

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA

DIOGO DE OLIVEIRA

Física Ondulatória no Ensino Médio: Construção, Implementação e Avaliação
de uma Unidade Didática com uso de Peer Instruction e Just-in-Time Teaching

Porto Alegre, Maio de 2022

Diogo de Oliveira

Física Ondulatória no Ensino Médio: Construção, Implementação e Avaliação de uma Unidade Didática com uso de Peer Instruction e Just-in-Time Teaching

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Caetano Castro Roso

Porto Alegre, Maio de 2022

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, por me apoiarem na decisão de mudar a direção da minha vida e tentar ingressar no ensino superior, onde mesmo em meio a todas as incertezas pelas quais passávamos na época, confiaram na minha capacidade de superar os novos desafios que viriam com esta escolha.

À professora que me acolheu como estagiário, tendo nesse curto período me ensinado tanto sobre ser professor, além de ter me dado todo o suporte e apoio necessário para a realização tranquila do meu estágio.

Toda a equipe do Instituto de Educação General Flores da Cunha, pela paciência e carinho com quem demorou para se sentir em casa.

Aos meus professores, que desde o ensino fundamental me ensinam a importância e o valor do conhecimento como ferramenta transformadora de vidas.

Aos colegas de curso, que como ótimos educadores sempre se mostraram dispostos a ajudar e ensinar, em especial aos colegas Matheus de Oliveira Demarchi, Jeferson Trojack e Milena Lauschner Lopes, por além de tudo, oferecerem ótimas conversas e conselhos.

Ao meu amigo, Vinícius, por todo o esforço em me fazer sair de vez em quando e esquecer um pouco os problemas do mundo inteiro.

Ao professor Dioni Paulo Pastorio, pelo aprendizado que construí ao longo da Bolsa de Iniciação Científica, na qual pude conhecer na prática as potencialidades e os benefícios que as metodologias ativas podem trazer para as minhas futuras salas de aula.

Por último, agradeço meu orientador, o professor Caetano Castro Roso, pelas sugestões valiosas que me deu na construção deste trabalho.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	6
2.1 Aprendizagem significativa	6
2.2 Peer Instruction	8
2.3 Just-in-Time Teaching	10
3 OBSERVAÇÃO	11
3.1 Caracterização da escola	11
3.2 Caracterização das turmas	13
3.2.1 Turmas 113, 114 e 313	14
3.2.2 Turma 213	14
3.3 Caracterização do Ensino	15
3.4 Relato das observações	17
4 PLANOS DE AULA E REGÊNCIA	35
4.1 Cronograma de Regência	36
4.2 Planos de aula	39
4.2.1 Plano de aula 1 - Apresentação da unidade didática e introdução aos fenômenos ondulatórios	39
4.2.1 Relato de Regência 1	41
4.2.2 Plano do vídeo 1 - Teoria ondulatória e teoria corpuscular da luz	45
4.2.3 Plano de aula 2 - Reflexão e refração	46
4.2.3 Relato de Regência 2	49
4.2.4 Plano do vídeo 2 - Revisão e exercícios	55
4.2.5 Plano de aula 3 - Difração e princípio de Huygens	56
4.2.5 Relato de Regência 3	58
4.2.6 Plano de aula 4 - Interferência	63
4.2.6 Relato de Regência 4	66
4.2.7 Plano do vídeo 3 - Efeito Doppler	68
4.2.8 Plano de aula 5 - Avaliação final	70
4.2.8 Relato de Regência 5	71
5 CONCLUSÃO	73
6 REFERÊNCIAS	74
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE SONDAÇÃO INICIAL	76
APÊNDICE B - PROVA	77
APÊNDICE C - TAREFA PRÉVIA 1	81
APÊNDICE D - TAREFA PRÉVIA 2	85

1 INTRODUÇÃO

Não é novidade que a pandemia da COVID-19 trouxe marcas profundas para o ensino. Interrupção de aulas presenciais, professores precisando readaptar sua prática e didática para ambientes virtuais, a dificuldade de acompanhar o desempenho dos estudantes foram apenas alguns dos desafios que as escolas e os docentes precisaram solucionar para garantir uma educação de qualidade em meio a um período tão conturbado. Neste ano, com o retorno das aulas presenciais, os educadores se depararam com novos problemas, como a desmotivação dos estudantes, que chegam agora neste retorno ao ensino presencial com sérios défices de conhecimento e domínio sobre os conteúdos estudados durante o período remoto.

Este Trabalho de Conclusão de Curso descreve a observação e regência de aulas realizadas por um jovem professor, em meio a este contexto de muitas incertezas no ensino. Ao longo do trabalho é feita a descrição da unidade didática de física ondulatória, desenvolvida e aplicada em uma turma do 2º ano do ensino médio do Instituto de Educação General Flores da Cunha, além dos relatos das aulas. O período de observação, com duração de 20 horas-aula, e o de regência, com 15 horas-aula, foi realizado todo em formato presencial, durante os meses de março e abril de 2022.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A construção da unidade didática buscava fomentar atividades e situações nas quais os alunos compreendessem conceitos dentro do estudo da física. Para tal, a Teoria da Aprendizagem Significativa é particularmente interessante, já que estabelece formas claras e estratégias que o educador pode adotar para promover a construção do conhecimento em sala de aula. Aliado a isso, as metodologias ativas *Peer Instruction* e *Just-in-Time Teaching* foram adotadas por se mostrarem como métodos com enorme potencial em minimizar alguns dos problemas observados dos estudantes nesse retorno ao ensino presencial, como desinteresse nas aulas e dificuldade de exporem suas dúvidas.

2.1 Aprendizagem significativa

A Teoria da Aprendizagem Significativa, desenvolvida por David Ausubel, fala que um novo conhecimento pode ser assimilado pela estrutura cognitiva de um indivíduo através

de dois processos fundamentais. Em um deles, denominado de aprendizagem significativa, a nova informação consegue se relacionar de maneira não arbitrária e não literal com aquilo que o indivíduo já conhece e entende. Nesse caso, dizemos que esse indivíduo aprendeu significativamente, ou seja, ele foi capaz de dar sentido para aquela nova informação utilizando algum conhecimento prévio que possuía. Ausubel define esses conhecimentos prévios, relevantes para que ocorra a aprendizagem significativa, como subsunçores. Como colocado por Moreira (2011),

O conhecimento prévio serve de matriz ideacional e organizacional para a incorporação, compreensão e fixação de novos conhecimentos quando estes “se ancoram” em conhecimentos especificamente relevantes (subsunçores) preexistentes na estrutura cognitiva. Novas idéias, conceitos, proposições, podem ser aprendidos significativamente (e retidos) na medida em que outras idéias, conceitos, proposições, especificamente relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do sujeito e funcionem como pontos de “ancoragem” aos primeiros.

Do contrário, ou seja, quando a nova informação chega à estrutura cognitiva do sujeito e não existem os subsunçores adequados para sua assimilação, pode não ocorrer aprendizagem alguma, e caso ocorra, será a chamada aprendizagem mecânica. Nesse caso, a informação é armazenada de maneira literal, decorada, sem que exista para esse indivíduo necessariamente um significado para esse novo elemento. Para Ausubel, o aprendizado não se dá através de um ou outro desses processos de maneira exclusiva, mas sim complementares. Aprendizagem significativa e mecânica são os limites de um contínuo no qual ocorre a assimilação de novos conceitos pelo indivíduo, que ao ser confrontado com uma nova informação, pode aprendê-la de maneira mais ou menos significativa.

Entretanto, para Ausubel, somente haver os subsunçores adequados na estrutura cognitiva do indivíduo não garante que ocorrerá aprendizagem significativa. Em um contexto de sala de aula, por exemplo, quando o material é devidamente adaptado e o estudante já possui conhecimentos prévios a seu respeito, torna este material potencialmente significativo. Dependendo da disposição do estudante é que vai ocorrer ou não a aprendizagem significativa. Tendo isto em mente, no planejamento da unidade didática foram utilizadas tarefas prévias, enviadas aos alunos antes das aulas, envolvendo geralmente leitura de pequenos textos, acompanhados de perguntas para os alunos responderem através da plataforma *Google Forms* e enviarem até antes da aula seguinte. Esse material permitia uma melhor adaptação das explicações e exemplos usados durante a aula, sendo pensados de acordo com dificuldades e enganos realizados pelos alunos ao responderem as questões

propostas. Além disso, buscando tornar as abordagens nas aulas potencialmente significativas para os alunos, foi aplicado com a turma de regência um questionário de sondagem (Apêndice A), o que permitiu conhecer os gostos e interesses dos estudantes. Sabendo disso, foi possível trazer esses assuntos para as discussões, aumentando o interesse dos alunos.

Quando o conteúdo é então abordado, deve seguir um princípio chamado na Teoria Ausubeliana de diferenciação progressiva, que implica que os conceitos mais gerais, dentro de um tópico, devem ser apresentados antes daqueles mais específicos. Esse princípio parte da ideia de que é mais fácil para o indivíduo assimilar os detalhes de um assunto depois de já dispor de um conhecimento geral sobre o mesmo. Além disso, para Ausubel, a estrutura cognitiva humana possui uma certa hierarquia, na qual as ideias mais inclusivas, que abarcam diferentes assuntos e contextos, estão no topo. Segundo Moreira (2011):

Portanto, uma vez que a estrutura cognitiva é, por hipótese, organizada hierarquicamente e a aquisição do conhecimento é menos difícil se ocorrer de acordo com a diferenciação progressiva, nada mais natural do que deliberadamente programar a apresentação do conteúdo de maneira análoga, a fim de facilitar a aprendizagem significativa.

