devido às adaptações necessárias, não pudemos discutir os aspectos matemáticos relacionados.

REFERÊNCIAS

- BAUMER, Ana Luiza. **Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio sob uma perspectiva investigativa: a irradiação de alimentos** / Ana Luiza Baumer. - Joinville, 2017. 170 p. Disponível em: [file:///C:/Users/ASPIRE%20F15/Downloads/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20PPG ECMT_Ana%20Luiza%20Baumer.pdf](file:///C:/Users/ASPIRE%20F15/Downloads/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20PPG%20ECMT_Ana%20Luiza%20Baumer.pdf). Acesso em: 21 abr. 2020.
- BELUCCO, A. **Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton**. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 31, n. 1, p. 30-59, abr. 32 2014. Disponível em: DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2014v31n1p30>. Acesso em: 29 set. 2019.
- BELUCCO, A. **Ensinando quantidade de movimento: como conciliar o tempo restrito com as atividades de ensino investigativas na sala de aula?** Ciência em Tela – v.5; número 1. 2012. Disponível em: http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/artigos/0112_carmo.pdf. Acesso em: 29 set. 2019.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. **Parâmetros Nacionais Curriculares para o Ensino Médio**. PCNEM, 2000, p.29
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. In: SANTOS, F.M. T.; GRECA, I. M. (Eds.). **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. 2.ed. Ijuí: Unijuí, v. 1, p. 13-47, 2011. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001542792>. Acesso em: 29 set. 2019.
- CARVALHO, A. M. P. (2013). O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: A. M. P. Carvalho (Org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula** (pp. 1-20). São Paulo: Cengage Learning. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2940926/mod_resource/content/1/CARVALHO%20Ana%20M.%20ENSINO%20DE%20CIENCIAS%20POR%20INVESTIGACAO%20-cap%201%20pg%20.pdf. Acesso em: 29 set. 2019.
- CARVALHO, A. M. P. (1997). **Ciências no Ensino Fundamental**. Caderno de Pesquisa, (110), 153-168. Disponível em: <http://educa.fcc.org.br/pdf/cp/n101/n101a08.pdf>. Acesso em: 29 set. 2019.
- CEDRAN, D. P.; KIOURANIS, N. M. M. **Teoria dos Campos Conceituais: visitando seus principais fundamentos e perspectivas para o ensino de ciências**. ACTIO Docência em Ciências, v. 4, n. 1, p. 63 – 86, 2019. Disponível em: [file:///C:/Users/ASPIRE%20F15/Downloads/7709-35470-2-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ASPIRE%20F15/Downloads/7709-35470-2-PB%20(1).pdf). Acesso em: 5 ago. 2022.
- COSTA, J.N. **Batimentos de ondas**. Disponível em: <https://www.geogebra.org/m/XDW2pSZ7>. Acesso em: 5 jan. 2021.

DENZIN, N. e LINCOLN, Y. S. The Sage handbook of qualitative research. London: Sage, 2005. Disponível em: <http://www.daneshnamehicsa.ir/userfiles/files/1/9-%20The%20SAGE%20Handbook%20of%20Qualitative%20Research.pdf>. Acesso em: 29 set. 2020.

GRECA, I. M. (Eds.). **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. 2.ed. Ijuí: Unijuí, v. 1, p. 13-47, 2011. Disponível em: <file:///D:/2019/Users/Administrador/Downloads/9174-Texto%20do%20artigo-39638-5-10-20190701.pdf>. Acesso em: 29 set. 2019.

MELLO, D. A. A; GOBARA, S. T. **O Estudo de ondas periódicas em um ambiente virtual de aprendizagem colaborativo de Física**. III Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2014). XXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2014). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2014.812>. Acesso em: 5 mar. 2021.

MOREIRA, M. A. **A teoria dos campos conceituais de Vergnaud**: o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. Investigações em Ensino de Ciências, v. 7, n. 1, p. 7 – 29, 2002. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/141212/000375268.pdf?sequen>. Acesso em: 5 ago. 2022.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. **Atividade discursiva nas salas de aula de ciências**: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. Investigações em Ensino de Ciências, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002. Disponível em: <file:///C:/Users/ASPIRE%20F15/Downloads/562-Texto%20do%20artigo-1135-1-10-20161114.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2021.

RABELO, Kamila Santos de Paula. **Ensino de geografia e avaliação formativa da aprendizagem**: experiências e princípios na rede pública de Goiânia-GO. 2010. 150 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/3357>. Acesso em: 5 jun. 2022.

RIBEIRO, Lohana. **Ondulatória é a parte da física que estuda os fenômenos relativos às ondas**. Disponível em: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/fisica/ondulatoria>. Acesso em: 13 dez. 2020.

SILVEIRA, Jean Alves. **Construção de uma unidade de ensino potencialmente significativa para o ensino de ondas mecânicas e eletromagnéticas**. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/11403>. Acesso em: 26 nov. 2020.

SILVA, Domiciano Correa Marques da. **A física e as ondas no mar**. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/a-fisica-as-ondas-no-mar.htm>. Acesso em: 13 dez. 2020.

SILVA, Domiciano Correa Marques da. **Interferência de ondas**. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/interferencia-ondas.htm>. Acesso em: 19 jun. 2022.

SOUSA, Rico. **Conheça melhor os tipos de fundos responsáveis pela formação das ondas**. Disponível em: <http://globoesporte.globo.com/blogs/especial-blog/surfe/post/blog-do-rico-conheca-os-fundos-das-praias.html>. Acesso em: 5 fev. 2021.

VERGNAUD, G. **Association Cognitive and Developmental Psychology and Research in Mathematics Education**: Some Theoretical and Methodological Issues. For the Learning of Mathematics, v. 3, p. 31 – 41, 1982. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/40248130>. Acesso em: 5 abr. 2020.

VERGNAUD, G. Multiplicative structures. In: Lesh, R. e Landau, M. (Eds.). **Acquisition of Mathematics Concepts and Processes**. New York: Academic Press Inc., 1983.

VERGNAUD, G. Multiplicative structures. In: Hiebert, H. e Behr, M. (Eds.). **Research Agenda in Mathematics Education**. Number Concepts and Operations in the Middle Grades. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum, 1988.

VERGNAUD, G. **La théorie des champs conceptuels**. Recherches em Didactique des Mathématiques, 10 (23), p. 133 – 170, 1990. Disponível em: [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1850123](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1850123). Acesso em: 10 out. 2022.

VERGNAUD, G. **Algunas ideas fundamentales de Piaget em torno a la didáctica**. Perspectivas, v. XXVI, n. 1, 1996.

VERGNAUD, G. **The Theory of Conceptual Fields**. Human Development, v. 52, p. 83 – 94, 2009. Disponível em: <http://www.each.usp.br/cmapping/iiciclo/artigo-marco.pdf>. Acesso em: 10 out. 2022.

VERGNAUD, G. Conceptual Development and Learning. **Revista Currículum**. V. 26, p. 39 – 59, 2013. Disponível em: https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/4436/Q_26_%282013%29_03.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 10 out. 2022.

WAGNER, O. R. **Uma proposta de sequência didática para a discussão de conceitos relacionados à cinemática e dinâmica através da modelização no primeiro ano do ensino médio**. Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/219496>. Acesso em: 5 out. 2022.

WITTMANN, Michael; STEINBERG, Richard; REDISH, Edward. **Making Sense of How Students Make Sense of Mechanical Waves**. Published in The Physics Teacher, January 1999, p 1 a 8.

YAGUTI, Ricardo; GEBARA, Maria José. **As concepções alternativas em ondulatória nas provas do ENEM**. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC Águas de Lindóia, SP – 24 a 27 de novembro de 2015, p.1 a 8.

APÊNDICE A
PLANOS DE AULA



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
Centro de Ciências Físicas e Matemáticas - CFM
Departamento de Física Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Física - Polo 39 - UFSC - Florianópolis



Plano de Aula Nº 01

Professor: Odaisa Belucci da Silva

Série: Segunda

Turma:

Data: 27/10/2021

Duração: 45 min (uma aula)

Tema da aula: Apresentação da Problemática Central

Objetivos:

- Discutir a formação das ondas;
- Problematização da SEI;
- Assistir ao vídeo, realizar uma discussão, analisar os conhecimentos prévios dos alunos, procurando fazer com que os estudantes tenham interesses em investigar o problema, e queiram solucioná-lo.

Conteúdo Físico:

- Ondas

Recursos instrucionais:

- Projetor

Momentos da aula:

Momento 1: Problematização da SEI (20 min)

Dinâmica 1: Tendo em vista problematizar a SEI, o vídeo “O que e que provoca as Ondas?” vai ser apresentado aos alunos, para dar início na apresentação da problemática. Esse vídeo tem uma duração de quatro minutos e cinquenta e seis segundos de duração, extraído do site: https://www.youtube.com/watch?v=ECyHjz6uM_o. Ele discute como são formadas as ondas no mar.

Momento 2: Discussão do vídeo (25 min)

Dinâmica 2: Com os estudantes divididos em grupos de cinco integrantes, discutiremos o que provoca as ondas? O vento influencia na formação das ondas? São esses tópicos que iremos abordar ao assistir o vídeo. As atividades serão realizadas no ambiente escolar, os participantes envolvidos tomaram cuidados com o distanciamento social obrigatório de um metro cada, o uso de máscara e o uso de álcool em gel 70% em todos os momentos da realização das atividades sob observação da professora.