Além disso, conforme é realizada a diferenciação progressiva do assunto, deve ser explorado também a maneira como os diferentes conceitos interagem uns com os outros. Dessa forma, torna-se mais aparente as diferenças e similaridades entre os conceitos.

Naturalmente que a adoção dessa teoria na construção da unidade didática exigia uma maneira diferente de avaliação. Para avaliar a aprendizagem significativa dos estudantes foi dado prioridade na prova final (Apêndice B) por questões dissertativas, algo relativamente raro na física, nas quais os alunos precisariam mobilizar os conceitos estudados para apresentar seus argumentos ou julgar afirmações.

2.2 Peer Instruction

O *Peer Instruction*, em português chamado Instrução pelos Colegas ou Instrução pelos pares, é uma metodologia ativa de ensino que objetiva atribuir o foco das atividades associadas ao ensino e aprendizagem aos estudantes, que no ensino tradicional ou mecânico, como conhecemos, está voltado diretamente ao professor, especialmente na exposição de conteúdos conceituais e resolução de exercícios em sala de aula, colocando assim o aluno em

uma posição mais ativa e central no seu processo de ensino-aprendizagem, fazendo-o refletir e discutir em sala de aula (ARAUJO; MAZUR. 2013).

O método ativo de ensino se baseia na noção de que argumentação e a discussão dos tópicos com colegas, sob viés de convencimento, é fundamental para a construção do conhecimento (PERCHERON et al., 2021) e que podem contribuir para que o aluno alcance uma aprendizagem mais profunda dos conteúdos e principalmente dos conceitos envolvidos, que no ensino de ciências sempre se mostra um grande desafio para o professor (MÜLLER et al., 2017; OLIVEIRA; VEIT; ARAUJO, 2015).

Criado no ano de 1991 pelo professor Eric Mazur para o curso de Física introdutória da Universidade de Harvard, dos Estados Unidos, o método se baseia no estudo prévio de materiais disponibilizados pelo professor e usa a aplicação de questões durante a aula, intercaladas por breves exposições de conceitos centrais, para testar a compreensão dos conteúdos conceituais dos alunos e os fazerem debater entre si (ARAUJO; MAZUR. 2013).

A aplicação do método segue uma sequência bem dividida de etapas, e como metodologia ativa de ensino, coloca o professor a atuar como um facilitador da aprendizagem dos alunos (BERBEL, 2011). Pode-se elencar as etapas fundamentais do método, a saber: (i) se inicia pela apresentação oral e breve dos conceitos centrais; (ii) aplicação de uma questão de múltipla escolha envolvendo o conceito apresentado; (iii) votação individual por parte dos alunos na alternativa que acreditam estar correta e (iv) adaptação da sequência de aula pelo professor de acordo com as distribuições das respostas do alunos, que ao observar uma distribuição heterogênea nas alternativas escolhidas, organiza os estudantes em grupos para que discutam e procurem convencer seus colegas sobre qual seria a alternativa correta ao problema.

Conforme Oliveira, Veit e Araujo (2015), quando as respostas para o teste estiverem entre 30% e 70% de acertos passa-se para o momento que dá nome ao método. Nessa situação, o professor deve organizar a turma em pequenos grupos, contendo estudantes que tenham escolhido alternativas diferentes, e os orienta a exporem seus argumentos aos demais participantes do grupo, justificando a sua escolha pela alternativa que julgaram correta, com o intuito de convencê-los (ARAUJO; MAZUR. 2013). Esse momento tem o propósito de permitir que os alunos aprendam uns com os outros ao discutir os conceitos necessários para a adequada análise do teste. Enquanto o debate transcorre, o que deve levar cerca de 5 minutos (dependendo da necessidade dos alunos para exporem suas ideias aos colegas) é recomendado que o professor passe pelos grupos incentivando o diálogo e lançando dúvidas que promovam o engajamento dos estudantes (PERCHERON et al., 2021). Entretanto, é importante que o

professor tenha cuidado para não interromper a discussão entre os alunos ou desencorajá-los a exporem seu raciocínio sobre a questão.

A necessidade da média de acertos do teste se manter entre 30 e 70% é justificada na análise praxeológica do método realizada por Percheron et al. (2021), na qual explicitam a necessidade da heterogenia nas respostas dos alunos. Caso poucos alunos tenham chegado na alternativa correta, e lhes seja proposto que discutam em grupos suas respostas, pouquíssimos terão condições de argumentar e justificar suas escolhas sobre o teste conceitual, adotando então uma postura passiva. Nessa situação não seria provável estabelecer um debate horizontal entre os pares, criando uma situação em que não haveria diálogo aberto. Da mesma maneira, se praticamente todos os alunos acertaram a questão, propor que discutam em grupos pode não promover qualquer discussão, afinal eles não discordam da alternativa correta.

Vale salientar que mesmo dedicando menos tempo da aula para resolução de problemas, alunos que participam de ensino por *Peer Instruction* demonstram notas similares à de estudantes de ensino tradicional/mecânico, além de naturalmente um maior ganho conceitual (Lasry, 2008).

2.3 Just-in-Time Teaching

O *Just-in-Time Teaching* (JiTT) é uma metodologia ativa na qual o professor e os alunos estabelecem uma relação de compromisso com o direcionamento das aulas. A proposta metodológica foi apresentada em 1996 por Gregory M. Novak e colaboradores da Indiana University-Purdue University Indianapolis (IUPUI), EUA, e da Academia da Força Aérea dos EUA (OLIVEIRA; VEIT; ARAUJO, 2015). O mesmo se baseia na ideia de valorizar os conhecimentos que o aluno já tem ao chegar na aula, e aproveitar a leitura sobre as dificuldades dos alunos para melhor adaptar o momento da aula. Uma grande vantagem do JiTT, que será denominado a partir desse ponto do texto pela tradução livre em português Ensino sob Medida, é de permitir que o professor planeje suas aulas a partir dos conhecimentos e dificuldades dos alunos, manifestadas através das respostas que eles fornecem em atividades de leitura prévias aos encontros presenciais (ARAUJO; MAZUR, 2013).

Essa metodologia ativa busca criar oportunidades do aluno ter um primeiro contato com o conteúdo antes de chegar na sala de aula, podendo estudar e refletir sobre os conceitos de acordo com seu ritmo pessoal, e dessa maneira, aproveitar o tempo em sala de aula para

aprofundar seu conhecimento sobre o assunto e solucionar suas dúvidas, focando nos aspectos com maior dificuldade. Oportunizar esse estudo prévio do conteúdo é uma das tarefas do professor, que deve fornecer aos seus alunos algum material de estudos, como vídeos ou textos por exemplo, e junto destes também faz o envio de questões para guiar a atenção dos estudantes para pontos cruciais daquele conceito. As respostas dos alunos, que devem ser enviadas com alguma antecedência antes da aula (esse tempo é flexível, mas deve ser o suficiente para o docente ler e analisar as respostas dos estudantes), são analisadas pelo professor, que identifica as dificuldades e dúvidas encontradas pelos estudantes, e com isso tem condições de melhor elaborar a aula para dialogar com aquilo que a turma apresenta maiores dificuldades.

Dessa maneira, as explicações, atividades e recursos usados durante a aula são pensados especialmente para as necessidades dos alunos, otimizando o tempo de aula e valorizando o espaço pré-aula que os estudantes precisarão dedicar para cumprir as tarefas. O método apresenta uma série de vantagens, como indicam Pastorio et al. (2020), que apontam a promoção de hábitos de estudo por parte dos alunos, torna a aula mais contextualizada, promove o pensamento crítico do aluno sobre sua própria compreensão do conteúdo e que acima de tudo, é bem recebido pelos estudantes, os quais demonstram opiniões positivas em relação ao método, demonstrando que notam a diferença de realizar um estudo prévio dos assuntos da aula.

3 OBSERVAÇÃO

3.1 Caracterização da escola

O Instituto de Educação General Flores da Cunha, que completou nesse ano de 2022 seus 153 anos de história, é uma escola pública, localizada na região de Porto Alegre - RS. No ano de 2016 iniciou-se a reforma do prédio da escola (Figura 1), localizado na Avenida Osvaldo Aranha, 527.



Figura 1: Fachada do prédio da escola. Fonte: Google Maps, captura de imagem.

Isso forçou a transferência das atividades da escola para outros espaços. As atividades do estágio foram realizadas no espaço localizado na Rua Cabral, 621 (Figura 2).



Figura 2: Fachada de um dos espaços onde o colégio atua no momento. Fonte: Google Maps, captura de imagem.

A escola possui história de parceria com a UFRGS na formação de professores. A abertura de espaço, para os alunos dos cursos de licenciatura realizarem as tarefas de observação e regência do final do curso, sempre promoveu um vínculo entre a escola e a universidade, fomentando um espaço de troca onde os jovens professores podem exercer sua prática docente em comunhão com uma equipe técnica acolhedora e bem disposta.