Referências:

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. O Ensino de Ciências e a Proposição de Sequências de Ensino Investigativas. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. (Org.). Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013, v. 1, p. 01-15.

https://www.youtube.com/watch?v=ECyHjz6uM_o acesso: 23/04/2019

Ser Protagonista, Física para o ensino médio, volume 2, editora SM



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
Centro de Ciências Físicas e Matemáticas - CFM
Departamento de Física Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Física - Polo 39 - UFSC - Florianópolis



Plano de Aula N° 02

Professor: Odaisa Belucci da Silva

Série: Segunda

Turma:

Data: 29/10/2021

Duração: 45 min (uma aula)

Tema da aula: Investigação do problema

Objetivos:

- Investigar o problema da SEI;
- Pesquisar a resolução do problema.

Conteúdo Físico:

- Ondas

Recursos instrucionais:

- Internet

Momentos da aula:

Momento 1: Visita ao laboratório de informática (25min)

Dinâmica 1: Com o acompanhamento do professor ao laboratório de informática, os estudantes divididos com seus respectivos grupos, devem pesquisar sobre o tema proposto.

Momento 2: Organizando as Ideias (20min)

Dinâmica 2: Os grupos voltam para sua sala de aula, irão discutir sobre o que pesquisaram, para a solução do problema. As atividades serão realizadas no ambiente escolar, os participantes envolvidos tomaram cuidados com o distanciamento social obrigatório de um metro cada, o uso de máscara e o uso de álcool em gel 70% em todos os momentos da realização das atividades sob observação da professora.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
Centro de Ciências Físicas e Matemáticas - CFM
Departamento de Física Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Física - Polo 39 - UFSC - Florianópolis



Plano de Aula N° 03

Professor: Odaisa Belucci da Silva

Série: Segunda

Turma:

Data: 03/11/2021

Duração: 45 min (uma aula)

Tema da aula: Formação das ondas do Mar

Objetivo:

- O que é uma onda;
- Como as ondas são formadas;
- Quais os tipos de ondas.
- Elaborar a apresentação dos resultados.

Conteúdo Físico:

- Ondas

Recursos instrucionais:

- Cartolina;
- Folhas de sulfites;
- Canetão.

Momento da aula:

Momento 1: Montagem das apresentações em grupos

Dinâmica 1: Essa aula será disponibilizada para a discussão e confecção dos trabalhos, e informar ao professor quais os recursos que irão utilizar, para que haja uma reserva de material como: projetor, cartolinas, fita adesivas, canetinhas, folhas de sulfite, etc. As atividades serão realizadas no ambiente escolar, os participantes envolvidos tomaram cuidados com o distanciamento social obrigatório de um metro cada, o uso de máscara e o uso de álcool em gel 70% em todos os momentos da realização das atividades sob observação da professora. Os materiais utilizados pelos alunos serão higienizados antes da realização dos trabalhos e no final de cada trabalho.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
Centro de Ciências Físicas e Matemáticas - CFM
Departamento de Física Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Física - Polo 39 - UFSC - Florianópolis



Plano de Aula N° 04

Professor: Odaisa Belucci da Silva

Série: Segunda

Turma:

Data: 17/11/2021

Duração: 45 min (uma aula)

Tema da aula: Investigando os diferentes tipos de ondas

Objetivo:

- Diferenciar ondas longitudinais e ondas transversais;

Conteúdo Físico:

- Ondas

Recursos instrucionais:

- Internet.
- Livros.

Momentos da aula:

Momento 1: Investigando o conceito de ondas longitudinais e transversais (25 min)

Dinâmica 1: Nesta aula os grupos podem utilizar o recurso da internet ou de livros, para obter os conceitos de diferentes tipos de ondas. Os grupos irão realizar os trabalhos, tomando sempre o cuidado o distanciamento social de um metro, a utilização da máscara e o uso do álcool em gel 70%.

Momento 2: Demonstrando o resultado (20 min)

Dinâmica 2: Neste momento o professor abre um discurso para que os estudantes possam expor o que pesquisaram.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
Centro de Ciências Físicas e Matemáticas - CFM
Departamento de Física Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Física - Polo 39 - UFSC - Florianópolis



Plano de Aula N° 05

Professor: Odaisa Belucci da Silva

Série: Segunda

Turma:

Data: 19/11/2021

Duração: 45 min (uma aula)

Tema da aula: Boas Ondas Para o Surf

Objetivos:

- Evidenciar quais as ondas para a prática do surf;
- Discutir a importância dos sistemas de baixa pressão;

Conteúdo Físico:

- Ondas

Recursos instrucionais:

- Internet.