Possuindo dois prédios, a escola conta com boa infraestrutura. No prédio frontal, é onde estão localizadas a sala dos professores e a sala da direção, além de banheiros e salas de aula no segundo andar. As salas de aula dispõem de quadro branco, mesas e cadeiras em ótimo estado. No outro prédio ficam localizadas as demais salas de aula, além da sala de recursos, onde ficam guardados os materiais de apoio como projetores e *chromebooks*, disponibilizados aos professores para uso durante as aulas.

Em meio ao retorno das aulas, ainda sob a ameaça constante da COVID-19, a escola e os professores atuaram em conjunto para promover a conscientização dos alunos e garantir, dentro do que foi possível, um menor risco de contágio para todos. Durante as aulas, eram constantes os recados lembrando os estudantes usarem máscaras e passarem álcool gel nas mãos. Até mesmo na entrada do colégio, sempre havia um funcionário dedicado a oferecer o álcool gel para todos que entravam e saíam pelo portão.

3.2 Caracterização das turmas

Devido ao curto período de tempo disponível para realização da etapa de observações das aulas, foi necessário fazer a observação em 4 turmas do turno da tarde, duas do 1º ano do ensino médio, uma do 2º e a outra do 3º.

Durante as observações, o ponto principal onde o foco estava direcionado foram as relações entre os alunos e a professora e o modo como essas relações se configuravam durante a aula. Após dois anos de ensino remoto, era esperado que os alunos estivessem desacostumados em partilhar um ambiente em grupo, como no caso de uma sala de aula, e por conta disso era pertinente ver, na prática, como os estudantes se sentiam neste retorno.

Um ponto que chamou a atenção durante as observações foi o quão saudosos e respeitosos os alunos se mostraram para com a professora, algo que sabemos hoje não ser realidade em muitas instituições. Mesmo quando havia bagunça, ou que por outro motivo alguma repreensão ocorria, os estudantes não retrucavam à professora, atendendo imediatamente, na maioria das vezes, o que era solicitado.

Foi percebido um mesmo agravante na maioria das turmas: extrema dificuldade dos alunos com a matemática. Qualquer atividade envolvendo cálculos, como por exemplo resoluções de exercícios numéricos, gerava bastante dúvida e tornava evidente as dificuldades dos alunos. Essas atividades acabavam tomando muito mais tempo da aula do que era previsto, além de que visivelmente os estudantes ficavam inquietos e desmotivados com a tarefa.

Outro elemento pertinente, que parece ser uma das heranças do ensino remoto, foi a perda do costume entre os alunos de fazer anotações durante as aulas. Algumas vezes era preciso que fosse sugerido que copiassem algum conteúdo apresentado na lousa, e não foi incomum ver alunos passarem a aula inteira sem usar o caderno.

3.2.1 Turmas 113, 114 e 313

As turmas apresentaram uma média de 18 alunos frequentando as aulas. Um detalhe que surgiu com frequência nas turmas foi o de entre 2 e 3 alunos matriculados não aparecerem com frequência nas aulas, elemento que parece ter sido observado de maneira generalizada nesse retorno ao ensino presencial. Um ponto positivo disso é que as turmas pequenas facilitavam o andamento das aulas e permitiam à professora dar atenção e fornecer atendimentos individualizados para os alunos tirarem dúvidas durante as aulas, o que colaborava para o desempenho nas tarefas.

Um contraste ficou evidente entre as turmas do 1º ano. A turma 113 era composta por alunos que já faziam parte do corpo discente da escola desde pelo menos o ano anterior, portanto, não havia alunos novos. A observação dessa turma foi realizada em apenas uma aula, mas foi fácil perceber como os estudantes eram organizados, bem dispostos e empenhados nas tarefas.

Já na turma 114 a maioria da classe eram alunos recém chegados na instituição de ensino, e se fazia evidente o período de adaptação pelo qual estavam passando. Ao longo das observações notou-se como a turma era mais inquieta, demandando esforço adicional da professora na condução da aula.

3.2.2 Turma 213

A turma 213 foi a escolhida para a realização da regência. A turma era composta por apenas 16 alunos que estavam frequentemente nas aulas, sendo 10 meninos e 6 meninas. Dentre os estudantes presentes na lista de chamada havia 2 que faltaram com bastante frequência ao longo da realização do período de observação e regência e outros dois alunos cuja situação escolar a direção da escola ainda não tinha informações já que não compareceram em nenhuma aula do ano letivo. A turma era formada por alunos vindos de duas turmas de 1º ano diferentes, o que se mostrava através de uma divisão proeminente entre grupos dentro da sala de aula, além de certa rivalidade.

Foi possível notar claras diferenças entre o comportamento e postura dos grupos que ficavam em lados opostos da sala, sendo mais difícil controlar a conversa dos estudantes da lateral direita, mas de maneira geral, a turma surpreendeu no quesito de maturidade e educação, demonstrando atenção e foco durante as aulas.

A turma dispunha de um ambiente virtual no *Google Sala de Aula*, onde a professora disponibilizava os materiais de aula, como apresentações e vídeos, além de um grupo no *WhatsApp*, o que facilitava a troca rápida de informações. Através desse recurso foi possível fazer o envio das tarefas prévias para os estudantes, além de que também permitia que tirassem dúvidas de maneira muito mais prática.

3.3 Caracterização do Ensino

A professora regente é formada em Licenciatura em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) em 1989. Ela relata que trabalhou como bancária durante todo o período em que realizava o curso, tendo permanecido na profissão ainda durante certo período após a formatura. Em 1992 fez concurso para o magistério estadual, conciliando as duas profissões até o ano de 1995.

Acompanhar as aulas da educadora foi uma grande experiência de aprendizado, que enriqueceu a minha visão das dinâmicas únicas que existem dentro da sala de aula. Pude perceber a maestria com que comandava as aulas e sua dedicação, sempre buscando trazer elementos novos e interessantes para as exposições, a fim de captar a atenção dos alunos e motivá-los, como simulações e vídeos.

Neste ano letivo, a professora estava atuando com cinco turmas, de 9º ano ao 3º ano do ensino médio, nas disciplinas de física e cultura digital. Ao longo das observações das aulas de física, ministradas pela educadora, construí, através das minhas impressões pessoais, uma avaliação do tipo de ensino desenvolvido por ela em sala de aula. Essas impressões estão resumidas na tabela 1.

Tabela 1: Caracterização do tipo de ensino

Comportamentos negativos	1	2	3	4	5	Comportamentos positivos
Parece ser muito rígida no trato com os alunos				X		Dá evidência de flexibilidade
Parece ser muito condescendente com os alunos					X	Parece ser justa em seus critérios
Parece ser fria e reservada					X	Parece ser calorosa e entusiasmada
Parece irritar-se facilmente					X	Parece ser calma e paciente
Expõe sem cessar, sem esperar reação dos alunos					X	Provoca reação da classe
Não parece se preocupar se os alunos estão acompanhando a exposição					X	Busca saber se os alunos estão entendendo o que está sendo exposto
Explica de uma única maneira					X	Busca oferecer explicações alternativas
Exige participação dos alunos					X	Faz com que os alunos participem naturalmente
Apresenta os conteúdos sem relacioná-los entre si					X	Apresenta os conteúdos de maneira integrada
Apenas segue a seqüência dos conteúdos que está no livro				X		Procura apresentar os conteúdos em uma ordem (psicológica) que busca facilitar a aprendizagem
Não adapta o ensino ao nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos					X	Procura ensinar de acordo com o nível cognitivo dos alunos
É desorganizada					X	É organizada, metódica
Comete erros conceituais					X	Não comete erros conceituais
Distribui mal o tempo da aula					X	Tem bom domínio do tempo de aula
Usa linguagem imprecisa (com ambigüidades e/ou indeterminações)					X	É rigorosa no uso da linguagem
Não utiliza recursos audiovisuais					X	Utiliza recursos audiovisuais
Não diversifica as estratégias de ensino					X	Procura diversificar as estratégias instrucionais
Ignora o uso das novas tecnologias					X	Usa novas tecnologias ou refere-se a eles quando não disponíveis
Não dá atenção ao laboratório				X		Busca fazer experimentos de laboratório, sempre que possível
Não faz demonstrações em aula				X		Sempre que possível, faz demonstrações
Apresenta a Ciência como verdades descobertas pelos cientistas					X	Apresenta a Ciência como construção humana, provisória
Simplesmente “pune” os erros dos alunos					X	Tenta aproveitar erro como fonte de aprendizagem
Não se preocupa com o conhecimento prévio dos alunos					X	Leva em consideração o conhecimento prévio dos alunos
Parece considerar os alunos como simples receptores de informação					X	Parece considerar os alunos como preceptores e processadores de informação
Parecer preocupar-se apenas com as condutas observáveis dos alunos					X	Parece ver os alunos como pessoas que pensam, sentem e atuam

3.4 Relato das observações

Data: 25/02/2022

1ª Observação da turma 114

Início: 16:05

Término: 17:50

Antes de entrar na sala a professora me contou um pouco sobre o contexto dos alunos. A turma 114 é composta quase inteiramente por alunos que vieram de outras escolas, com exceção de um aluno repetente que já era da escola. Ao entrarmos na sala de aula notei os alunos interagindo em grupos e, no momento que nos perceberam, começaram a se endireitar nas cadeiras e se deslocarem para outros lugares. A professora e eu cumprimentamos a turma e a docente comentou que muitos alunos estavam ausentes naquele dia, possivelmente devido ao feriado de Carnaval. Pedi para a professora um minuto para eu poder me apresentar para a turma e comecei dizendo meu nome, que sou aluno da etapa final do curso de licenciatura em física pela UFRGS. Procurei explicar para a turma que temos nas disciplinas de estágio essa etapa da nossa formação em que vamos para as escolas observar o contexto e as interações únicas desse espaço como um ponto crucial da nossa formação. Esclareci que acompanharei algumas aulas e farei anotações. A professora complementou dizendo que a escola tem uma história de parceria com a UFRGS na formação de professores.