Momento da aula:

Momento 1: Investigação do conceito da prática do surf

Dinâmica 1: Pesquisar quais são os tipos de ondas ideais para a prática do surf. Quais as regiões que adotam esse tipo de esporte. As atividades serão realizadas no ambiente escolar, os participantes envolvidos tomaram cuidados com o distanciamento social obrigatório de um metro cada, o uso de máscara e o uso de

álcool em gel 70% em todos os momentos da realização das atividades sob observação da professora.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
Centro de Ciências Físicas e Matemáticas - CFM
Departamento de Física Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Física - Polo 39 - UFSC - Florianópolis



Plano de Aula Nº 06

Professor: Odaisa Belucci da Silva

Série: Segunda

Turma:

Data: 24/11/2021

Duração: 45 min (uma aula)

Tema da aula: Por que as ondas se quebram?

Objetivos:

- Explicar o conceito de componentes da onda;
- Evidenciar quais as formas de ondas se é mergulhante ou deslizante;

Conteúdo Físico:

- Ondas

Recursos instrucionais:

- Internet;
- Livros.

Momentos da aula:

Momento 1: Investigação do conceito de componente da onda (20 min)

Dinâmica 1: Pesquisar quais são os tipos de componentes da onda, utilizando a internet ou livros.

Momento 2: Construção da apresentação do resultado (25 min)

Dinâmica 2: Os estudantes irão discutir com seus grupos os resultados encontrados, e assim organizar suas ideias, para montar suas apresentações. Os grupos irão realizar os trabalhos, tomando sempre o cuidado o distanciamento social de um metro, a utilização da máscara e o uso do álcool em gel 70%.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
Centro de Ciências Físicas e Matemáticas - CFM
Departamento de Física Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Física - Polo 39 - UFSC - Florianópolis



Plano de Aula N° 07

Professor: Odaisa Belucci da Silva

Série: Segunda

Turma:

Data: 26/11/2021

Duração: 45 min (uma aula)

Tema da aula: Movimentos periódicos das ondas do mar

Objetivos:

- Investigar as grandezas relevantes.

Conteúdo Físico:

- Ondas

Recursos instrucionais:

- Internet;
- Livros.
-

Momentos da aula:

Momento 1: Investigar quais as grandezas envolvidas.

Dinâmica 1: Esta aula será disponibilizada para os estudantes, pesquisarem quais as grandezas envolvidas no fenômeno analisado.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
Centro de Ciências Físicas e Matemáticas - CFM
Departamento de Física Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Física - Polo 39 - UFSC - Florianópolis



Plano de Aula N° 08

Professor: Odaisa Belucci da Silva

Série: Segunda

Turma:

Data: 01/12/2021

Duração: 45 min (uma aula)

Tema da aula: Construção das apresentações

Objetivos:

- Apresentar os resultados encontrados;
- Analisar se houve o entendimento do problema proposta;
- Analisar a organização do trabalho em grupo.

Conteúdo Físico:

- Ondas

Recursos instrucionais:

- Internet
- Cartolina
- Canetão
- Projetor

Momentos da aula:

Momento 1: Apresentando os resultados

Dinâmica 1: Nesta aula o professor, irá verificar o envolvimento dos estudantes, e se todos entenderão a problemática demonstrando seus resultados. Os grupos irão realizar os trabalhos, tomando sempre o cuidado o distanciamento social de um metro, a utilização da máscara e o uso do álcool em gel 70%.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
Centro de Ciências Físicas e Matemáticas - CFM
Departamento de Física Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Física - Polo 39 - UFSC - Florianópolis



Plano de Aula N° 09

Professor: Odaisa Belucci da Silva

Série: Segunda

Turma:

Data: 03/12/2021

Duração: 45 min (uma aula)

Tema da aula: Demonstrando os resultados

Objetivos:

- Investigar quais as grandezas relevantes;
- Investigar a amplitude da onda no mar;
- Analisar período e frequência;
- Investigar velocidade de propagação da onda.

Conteúdo Físico:

- Ondas

Recursos instrucionais:

- Internet
- Projetor

Momentos da aula:

Momento 1: Neste momento os alunos irão investigar através de fotos e vídeos, qual fenômeno que está sendo envolvido para determinar as grandezas da onda no mar, para isso será utilizado um questionário. (20min)

Dinâmica 1: Os grupos irão analisar as fotos e vídeo e discutir os conceitos da aula e responder a um questionário em anexo.

Momento 2: Resolução do questionário (20min)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
Centro de Ciências Físicas e Matemáticas - CFM
Departamento de Física Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Física - Polo 39 - UFSC - Florianópolis



Plano de Aula N° 10

Professor: Odaisa Belucci da Silva

Série: Segunda

Turma:

Data: 08/12/2021

Duração: 45 min (uma aula)

Tema da aula: Fechamento

Objetivos:

- Analisar trabalho em grupo;
- Discutir o aproveitamento do trabalho.

Conteúdo Físico:

- Ondas

Recursos instrucionais:

- Internet;
- Projetor

Momentos da aula:

Momento 1 Nesta aula o professor irá organizar os estudantes em formato de círculo, para que haja uma discussão sobre o aproveitamento da aplicação desse projeto.