Sentei-me numa cadeira próxima da parede e a aula então foi iniciada com a chamada, enquanto isso, uma aluna se levantou e foi passar o apagador na lousa, ao que a professora agradeceu a ajuda. A professora explicou para a turma que haverá uma atividade de sondagem para conferir os conteúdos de física que os alunos lembram de ter estudado durante o ensino remoto, e que depois, ela preparará aulas para revisar e reforçar aquele conteúdo que eles já viram.

A docente começou convidando os alunos a contarem os conteúdos de física que lembravam de ter visto no ano anterior. Algumas respostas saíram espontaneamente e os alunos citaram o átomo, espelhos, densidade, massa, volume, tabela periódica e nascimento e morte de uma estrela. Quando os alunos deixaram de responder, a professora começou a direcionar a pergunta para os que ainda não tinham falado. Dois estudantes repetiram assuntos

que já foram ditos, e uma aluna adicionou o conteúdo sobre misturas homogêneas e heterogêneas. A professora foi anotando na lousa todas as respostas, e para aquelas que eram dadas mais de uma vez ela adicionou marcações em barra ao lado, para assim representar o número de vezes que surgiu aquele tema.

A professora começou a explicar para os alunos então que alguns daqueles temas citados estão mais associados com o conteúdo de química, e que os alunos provavelmente os viram no 9º ano em aulas de ciências, no qual matérias de física, química e biologia são apresentadas de forma mais agrupada. Usando os temas escritos na lousa, a professora então começou a associar como eles surgem dentro da física. Dando exemplos, ela citou que massa, densidade e volume são bastante relevantes dentro da hidrostática, ao tratar sobre a flutuabilidade dos corpos e espelhos são estudados dentro de fenômenos luminosos e formação de imagens. A docente começou então a escrever na lousa as palavras “fenômenos físicos”, e se voltou para os alunos, questionando-os o que são fenômenos físicos que eles conheçam. Eles respondem terremotos, furacões, tsunamis, som, enquanto a professora foi os categorizando na lousa entre fenômenos luminosos, sonoros, e aproveitou o “gancho” deixado pelo aluno para falar que o uso de máscaras por vezes dificulta que consigamos escutar uns aos outros porque o som precisa do ar como um meio de propagação, e a máscara atua como uma barreira. Um aluno falou sobre ar e água em garrafas, e tentou ligar isso com pressão, mas não conseguiu elaborar muito bem. A professora interveio dando o exemplo de quando sugamos um líquido por um canudo e explica como a diminuição da pressão dentro do canudo faz o líquido subir.

Nesse momento um aluno perguntou para a professora se as transformações são fenômenos físicos. A professora pediu mais detalhes sobre o tipo de transformação a que o aluno se refere. Ele pensou por alguns segundos e deu o exemplo de amassar uma folha de papel, e a professora usou isso então para puxar o tema forças. Usando elementos do cotidiano como exemplo, a professora seguiu comentando sobre os temas comentados pelos alunos.

Alguns alunos pediram permissão para encher garrafas com água então. A docente fez uma breve pausa na explicação e aguardou até que retornassem. Na sequência introduziu o conceito de grandezas físicas, e solicitou que a turma desse exemplos de grandezas que poderiam ser medidas em corridas de Fórmula 1. Uma aluna respondeu velocidade, e a professora anotou na lousa, comentando como a velocidade relaciona medidas de distância percorrida dentro de um intervalo de tempo, usando o exemplo de um corredor que percorre 100 metros dentro de 10 segundos. Nesse momento a professora precisou chamar atenção de um aluno que estava distraído usando o celular, e propôs a ele a situação hipotética na qual ele

precisa medir a velocidade média com a qual um colega corre, questionando se ele saberia uma maneira de executar tal tarefa. O aluno explicou que precisaria observar o colega correndo uma certa distância conhecida, mas não complementou o raciocínio com a medida do tempo, então um colega interveio falando que o tempo também é necessário para se determinar a velocidade.

Nesse momento a professora começou a falar sobre unidades de medida, chamando a atenção dos alunos para que na física cada grandeza possui uma unidade padrão estabelecida. Usando um frasco de álcool gel que estava sobre uma mesa, ela perguntou para os alunos o tipo de grandeza associada à medida de gramas descrita no rótulo do frasco, e um aluno respondeu corretamente: a massa. A professora comentou novamente que as próximas aulas serão construídas de acordo com o que a turma já sabe, e serão usados os tópicos expostos pelos alunos. Como ela já havia apagado a lista no quadro, pediu minhas anotações da aula para reescrever a lista em um bloco de anotações dela.

Um apito de alarme começou a tocar dentro da sala e os alunos começaram a ficar bastante dispersos, rindo baixo e perguntando em voz baixa uns para os outros de onde estaria vindo o som. Enquanto isso a professora falava sobre as unidades de medida, e precisou chamar a atenção novamente do mesmo aluno que continuava mexendo no celular, pedindo para ele e para o resto da turma que buscassem dados da temperatura atual. Rapidamente os demais alunos pegaram seus celulares e começaram a buscar e apresentar seus dados, que diferiam um pouco de uma fonte para outra. Usando isso, a professora perguntou se para esses valores de temperatura seria possível atribuir uma direção ou um sentido. Os alunos demoraram para apresentar uma resposta, então a professora questionou novamente usando o exemplo da hora atual, se haveria algum nexos em falar “16 horas e 40 minutos para cima, para baixo ou para o lado”. Agora os alunos pareceram que entenderam melhor a pergunta e responderam prontamente que não. A professora então explicou a diferença entre grandezas escalares e vetoriais. Como exemplo de grandeza vetorial, usou o conceito de força em uma situação exemplo na qual dois alunos da turma tentavam mover uma mesa de lugar.

Naquele instante a professora notou o som do apito que continuava a tocar e se descobre que se tratava de um chaveiro dentro da bolsa da professora, o que fez os alunos rirem bastante e tornou o final da aula descontraído.

Algumas coisas que pude notar nessa aula é como a professora procurou contextualizar todos os elementos que trouxe para as explicações em termos do cotidiano dos alunos, usando coisas que eles certamente conhecem. Isso me parece um ponto bastante relevante para eu lembrar ao estruturar as minhas aulas já que usando esses elementos

conhecidos os alunos parecem se sentir mais tranquilos em interagir e responder às perguntas feitas. Outro ponto interessante observado foi como perturbações externas ou internas, por menos significativas que pareçam, contribuem para fazer os alunos perderem a atenção na aula. Quando o som do alarme começou a tocar foi bastante proeminente a mudança na atitude da turma. Um último detalhe importante que pareceu uma boa estratégia por parte da professora, foi notar que ela usou o fato dos alunos usarem o celular no meio da aula para fazê-los trazer elementos para discussão. Começo a pensar que talvez possa ser útil usar isso em alguma das minhas aulas da regência.

Data: 04/03/2022

2ª Observação da turma 114

Início: 16:05

Término: 17:50

A professora e eu entramos na sala e cumprimentamos a turma, que naquele dia estava um pouco mais cheia do que na aula anterior. Sentei-me no mesmo lugar, e enquanto isso, a professora iniciou a aula com a chamada. Sem querer a docente pulou o nome de um dos alunos, que avisou também estar presente assim que a chamada havia terminado.

Nesse instante a professora pediu licença aos alunos e avisou que precisaria sair por alguns minutos. Enquanto isso, alguns alunos começaram a tocar música nos celulares e puxar conversa uns com os outros. A docente retornou trazendo algumas unidades do livro didático de ciências de 9º ano, o Tempo de Ciências, de Carolina Souza, Maurício Pietrocola e Sandra Fagionato, e começou a distribuir para a turma, mas percebeu que não eram suficientes para todos os alunos, então precisou sair da sala novamente para pegar mais. Quando a professora voltou com o restante dos livros, os alunos que ainda estavam sem se levantaram e foram até a frente da sala pegar em meio a pilha. O aluno que estava sentado na cadeira logo atrás da minha fez questão de me oferecer também um livro, então aceitei e o agradei.

A professora então, continuando aquilo que havia sido dito na última aula, reforçou que essa e a próxima aula foram pensadas de acordo com o que os alunos já haviam tido contato em termos de conteúdo de física, e que já que um dos tópicos levantados foi o de espelhos, nesta aula seria estudado ondas. Continuando, a docente pediu para a turma abrir o livro na página 100 e ler um pequeno texto que continha três perguntas para eles refletirem. A

maioria dos alunos obedeceu e começou a fazer a leitura. Enquanto os alunos estudavam o texto a professora precisou sair da sala outra vez, porém dessa vez os alunos se mantiveram focados na tarefa e os que ainda não haviam começado até então já pegaram o livro em mãos e começaram a folhear as páginas. Após alguns minutos, alguns alunos que já haviam terminado a leitura começaram a puxar conversa com os colegas, e poucos se mantiveram focados na atividade.