Dinâmica 1: Cada grupo vai informar quais foram os desafios para realização dessas aulas e a sua produtividade (30min).

APÊNDICE B**ATIVIDADES APLICADAS PARA O LEVANTAMENTO DA INVESTIGAÇÃO**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
Centro de Ciências Físicas e Matemáticas - CFM
Departamento de Física Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Física - Polo 39 - UFSC - Florianópolis



Atividade 1 – (formação das ondas no mar)

Professora: Odaisa Belucci da Silva

Nome: _____ **Turma:** _____

1. Como as ondas do mar são formadas?

2. Quais as características das ondas do mar?

3. Por que as ondas do mar quebram próximo da costa da praia?

4. O que acontece com a altura da onda, quando ela se aproxima da costa da praia?

5. Quais são os movimentos das partículas de água na superfície?



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
Centro de Ciências Físicas e Matemáticas - CFM
Departamento de Física Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Física - Polo 39 - UFSC - Florianópolis



Atividade 2 – (tipos de ondas)

Professora: Odaisa Belucci da Silva

Nome: _____ **Turma:** _____

1) O que é uma onda longitudinal?

2) O que é uma onda transversal?

3) Que tipo de onda é produzido no mar?

4) Que tipo de trajetória as partículas de água se movimentam quando possuem vibrações longitudinais e transversais?

5) Quando a onda se aproxima da costa, o que acontece com a amplitude?



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
Centro de Ciências Físicas e Matemáticas - CFM
Departamento de Física Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Física - Polo 39 - UFSC - Florianópolis



Atividade 3 – (Por que as ondas se quebram)

Professora: Odaisa Belucci da Silva

Nome: _____ **Turma:** _____

1) Por que as ondas no mar se quebram?

2) O que as ondas transportam?

3) Quando a onda chega mais perto da costa, onde é mais raso, a crista que é a parte mais alta da onda quebra contra o fundo do mar. Portanto o tipo de fundo influencia na maneira como essa onda vai quebrar. Existem três

tipos comuns de fundo, quais são eles? Como esses tipos de fundo interferem na maneira como a onda quebra.

4) Quando a onda fica mais próxima da costa, o que acontece com sua velocidade?

5) Existem dois tipos de forma de quebra de ondas mais conhecidas, pesquise quais são:



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
Centro de Ciências Físicas e Matemáticas - CFM
Departamento de Física Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Física - Polo 39 - UFSC - Florianópolis



Atividade 4 – (Movimentos periódicos)

Professora: Odaisa Belucci da Silva

Nome: _____ **Turma:** _____

1) Como fazer a descrição das ondas no mar?

2) Quais as grandezas físicas relevantes da onda?

3) Como essas grandezas são utilizadas para descrever as ondas no mar?

4) Quais são as grandezas responsáveis para determinar a velocidade da onda no mar?

5) O que acontece com a amplitude da onda, quando há uma diminuição da sua velocidade?

APÊNDICE C
AVALIAÇÃO FINAL



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
Centro de Ciências Físicas e Matemáticas - CFM
Departamento de Física Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Física - Polo 39 - UFSC – Florianópolis



Professor: Odaisa Belucci da Silva

Turma: _____

Data: ___/___/___

Grupo: _____

Experimento: Simulando ondas na superfície da água

Materiais:

- Bacia
- Água
- Cortiça
- Régua
- Ventilador

Como fazer:

- 1) Coloque água na bacia até que esteja quase cheia.
- 2) Com a bacia quase cheia de água coloque a cortiça.
- 3) Pegue a régua, e vá fazendo pequenas perturbações na direção de frente para traz.
- 4) Deixe a régua de lado, pegue o ventilador coloque na direção da bacia com água e ligue.

Responda:

- 1) Ao fazer pequenas perturbações com a régua, o que acontece com a água?

2) O que acontece com a cortiça?

3) Tem alguma diferença entre realizar as perturbações com a régua e com o ventilador?

4) Com esse experimento você consegue enxergar alguma semelhança com a formação das ondas do mar. Explique:

APÊNDICE D

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO E TERMO DE
ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
CAMPUS UNIVERSITÁRIO REITOR JOÃO DAVID FERREIRA LIMA - TRINDADE
CEP: 88.040-900 - FLORIANÓPOLIS – SC
Telefone: (48) 3721 – 2876. Fax: (48) 3721 - 9946

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Senhores Pais e/ou Responsáveis

Seu (sua) filho (a) está sendo convidado (a) a participar de um projeto de dissertação de mestrado intitulado **“Uma Proposta de Sequência Didática para a Inserção do Ensino de Ciências por Investigação nas Aulas de Física para o Segundo Ano do Ensino Médio”**. Este projeto está ligado ao departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina.