Quando a docente retornou, pediu um voluntário para iniciar a leitura do texto em voz alta, mas nenhum aluno se ofereceu. Então ela mesma iniciou o texto, que contava a história de um menino que percebeu que através da câmera do celular conseguia observar um flash sendo disparado do controle remoto para a televisão de sua casa. Ao terminar o texto, a professora lançou para a turma a primeira pergunta, que era se os alunos já haviam observado algum fenômeno semelhante. Não houve respostas positivas, então a docente falou sobre as ondas de rádio, que não conseguimos ver transitando pelo ar. Usando como exemplo a situação anterior, a professora comentou que o menino da história observou algo que para ele era inesperado, e isso aguçou sua curiosidade sobre a natureza desse fenômeno, e que entender os fenômenos era um dos objetivos do estudo da física.

Seguindo para a segunda pergunta, a professora questionou os alunos se saberiam indicar outros tipos de ondas que não observamos a olho nu, e então foi sendo citado pela turma: ondas sonoras, de rádio, raios gama, micro-ondas, infravermelho, radiação solar, luz visível e ultravioleta. A docente anotou na lousa cada uma das ondas citadas e adicionou raios-x, indicando que essa ninguém havia indicado. Seguindo a explicação, a professora perguntou para a turma se todas as ondas, assim como as sonoras, precisavam do ar para se propagar, e as respostas dos alunos foram bastante divididas. Destacando na lousa as ondas sonoras, e as associando como ondas mecânicas, a professora usou como exemplo uma exposição do museu de ciências da PUC, que consiste de um despertador dentro de uma câmara de vácuo, explicando que como as ondas sonoras dependem do meio para sua propagação, quando o ar é retirado da câmara deixamos de ouvir o despertador. Ao lado das outras ondas escritas na lousa, a docente escreveu: ondas eletromagnéticas e falou brevemente para os alunos como nesse caso temos propagações de campos elétricos e magnéticos.

Usando uma figura do livro, que mostrava ondas circulares na superfície da água, a professora perguntou para os alunos se conforme a onda se propagava na superfície da água levava consigo matéria, mas alguns alunos pareceram confusos com a pergunta. Então ela complementou questionando se conforme a onda se propaga ela carrega partículas de água consigo, as afastando do centro. Nesse instante alguns alunos responderam com bastante

convicção que sim, enquanto uma aluna respondeu que as ondas só transportam energia. A docente usou o exemplo das ondas sonoras e de como ouvimos o som de algo distante não depender das partículas de ar viajarem até nós, frisando que ondas são perturbações que transportam energia.

Mudando brevemente de assunto, a professora perguntou para a turma quem já havia testado a plataforma virtual da disciplina de Cultura Digital, e somente uma aluna respondeu que já havia conferido o recurso. Então a docente comentou um pouco com a turma sobre algumas vantagens e possibilidades da plataforma para uso nas aulas.

Retornando para a explicação, a docente perguntou aos alunos o que poderia ser usado para diferenciar as ondas, ou se todas seriam iguais. Uma aluna respondeu que poderiam ser diferenciadas pelo comprimento de onda, e a professora perguntou então se mais alguém na turma já havia visto esse assunto, ao que três outros alunos levantaram a mão concordando. A docente desenhou na lousa uma onda e explicou para a turma a relação entre comprimento de onda e frequência, relacionando essas características com o número de oscilações por unidade de tempo, comentando um experimento de baixo custo sugerido no livro que poderia ser feito em aula com a turma, envolvendo uma caixa de papelão, sacos plásticos e celulares.

A professora então comentou sobre a relação entre a frequência da onda e a energia que ela carrega, explicando o que torna ondas de alta frequência perigosas para a saúde, já que podem ionizar átomos do corpo humano. A docente chamou atenção dos alunos que sempre estamos expostos à radiação, falando na importância do protetor solar, mas como a radiação também pode ser usada na área das ciências médicas no tratamento de doenças.

Aproveitando os últimos minutos da aula, a docente falou sobre o espectro eletromagnético, reescrevendo na lousa algumas das ondas citadas pela turma em ordem de comprimento de onda, e realizou um rápido exercício com os alunos usando dois desenhos de ondas no quadro, questionando qual deveria ter maior energia, frequência, comprimento de onda, etc.

Data: 07/03/2022

1ª Observação da turma 213

Início: 14:10

Término: 16:05

Entrei na sala acompanhado da professora e cumprimentamos a turma, que estava bastante agitada e conversando alto. Não levou muito tempo para que ficassem em silêncio e então me apresentei, dizendo que eu era aluno do curso de licenciatura, e perguntei se alguém na turma já sabia o que se fazia em um curso de licenciatura. Apenas um dos alunos respondeu que sim, e que acreditava que era para ser professor. Concordei com ele, contando um pouco mais para a turma sobre o enfoque que se dá na licenciatura e como nas etapas finais do curso realizamos as disciplinas de estágio como uma etapa importante da nossa formação como futuros professores. Expliquei para os alunos como será o meu trabalho com a turma durante a observação e a regência, já os deixando cientes que algumas das aulas do bimestre serão ministradas por mim, e que para produzi-las com um melhor direcionamento de acordo com o que a turma precisa eu passaria um pequeno questionário (Apêndice - A) para eles responderem durante a aula. A professora complementou minha fala chamando a atenção dos alunos que essa era uma oportunidade única para eles terem contato com novas técnicas de ensino e aprendizado na sala de aula. Passei de classe em classe entregando o questionário para os alunos e aguardei até que todos concluíssem. Agradei aos alunos e a professora e me sentei numa cadeira no fundo da sala.

A docente iniciou a aula fazendo a chamada e perguntou para a turma como estava a familiaridade com o *Google Classroom*, explicando que alguns materiais das aulas continuarão sendo postados no ambiente virtual. Alguns alunos pareceram gostar da notícia. A professora então pediu que entregassem a tarefa que havia ficado para fazer em casa na última aula, um resumo dos conteúdos de física vistos no ano anterior. Apenas dois alunos concluíram e puderam entregar. Usando o resumo produzido por uma das alunas e elogiando o material, a professora escreveu na lousa o primeiro assunto que estava no relato, que eram as grandezas físicas, e começou a lançar perguntas para os alunos, como: o que eles entendiam como grandezas físicas, quais dados eram possíveis serem medidos em diferentes fenômenos, enquanto escrevia na lousa as respostas dos alunos, que foram: velocidade, distância percorrida e força.

Seguindo o resumo da aluna, a professora escreveu na lousa o segundo tópico, tipos de movimento, colocando MRU, MRUV e MCU, e perguntou para os alunos em qual deles a velocidade é constante e um dos alunos respondeu com entusiasmo ser no MRU. Então a professora lembrou a turma o significado de usar o termo uniforme para descrever esse tipo de movimento. Na sequência, a docente representou na lousa uma reta tracejada e numerada, e desenhou uma pessoa na marca de 60 metros, indagando os alunos sobre como eles descreveriam a posição da pessoa. Os alunos apresentaram um pouco de dificuldade para

responder, então a professora complementou perguntando a distância que a pessoa estava da origem, fazendo com que alguns comentassem que agora tinham entendido, conseguindo responder corretamente. Passou-se para o assunto trajetória e distância percorrida, com a professora chamando a atenção da turma para a diferença entre essas grandezas e usando algumas situações como exemplo para guiar a discussão. Lançando algumas perguntas para os alunos, a professora passou então a abordar grandezas vetoriais, e perguntou para um dos alunos se o tempo seria uma grandeza desse tipo. A pergunta parece ter pego o aluno de surpresa e ele responde imediatamente que sim. Então a docente elaborou um pouco mais, perguntando se uma medida de tempo possuía direção e sentido, e ele responde novamente que sim. Mudando a forma da pergunta, a professora questionou então o aluno se ao falarmos as horas precisávamos adicionar uma denominação de para cima ou para baixo, isso fez o aluno mudar a resposta e perceber o próprio erro.

Desenhando uma seta na lousa, e ao lado as palavras direção e sentido, a professora questionou então qual eram tais características para aquela seta, e direcionou a pergunta para uma aluna, que protestou mostrando não querer responder. Alguns alunos então tentaram responder a pergunta, mas não lembraram com clareza a diferença entre os parâmetros. A professora auxiliou explicando o significado e as vantagens de representar grandezas vetoriais usando-se vetores.

A docente abordou então a diferença entre velocidade e velocidade média e entre aceleração e aceleração média, ainda seguindo o material produzido pela aluna, e lançou para turma a pergunta sobre o que é velocidade. Um aluno respondeu: “velocidade é quanto o corpo se move e aceleração é quão rápida a velocidade muda”, já adiantando possivelmente a pergunta seguinte. A professora parabenizou o aluno pela resposta, mas frisou que só faltou o detalhe da velocidade ser o quanto o corpo se move dentro de um certo intervalo de tempo, completando então na lousa duas equações para velocidade, uma usando ΔS e a outra usando apenas a letra d , para distância no numerador. A docente questionou a turma sobre qual a diferença entre o uso de ambas as fórmulas, usando para isso um exemplo de uma pessoa que se deslocava entre duas posições em uma reta tracejada.

Após isso, a professora escreveu na lousa outras formas para a expressão da velocidade, deixando em evidência diferentes variáveis em cada caso e falando sobre as unidades do Sistema Internacional para distância e tempo. Ao colocar na lousa um exercício para os alunos resolverem, a turma expressou desaprovção, visivelmente descontentes com a tarefa. O exercício pedia que fosse calculado o comprimento de uma pista de Fórmula 1 através de dados de velocidade de um carro e tempo necessário para que ele completasse uma

volta. Os alunos pareceram estar com bastante dificuldade na questão, então a professora começou a auxiliar na resolução, e perguntou para a turma quais os passos que eles deveriam lembrar de tomar ao resolver exercícios. Uma aluna respondeu: “depois de ler tem que fazer a conta”, então a docente lembrou a turma que é importante interpretar e identificar os dados relevantes. Nesse instante, um aluno mais adiantado na tarefa perguntou para a professora como ele faria a conversão de unidades da velocidade que era dada pelo enunciado, mostrando que lembrava da importância desse passo. A professora então realizou uma revisão no quadro sobre conversão de unidades, mostrando todos os passos até chegar no fator de conversão de 3,6.

A docente precisou sair por alguns minutos, e nesse momento uma professora entrou na sala para avisar aos alunos que já havia chegado um professor substituto de matemática e, portanto, os alunos não teriam período vago no dia seguinte como havia sido avisado anteriormente.

Quando a professora retornou vários alunos começaram a pedir ajuda e apresentar dúvidas sobre o exercício. Seguindo pelas classes, a docente foi esclarecendo as dúvidas dos alunos e depois foi para a lousa resolver o exercício junto com a turma. No meio da explicação começou uma ventania bastante forte, fazendo com que a porta da sala batesse violentamente, ficando trancada. Alguns alunos já começaram a levantar das cadeiras, um deles inclusive gravando um vídeo contando o ocorrido, enquanto tentavam abrir a porta com uma tesoura. Quando conseguiram abrir a porta a professora deu por finalizada a aula e dispensou os alunos.

Essa foi a primeira observação com a minha turma da regência e já pude notar alguns pontos que acredito serem relevantes para minha prática docente futura com eles. Os alunos apresentam bastante dificuldade com matemática, um reflexo que acredito ser do período de ensino remoto, o que me leva a refletir em maneiras como trabalharei abordagens numéricas, quando ocorrerem, de uma maneira mais acessível para a turma, tomando cuidado para que as coisas façam sentido para eles. Além disso, eles demonstram aversão às tarefas de resolução de exercícios. Então imagino que a predisposição da turma para aprender seja prejudicada caso eu use esse tipo de atividade em demasia, portanto preciso planejar outras maneiras de diversificar as tarefas em aula.

Data: 08/03/2022

1ª Observação da turma 313

Início: 15:00

Término: 16:55

Entrei na sala com a professora e me apresentei para os alunos, que pareciam interessados no que eu tinha para falar. Assegurei aos alunos que as anotações que eu faria na sala não seriam uma avaliação sobre eles, mas somente uma etapa da minha formação como professor. Agradei a atenção da turma e sentei no fundo da sala.

A professora começou a aula realizando a chamada, enquanto isso, um aluno se ofereceu para ajudar a organizar o projetor que a professora usaria na exposição. Ela o agradece e dá permissão. Entretanto, a sala não estava com um bom sinal de internet, e por causa disso a professora não estava conseguindo acessar a apresentação que havia preparado, e foi até a sala da diretoria pedir se algo poderia ser feito. Nesse instante uma professora entrou na sala para comunicar à turma da volta da obrigatoriedade da presença, que durante o ensino remoto não estava sendo cobrada dos alunos, aproveitando para fazer uma chamada e colher dos alunos informações sobre os estudantes que estavam na lista mas que não haviam ainda assistido aulas presenciais. Então agradeceu e se retirou.

A docente retornou acompanhada de uma funcionária da direção, que tentou por alguns minutos resolver o problema de conexão da sala, porém sem sucesso. Ficou então combinado com os alunos que a apresentação ocorreria no período seguinte, após o intervalo. A aula foi iniciada então relembrando-se o conteúdo de escalas termométricas, quando a professora foi lançando algumas perguntas para os alunos, e avisou que na sequência ela passaria uma lista de exercícios para a turma trabalhar novamente aqueles conceitos. Nesse momento, um aluno fez uma brincadeira imprópria com um colega, que claramente não gostou. A professora interveio, reprimindo a falta de maturidade do agressor, que não quis se manifestar, e deixando claro que atitudes como aquela não seriam toleradas na sala de aula.

A docente perguntou para turma o que eles lembravam quando escutavam a palavra temperatura, e os alunos foram respondendo diversas coisas, enquanto a professora anotava algumas das contribuições na lousa: calor, frio, graus, energia, escalas e onda, e questiona então se temperatura e calor eram a mesma coisa, e imediatamente é respondido que não por um aluno. Usando os termos citados pelos alunos, a professora começou a estabelecer algumas ligações importantes e chegou na associação entre temperatura e agitação das partículas, relembrando aos alunos o que é energia cinética. Quando a professora começou a falar em instrumentos para medir temperatura, um aluno (o mesmo que estava ajudando a

organizar o projetor) comentou que havia desmontado um termômetro digital para descobrir como funcionava por dentro, explicando que encontrou um circuito dentro do aparelho. A professora propôs então que se possível ele poderia trazer isso na próxima aula para que todos pudessem ver. Ainda dentro do mesmo tópico, um aluno tentou explicar o funcionamento dos termômetros de mercúrio, mas não lembrava com precisão o que fazia o volume do mercúrio aumentar dentro do bulbo do termômetro. A professora relembrou brevemente para a turma sobre o fenômeno da dilatação, relacionando com a agitação das partículas do corpo.

O tópico seguinte da aula foi a conversão entre escalas de medida de temperatura. A docente escreveu na lousa os pontos de gelo e vapor das escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin e fez um exemplo numérico. Assim que ela terminou, alguns alunos pediram se a professora poderia fazer mais contas no quadro. A docente atendeu o pedido dos alunos e realizou mais exemplos de conversões. Logo após isso, a professora perguntou se o assunto havia ficado claro para os alunos, e um estudante respondeu positivamente, referindo-se ao processo de conversão como a aplicação de uma função matemática. O sinal do intervalo disparou e a professora liberou a turma. Enquanto isso, nós pegamos o projetor e fomos procurar outra sala com melhor conexão à internet para a professora conseguir apresentar o material que havia preparado para a aula.

Após o sinal da volta do intervalo, eu e a professora fomos até a sala da turma avisá-los qual a sala que seria usada no segundo período. Os alunos organizaram seus materiais e seguimos para a sala. Conforme todos foram se organizando a professora passou entre as classes, entregando para cada estudante uma folha com exercícios, que pedia para eles analisarem e identificarem erros conceituais em algumas afirmações sobre calor e temperatura, além de conter algumas questões numéricas sobre conversão de temperatura entre escalas. Um aluno se voluntariou para ficar no controle do Chromebook, passando os slides para a professora, e ela agradeceu a ajuda. Pelos slides, a docente abordou o fluxo de calor entre os corpos e mudanças de fase da matéria, além de irradiação e convecção de calor, porém não foi possível passar alguns vídeos que havia na apresentação devido a um erro de configuração.

Chegando ao final dos slides, a professora comentou que os vídeos seriam disponibilizados na plataforma online da turma e recomendou que os alunos conferissem o material para fixarem melhor os assuntos que foram trabalhados. A docente saiu da sala por alguns minutos para buscar a lista de chamada, pedindo para os alunos já começarem a resolver a lista de exercícios, o que alguns alunos pareceram não gostar, mas mesmo assim pegam a folha e começam a ler as questões.

Enquanto a professora estava ausente, alguns poucos alunos aparentam tentar realizar os exercícios, enquanto uma grande maioria pegou o celular para buscar as respostas na internet.

Quando a docente retornou, vários alunos pediram ajuda. Um estudante comentou que achou na internet uma fórmula mais simples para converter medidas de temperatura na escala Celsius para a escala Kelvin. A professora fez na lousa então a dedução daquela fórmula partindo das relações que ela havia apresentado anteriormente, chamando a atenção dos alunos para ambas as escalas serem centígradas, e como isso simplificou a tarefa da conversão entre uma e outra. A docente questiona se havia mais dúvidas referentes ao conteúdo, mas nenhum aluno se manifestou. Então ela dispensou a turma.

Pude notar nessa aula como o ensino remoto acostumou os alunos a buscarem respostas na internet, ao invés de refletirem sobre algo que acabaram de ver, entretanto, vejo que há proveito nessa situação. Quando o aluno encontrou na internet uma informação que parecia nova e mais simples do que a apresentada em aula, ele imediatamente compartilhou aquilo, permitindo que a professora relacionasse e utilizasse esse “novo” conteúdo na aula. Certamente existe um ganho de autonomia por parte do aluno em uma situação como essa, e penso que posso aproveitar em alguma sequência de aula.

Data: 11/03/2022

3ª Observação da turma 114

Início: 16:05

Término: 17:50

Antes de começar a aula, a professora perguntou aos alunos se já haviam começado a fazer o trabalho da disciplina de cultura digital. A maioria dos estudantes admitiu que ainda não começaram o trabalho. A professora comentou que alguns alunos estavam com problemas para acessar os materiais disponibilizados na plataforma virtual da escola, o que os impedia de realizar a tarefa, e portanto era importante que os demais alunos conferissem isso também. Enquanto a chamada estava sendo feita, duas alunas pareciam tirar selfies dentro da sala.