Ao longo deste estudo, pretende-se desenvolver atividades didáticas para a discussão de ondas a partir de uma sequência de ensino investigativa que terá como tema a física do surf. Pretende-se aplicar estas atividades na turma do ensino médio de seu (sua) filho(a) com o intuito de avaliar sua eficácia na aprendizagem destes conhecimentos. Este estudo tem como objetivo a busca por metodologias de ensino que permitam um melhor aprendizado nas turmas de ensino médio.

Os responsáveis por este trabalho são os professores Odaísa Belucci da Silva da EEB Prof^a. Júlia Miranda de Souza que poderá ser contatada pelo telefone: (47) 3398-6153, pelo e-mail odaisaluz@gmail.com, ou ainda pessoalmente na EEB Prof^a. Júlia Miranda de Souza localizada na rua Aníbal Gaya 440 – Navegantes – CEP: 88370-474; e o professor Paulo José Sena dos Santos, do Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina que poderá ser contatado pelo telefone: (48) 3721-3708, pelo e-mail: paulo.sena@ufsc.br, ou ainda pessoalmente no Departamento de Física, localizado no Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima – bairro Trindade – Florianópolis – CEP: 88040-900.

Ao longo de algumas aulas da disciplina de física que ocorrem normalmente na EEB Prof^a. Júlia Miranda de Souza, o(a) estudante realizará atividades com o objetivo de facilitar o aprendizado de conteúdos relacionados: a formação das ondas, caracterização dos diferentes tipos de ondas, definição das grandezas necessárias para descrição da física das ondas. Nestas aulas o estudante entrará em contato com diversas atividades educacionais planejadas para serem executadas de

forma individual ou colaborativa. Nestes momentos, poderão ser coletados dados através dos seguintes instrumentos:

- Gravações em áudio das discussões em sala de aula.
- Registros escritos pelos alunos.
- Questionários e avaliações.
- Registros do pesquisador e/ou do professor da disciplina

Estes dados coletados serão analisados posteriormente de forma a garantir o sigilo absoluto sobre a identidade dos participantes, atendendo a legislação brasileira (Resoluções N^{os} 466/12 e 510/16 do Conselho Nacional de Saúde). Os resultados deste projeto, cujos objetivos são estritamente acadêmicos e científicos, poderão ser divulgados através de relatórios, artigos científicos e comunicações em congressos, sempre envolvendo o anonimato entre os participantes.

Para participar deste projeto, o estudante sob sua responsabilidade não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Ressalta-se que não é previsto nenhum risco ou desconforto ao seu (sua) filho (a) além dos quais ele (a) naturalmente estaria sujeito ao participar de uma atividade educacional coletiva como ficar cansado ou aborrecido ao responder questionários, sentir desconforto durante as gravações de áudio das discussões em sala de aula ou até mesmo ficar constrangido ao realizar uma atividade colaborativa com os demais colegas. Existe também o risco de quebra de sigilo involuntária e não intencional caso porventura houver furto ou extravio de computador ou dispositivos com arquivos armazenados. Por isso, o pesquisador compromete-se a tomar todas as precauções para evitar ou minimizar quaisquer riscos. Salienta-se que ao participar do projeto, você estará contribuindo para a melhoria do ensino de física no país.

Como esta pesquisa será realizada dentro do ambiente escolar, caso seu filho (a) sofra algum acidente ou mal-estar durante sua realização, ele (a) será encaminhado (a) aos setores ou órgãos de assistência aos quais seria encaminhado em caso de acidente ou mal-estar durante qualquer outra atividade escolar. Caso seu filho (a) tenha alguma despesa adicional ou sinta-se lesado física ou moralmente por algo comprovadamente relacionado à sua participação no projeto, poderá, nos termos e procedimentos da lei, solicitar o ressarcimento dos valores gastos e indenização pelos danos sofridos.

Caso o Sr. (Sra.) perceba a necessidade de descontinuar a participação do seu (sua) filho (a) no projeto, informamos que esta solicitação poderá ser feita a qualquer momento através do contato anteriormente disponibilizado. O (A) estudante será esclarecido (a) sobre o projeto em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. Salienta-se que as atividades desenvolvidas fazem parte das aulas regulares da disciplina, assim, a não concordância do uso dos dados coletados para fins de pesquisa não lhe isenta da realização das atividades propostas

em sala de aula pelo pesquisador ou pelo professor. Sua participação é voluntária e a recusa em participar no projeto não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que você é atendido (a) pelo professor ou pelo pesquisador.