Utilizando um projetor, a docente iniciou a abordagem do conteúdo com alguns slides sobre ondas, e revisou detalhes já conversados em aulas anteriores, como a propriedade da onda propagar energia, a distinção entre ondas mecânicas e eletromagnéticas e a necessidade

ou não de um meio de propagação em cada caso. Os alunos estavam bastante atentos na apresentação, porém pouco responsivos, e nenhum estudante se manifestou nas vezes em que a professora perguntou durante a apresentação se o conteúdo estava ficando claro para eles.

Quando a docente falou sobre a diferença entre direção e sentido, colocou na lousa o desenho de uma seta em diagonal, e perguntou para os alunos em qual direção e sentido a seta apontava. Os alunos responderam que a direção da seta era diagonal, mas tiveram dificuldades para colocar em palavras qual seu sentido. A professora interveio dando a dica de que poderiam responder usando algo que provavelmente haviam conhecido em geografia, e nesse instante um dos alunos respondeu que o sentido era nordeste. Usando esse exemplo, a docente comentou brevemente com a turma como os conteúdos das diversas disciplinas estudadas na escola estavam interligados, falando também na interdisciplinaridade dos problemas no mundo real.

No momento seguinte da aula a professora usou um mapa conceitual para trazer novamente as diferentes classificações para ondas, e explicou para turma como uma ferramenta, como o mapa conceitual, pode ajudá-los na hora de estudar. Nos últimos slides da apresentação foram tratadas ondas unidimensionais, bidimensionais e tridimensionais, além do espectro eletromagnético. Ao discuti-lo, a professora chamou a atenção dos alunos para a variação do comprimento de onda com a frequência, relacionando essas grandezas. Quando a professora perguntou para a turma, após terminar a apresentação, se alguém tinha dúvidas que gostaria de perguntar, novamente nenhum aluno respondeu.

Seguindo adiante, a docente escreveu na lousa alguns exercícios, e pediu que os alunos os resolvessem e entregassem até o final da aula. Os alunos copiaram em silêncio, apenas volta e meia pedindo que não fossem apagadas certas seções do quadro por ainda estarem copiando. Uma aluna parecia bastante cansada na aula, e deitou diversas vezes a cabeça sobre a mesa, o que a fez demorar bastante para terminar de copiar os exercícios. Ela revelou para a professora que não estava entendendo algumas das questões, fazendo perguntas sobre o objetivo de algumas e o significado de partes dos enunciados. A docente tentou ajudar a estudante, lembrando algumas das coisas que haviam sido ditas na aula, explicando os enunciados com outras palavras e o que estava sendo pedido, mas a aluna não estava conseguindo entender. Enquanto isso alguns alunos já estavam resolvendo as questões, e uma estudante chamou a professora para tirar uma dúvida.

Conforme os alunos entregavam suas resoluções já pegavam os celulares para se entreter, alguns conversavam entre si, e um estudante até mesmo começou a ler um livro. Assim que todos haviam entregue, a professora perguntou para os alunos o que haviam

achado das questões em termos de nível de dificuldade, e a turma em geral respondeu que estavam bastante fáceis. A docente comentou que traria os resultados na próxima aula, mas que já havia conseguido olhar algumas das respostas, e identificou que nas questões que demandavam interpretação de texto os alunos pareceram estar com dificuldades. Nos minutos finais da aula a professora usou a simulação Wave on a String, do site do PhET, para ilustrar alguns dos assuntos vistos na aula.

Data: 14/03/2022

2ª Observação da turma 313

Início: 16:55

Término: 18:30

Quando a professora e eu entramos na sala de aula, os alunos estavam utilizando um alto falante da escola para tocar música e pareciam bastante agitados e dispersos. A docente pediu que se acomodassem para realizar um pequeno teste, que havia sido combinado na última aula, o que gerou protesto de alguns alunos dizendo que não lembravam do combinado. Após alguns minutos de discussão, a docente decidiu entregar a lista das questões para serem feitas como exercício, permitindo o uso das anotações de aula dos estudantes, e combinando então novamente com a turma que na aula seguinte seria realizada a tarefa avaliativa. Na primeira página dos exercícios havia um quadro com os objetos de conhecimento e habilidades focados na tarefa, que trabalhava conceitos de temperatura, equilíbrio térmico, escalas termométricas e calor. A tarefa era composta de quatro questões de múltipla-escolha e outras quatro questões discursivas.

Os alunos pediram ajuda para a professora, relatando que não lembravam de terem visto esses conteúdos. Nesse instante a docente pediu para os alunos revisarem os conteúdos da última aula em suas anotações pessoais, o que fez vários alunos admitirem que não haviam tomado nota no caderno, alguns ainda fazendo piada da situação.

A professora começou a fazer algumas anotações na lousa, revisando alguns conceitos fundamentais para a realização dos exercícios e comentando detalhes importantes, e lança algumas perguntas para os alunos durante a explicação, pedindo participação da turma. Um aluno comentou que no enunciado de um dos exercícios havia um trecho que não entendia devido a ainda não terem estudado o significado, se referindo às condições normais de

temperatura e pressão. A docente explicou brevemente a questão, exemplificando com a pressão atmosférica e como definimos o que são e o que não são condições normais.

Passaram-se mais alguns minutos, e vários alunos revelaram dificuldades com operações matemáticas para resolver os exercícios, decidindo se reunir em grupos para tentar concluir a tarefa. Nesse instante um dos estudantes comentou frustrado que não queria mais aprender o conteúdo, que física era muito complexo e não tinha serventia para ele, enquanto seus colegas concordavam.

A docente começou a fazer a correção das questões na lousa, até chegar no exercício final, que a turma estava com grande dificuldade para resolver, que tratava de uma medida de temperatura feita por um barômetro de mercúrio. Orientando a turma sobre o raciocínio que deveria ser feito, a professora construiu com os alunos uma equação para conversão entre escalas termométricas, porém durante o desenvolvimento matemático vários alunos tiveram dificuldade em acompanhar. A professora passou pelos grupos tirando dúvidas e eu atendi um aluno que estava impaciente por não conseguir compreender algumas operações que haviam sido realizadas para alcançar o resultado do exercício.

O sinal de saída tocou e a professora liberou os alunos, lembrando que na próxima semana deveriam vir preparados para o teste.

Data: 15/03/2022

2ª Observação da turma 213

Início: 15:00

Término: 16:55

No início da aula a professora anunciou para a turma que naquele dia seria realizada uma tarefa avaliativa, o que fez alguns alunos expressarem descontentamento, claramente desgostando da proposta. Passando pelas mesas dos alunos, a docente entregou para cada um uma folha com exercícios, orientando que as questões poderiam ser realizadas em duplas, caso os alunos preferissem. Algumas duplas foram formadas e a professora então comentou que as anotações das últimas aulas poderiam ser utilizadas durante a tarefa. As questões propostas eram sobre leis de Newton e movimento, e pediam alguns cálculos simples utilizando-se equações horárias de posição.

A turma começou a apontar diversas dúvidas, alguns alunos comentaram que não tinham as anotações das últimas aulas. Nesse momento a professora perguntou se aqueles que não estavam com nenhum material de consulta disponível gostariam de um livro didático para auxiliar no desenvolvimento das questões, e como houve várias respostas positivas, buscou o material e distribuiu para os alunos, indicando a página onde iniciava a capítulo sobre as leis de Newton.

Conforme passavam os minutos de aula, os estudantes pediam constantemente ajuda da professora, mostrando dúvidas conceituais e de natureza prática, como a aplicação de determinadas equações e interpretação de enunciados. Em particular, uma das questões pareceu gerar mais dificuldade, a que o enunciado pedia para explicar a necessidade e funcionamento do cinto de segurança por meio das leis de Newton.

Em um certo momento, muitos alunos estavam demonstrando confusão quanto ao raciocínio para a soma vetorial de forças. A professora então chamou a atenção da turma, buscando lembrar que isso havia sido explicado em detalhes na aula anterior, e comentou novamente o exemplo que havia sido dado, tentando puxar pela memória dos alunos.

A docente escreveu na lousa algumas equações que os alunos precisavam lembrar para resolver os exercícios, e pediu que os estudantes as copiassem na folha dos exercícios e que não faltassem na próxima aula, quando continuariam a desenvolver a tarefa.

Conforme observo um número maior de aulas, começo a notar o quão debilitado foi o aprendizado dos alunos durante esse período do ensino remoto. Além de não recordarem os assuntos e conteúdos vistos em aula durante a pandemia, os estudantes perderam o costume de tomar anotações das aulas, alguns vindo para a escola até mesmo sem caderno. Isso é sem dúvida um fator que preciso levar em conta durante a regência, buscando meios de aproximar novamente os alunos do momento da aula.

Data: 18/03/2022

4ª Observação da turma 114

Início: 16:05

Término: 17:50

Neste dia, o período de física da turma precisou ser adiantado por conta de ter faltado o professor que daria uma aula anterior. A professora então decidiu aplicar uma tarefa para os

alunos e me deixou como monitor na sala, auxiliando quando necessário, enquanto ela estava em aula com outra turma na sala ao lado. A tarefa consistia de oito questões dissertativas sobre ondas eletromagnéticas, envolvendo suas características e definições. Foram disponibilizados livros didáticos para os estudantes utilizarem como material de consulta durante a resolução das questões, pois alguns alunos comentaram que não tinham a matéria escrita no caderno.