Os aspectos éticos desta pesquisa são regulamentados pela resoluções 466/12 e 510/16 do Conselho Nacional de Saúde e leis complementares, das quais o professor/pesquisador e seu orientador estão cientes e comprometem-se a seguir rigorosamente. O projeto de pesquisa, seus objetivos e metodologia, bem como este termo de consentimento livre e esclarecido, foram avaliados e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (CEPSH-UFSC), que pode ser contatado pessoalmente na rua Desembargador Vitor Lima 222, Prédio Reitoria II, 4o. andar, sala 401, Florianópolis, SC, pelo telefone (48) 3721-6094 e pelo e-mail cep.propesq@contato.ufsc.br. Este termo será assinado em duas vias, uma via ficará com o Sr. (Sra.) para eventuais consultas e a segunda via será arquivada pelo professor/pesquisador.

Pretende-se que este trabalho traga contribuições para o ensino de física possibilitando o desenvolvimento e avaliação de novas metodologias que facilitem a aprendizagem. O pesquisador está a disposição para quaisquer esclarecimentos sobre o projeto.

Declaração do estudante participante

Após a leitura deste termo, eu, _____
portador (a) do CPF: _____ declaro estar suficientemente informado (a) a respeito do trabalho **“Uma Proposta de Sequência Didática para a Inserção do Ensino de Ciências por Investigação nas Aulas de Física para o Segundo Ano do Ensino Médio”**. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável, declaro que concordo em participar dessa pesquisa.

Estudante convidado e CPF

Declaração dos pais ou responsáveis

Após a leitura do termo anteriormente exposto, eu, _____, CPF nº: _____ declaro estar suficientemente informado (a) a respeito do projeto intitulado **“Uma Proposta de Sequência Didática para a Inserção do Ensino de Ciências por Investigação nas Aulas de Física para o Segundo Ano do Ensino Médio”**. Declaro estar esclarecido acerca dos propósitos do trabalho, dos procedimentos que serão adotados, das garantias de confidencialidade e de que a qualquer momento posso pedir esclarecimentos. Afirmo ter conhecimento também da garantia por parte dos pesquisadores, de acesso à documentação referente ao trabalho, quando assim o desejar, e da possibilidade de retirada do meu consentimento de utilização das informações coletadas sem penalidades ou prejuízos. Declaro também ter recebido uma via original desse documento, rubricada em todas as páginas e assinada por mim e pelo pesquisador. Para finalizar, declaro concordar voluntariamente que meu filho (a): _____ participe da coleta dos dados deste projeto.

Assinatura da mãe, pai ou responsável e CPF

Declaração do Pesquisador

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido do sujeito de pesquisa ou do representante legal, para a participação neste projeto. Comprometo-me a conduzir a pesquisa de acordo com o que preconiza as Resoluções 466/12 de 12/06/2012 e 510/16 de 07/04/2016, que tratam dos preceitos éticos e da proteção aos participantes da pesquisa

Pesquisador

Navegantes, ____ de _____ de 2021.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
CAMPUS UNIVERSITÁRIO REITOR JOÃO DAVID FERREIRA LIMA - TRINDADE
CEP: 88.040-900 - FLORIANÓPOLIS – SC
Telefone: (48) 3721 – 2876. Fax: (48) 3721 – 9946.

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Estimado(a) estudante

Você está sendo convidado(a) a participar de um projeto de dissertação de mestrado intitulado **“Uma Proposta de Sequência Didática para a Inserção do Ensino de Ciências por Investigação nas Aulas de Física para o Segundo Ano do Ensino Médio”**. Este projeto está ligado ao departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina.

Ao longo deste estudo, pretende-se desenvolver atividades didáticas para a discussão de ondas a partir de uma sequência de ensino investigativa que terá como tema a física do surf. Pretende-se aplicar estas atividades em sua turma com o intuito de avaliar sua eficácia na aprendizagem destes conhecimentos. Este estudo tem como objetivo a busca por metodologias de ensino que permitam um melhor aprendizado nas turmas de ensino médio.

Os responsáveis por este trabalho são os professores Odaísa Belucci da Silva da EEB Prof^a. Júlia Miranda de Souza que poderá ser contatada pelo telefone: (47) 3398-6153, pelo e-mail odaisaluiz@gmail.com, ou ainda pessoalmente na EEB Prof^a. Júlia Miranda de Souza localizada na rua Aníbal Gaya 440 – Navegantes – CEP: 88370-474; e o professor Paulo José Sena dos Santos, do Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina que poderá ser contatado pelo telefone: (48) 3721-3708, pelo e-mail: paulo.sena@ufsc.br, ou ainda pessoalmente no Departamento de Física, localizado no Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima – bairro Trindade – Florianópolis – CEP: 88040-900.

Ao longo de algumas aulas da disciplina de física que ocorrem normalmente na EEB Prof^a. Júlia Miranda de Souza, o(a) estudante realizará atividades com o objetivo de facilitar o aprendizado

de conteúdos relacionados: a formação das ondas, caracterização dos diferentes tipos de ondas, definição das grandezas necessárias para descrição da física das ondas. Nestas aulas o estudante entrará em contato com diversas atividades educacionais planejadas para serem executadas de forma individual ou colaborativa. Nestes momentos, poderão ser coletados dados através dos seguintes instrumentos:

- Gravações em áudio das discussões em sala de aula.
- Registros escritos pelos alunos.
- Questionários e avaliações.
- Registros do pesquisador e/ou do professor da disciplina

Estes dados coletados serão analisados posteriormente de forma a garantir o sigilo absoluto sobre a identidade dos participantes, atendendo a legislação brasileira (Resoluções N^{os} 466/12 e 510/16 do Conselho Nacional de Saúde). Os resultados deste projeto, cujos objetivos são estritamente acadêmicos e científicos, poderão ser divulgados através de artigos científicos e comunicações em congressos, sempre envolvendo o anonimato entre os participantes.

Para participar deste projeto, você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Ressalta-se que não é previsto nenhum risco ou desconforto além dos quais você naturalmente estaria sujeito ao participar de uma atividade educacional coletiva. Você poderá ficar cansado ou aborrecido ao responder questionários, sentir algum desconforto durante as gravações de áudio das discussões em sala de aula ou até mesmo ficar constrangido ao realizar alguma atividade colaborativa com os demais colegas. Existe também o risco de quebra de sigilo involuntária e não intencional caso porventura houver furto ou extravio de computador ou dispositivos com arquivos armazenados. Por isso, o pesquisador compromete-se a tomar todas as precauções para evitar ou minimizar quaisquer riscos. Salieta-se que ao participar do projeto, você estará contribuindo para a melhoria do ensino de física no país.

Como esta pesquisa será realizada dentro do ambiente escolar, caso venha sofrer algum acidente ou mal-estar durante sua realização, você será encaminhado aos setores ou órgãos de assistência da escola aos quais normalmente seria encaminhado em caso de acidente ou mal-estar durante qualquer outra atividade escolar. Caso você tenha alguma despesa adicional ou venha a sentir-se lesado física ou moralmente por algo comprovadamente relacionado à sua participação no projeto, poderá, nos termos e procedimentos da lei, solicitar o ressarcimento dos valores gastos e/ou indenização pelos danos sofridos.

Caso você perceba a necessidade de descontinuar a sua participação no projeto, informamos que esta solicitação poderá ser feita a qualquer momento através do contato anteriormente disponibilizado. Você será esclarecido (a) sobre o projeto em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. Salieta-se que as atividades desenvolvidas fazem parte das aulas

regulares da disciplina, assim, a não concordância com a participação a não concordância do uso dos dados coletados para fins de pesquisa não lhe isenta da realização das atividades propostas em sala de aula pelo pesquisador ou pelo professor. Sua participação é voluntária e a recusa em participar no projeto não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que você é atendido (a) pelo professor ou pelo pesquisador.

Os aspectos éticos desta pesquisa são regulamentados pelas resoluções 466/12 e 510/16 do Conselho Nacional de Saúde e leis complementares, das quais o professor/pesquisador e seu orientador estão cientes e comprometem-se a seguir rigorosamente. O projeto de pesquisa, seus objetivos e metodologia, bem como este termo de consentimento livre e esclarecido, foram avaliados e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (CEPSH-UFSC), que pode ser contatado pessoalmente na rua Desembargador Vitor Lima 222, Prédio Reitoria II, 4o. andar, sala 401, Florianópolis, SC, pelo telefone (48) 3721-6094 e pelo e-mail cep.propesq@contato.ufsc.br. Este termo será assinado em duas vias, uma via ficará com você para eventuais consultas e a segunda via será arquivada pelo pesquisador.

Pretende-se que este trabalho traga contribuições para o ensino de física possibilitando o desenvolvimento e avaliação de novas metodologias que facilitem a aprendizagem.

Nos colocamos a disposição para quaisquer esclarecimentos sobre o projeto.

Declaração do estudante participante

Após a leitura do termo de consentimento, eu, _____
declaro estar suficientemente informado (a) a respeito do trabalho **“Uma Proposta de Sequência Didática para a Inserção do Ensino de Ciências por Investigação nas Aulas de Física para o Segundo Ano do Ensino Médio”**. Declaro estar esclarecido acerca dos propósitos do trabalho, dos procedimentos que serão adotados, das garantias de confidencialidade e de que a qualquer momento posso pedir para que os dados coletados referentes a minha pessoa não sejam utilizados na pesquisa, o que não caracteriza dispensa da realização das atividades propostas em sala de aula.

Estudante convidado e CPF

Declaração do Pesquisador

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido do sujeito de pesquisa, ou do representante legal, para a participação neste projeto. Comprometo-me a conduzir a pesquisa de acordo com o que preconizam as Resoluções 466/12 de 12/06/2012 e 510/16 de 07/04/2016, que tratam dos preceitos éticos e da proteção aos participantes da pesquisa.

Pesquisador

Navegantes, ____ de _____ de 2021.