Durante a atividade, os alunos apresentaram bastante dúvidas sobre a questão que perguntava sobre as grandezas físicas e unidades de medida relacionadas ao espectro eletromagnético. Pude identificar que muitos deles ainda não tinham dominado o conceito de frequência, não entendendo qual era o seu significado ou mesmo como estava relacionado com o assunto. Eles conseguiram localizar no livro o quadro com o espectro eletromagnético, graduado em ordem de frequência e comprimento de onda, mas não compreendiam essas informações como grandezas físicas.

Dentre as demais questões, o desempenho da turma foi melhor, mesmo ainda surgindo alguns erros conceituais. Em uma das questões, por exemplo, que perguntava sobre o tipo de onda que pode causar danos na pele humana, justificando o uso do protetor solar, a maioria dos alunos lembrava que era a radiação ultravioleta, porém apresentavam dificuldade em justificar e argumentar essa resposta.

Nos minutos finais a professora voltou para a sala e conversamos sobre as questões junto com a turma. Aproveitando esse momento, a educadora fez ainda na lousa uma pequena revisão sobre a relação entre frequência e comprimento de onda, depois de eu ter contado para ela a dificuldade que observei nos alunos.

Data: 25/03/2022

1ª Observação da turma 113

Início: 14:10

Término: 16:05

Após eu me apresentar para a turma, a professora solicitou aos alunos que se separassem em grupos e propôs a tarefa da aula, que consistiria na definição de um tema ligado à radiação e radioatividade por cada grupo para a produção de um vídeo informativo

sobre o assunto. A maioria dos estudantes pareceu gostar da proposta, e começaram a debater nos grupos sobre como realizar a tarefa.

A docente decidiu buscar livros didáticos para auxiliar os alunos no planejamento do vídeo, me deixando como monitor na sala para auxiliar e tirar dúvidas dos grupos. Em geral, o problema que os grupos estavam enfrentando era como explorar o tema que escolhiam. Então procurei sugerir perguntas que poderiam ser feitas dentro do assunto que haviam pego. Dentre os seis grupos que foram formados, cuja média era de três estudantes por grupo, quatro conseguiram definir com clareza um tema do trabalho, sendo eles: o desastre de Goiânia com Césio-137, as aplicações médicas da radiação, o acidente nuclear de Chernobil e a descoberta da radiação. Os alunos pareceram bastante organizados, e não solicitaram ajuda muitas vezes.

Data: 25/03/2022

5ª Observação da turma 114

Início: 16:05

Término: 16:55

Entrando na sala, a professora notou vários alunos sem máscara, e pediu então aos estudantes que a pusessem, procurando lembrá-los da importância de continuarem se cuidando. Como na aula da turma anterior, a professora explicou a tarefa dos vídeos que os alunos deveriam fazer, esclarecendo que somente ela e os estudantes da turma assistiriam o material. Em virtude da falta de um professor neste dia, a professora precisou adiantar um período na sala ao lado, portanto tendo de cuidar paralelamente da turma 114 e de uma turma do nono ano. A docente então me colocou como monitor da turma, auxiliando os grupos na elaboração da atividade. Diferente da turma do período anterior, nessa surgiu uma resistência maior com a tarefa. Os alunos em geral pareceram desmotivados, dizendo que não sabiam como progredir. Passei pelos grupos diversas vezes, algumas por minha conta e outras quando os estudantes chamavam, quando procurei dar dicas de como eles poderiam organizar melhor o trabalho definindo primeiro um tema que gostariam de trabalhar, já que esse primeiro passo parecia o mais complicado. Grande parte dos estudantes comentou que nunca fizeram alguma atividade envolvendo a produção de vídeos, então apontei alguns meios como poderiam estruturar planejamento do trabalho e realizar a gravação.

Depois de um tempo considerável de aula os alunos começaram a demonstrar progresso, e em um momento quando a professora estava na sala, questionaram sobre o tempo de duração do vídeo. Um dos grupos, que ainda estava com certa dificuldade na construção de um roteiro, tentou debater com a docente, explicando que planejavam um vídeo de dois minutos. A professora explicou para os alunos que esperava um vídeo curto, de no máximo dez minutos, e que no tempo que estavam propondo não conseguiriam construir de fato um vídeo com caráter informativo, que era a proposta da atividade.

Nos instantes finais da aula, a docente aproveitou para passar um vídeo para a turma, que havia sido comentado na aula anterior, contendo um sinal variado em frequência de 20Hz até 20KHz, com o qual os estudantes poderiam notar a faixa limitada na qual a audição humana funciona.

4 PLANOS DE AULA E REGÊNCIA

Durante a primeira observação realizada com a turma foi aplicado um questionário de sondagem (Apêndice A - Questionário de sondagem inicial) para descobrir elementos que os alunos gostariam que fossem abordados nas aulas de física e dificuldades que sentiam ter em relação ao estudo da física. Por meio deste questionário ficaram evidentes alguns pontos. Um deles, e que surgiu com enorme peso nas respostas, foi a dificuldade que os alunos tinham em entender a física. Como exemplo estão apresentadas três respostas na figura 3.

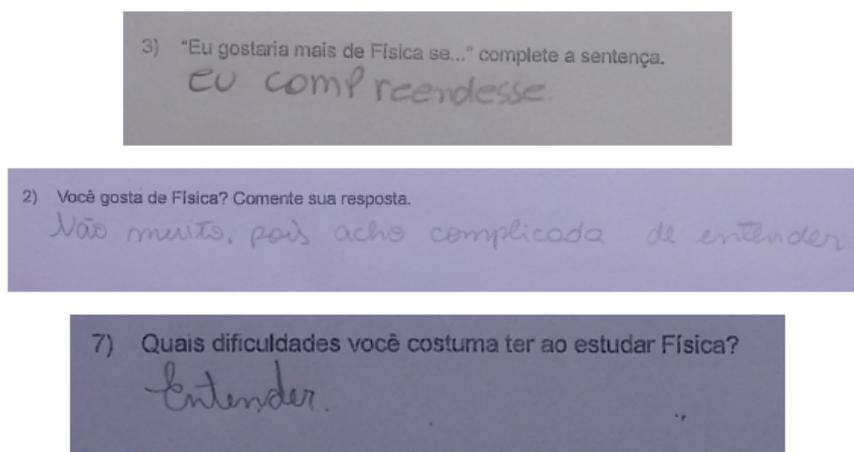


Figura 3: Respostas extraídas do questionário

Os estudantes não desgostavam do estudo da física, o que eles não gostavam era não conseguir entender o conteúdo. Pensando nisso, o planejamento da unidade didática teve um foco central: a aprendizagem significativa dos conceitos. Para tal, a metodologia escolhida para desenvolvimento da unidade e que seria utilizada nas aulas foi o Peer Instruction em conjunto do Just-in-Time Teaching, promovendo momentos em que os alunos deveriam articular os conceitos trabalhados em aula para responder perguntas e se posicionarem frente às afirmações. A execução dessas tarefas permitia a identificação prévia de dúvidas dos alunos antes mesmo das aulas, auxiliando o melhor direcionamento das explicações e exposições que seriam construídas para esse momento, além de promover o estabelecimento dos subsunçores necessários na estrutura cognitiva dos estudantes.

4.1 Cronograma de Regência

Seguindo as necessidades discentes que foram identificadas no questionário de sondagem, o período de regência foi programado como mostra a tabela 2.

Tabela 2: Cronograma planejado para regência

	Conteúdos a serem trabalhados	Objetivos docentes	Estratégias de ensino
Aula 1 Data 05/04 Tempo 2h - aula	Considerações sobre os questionários de sondagem; Introdução aos fenômenos ondulatórios: O que são ondas e quais seus parâmetros; O estudo das ondas para entendermos o universo.	Discutir com os alunos as respostas mais frequentes e relevantes do questionário de sondagem e como isso surgirá no conteúdo; Apresentar o conceito de onda, descrevendo suas propriedades fundamentais; Diferenciar ondas mecânicas e eletromagnéticas; Motivar o estudo das ondas sobre a perspectiva de como isso nos ajuda a entender o universo.	Projetor multimídia; Slides com algumas respostas dos questionários; Simulação Wave on a String ¹ , do Phet; Exposição dialogada.

¹ Simulação computacional interativa de uma corda na qual o usuário pode produzir ondas. Disponível em https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_en.html

<p>Vídeo 1</p> <p>Data 09/04</p> <p>Tempo 2h - aula</p>	<p>História da ciência na investigação da luz;</p> <p>Espectro eletromagnético.</p>	<p>Apresentar a discussão histórica sobre as teorias ondulatória e corpuscular da luz;</p> <p>Identificar a luz como onda eletromagnética;</p> <p>Discutir a utilidade da representação de ondas dentro do espectro eletromagnético.</p>	<p>Slides;</p> <p>Envio da tarefa prévia 1</p>
<p>Aula 2</p> <p>Data 12/04</p> <p>Tempo 2h - aula</p>	<p>Princípio de funcionamento do olho humano</p> <p>Reflexão e refração de ondas</p> <p>Índice de refração dos materiais;</p>	<p>Debater com os alunos os processos físicos fundamentais que regem o funcionamento da visão humana;</p> <p>Encontrar situações cotidianas onde os alunos podem observar fenômenos causados pela refração da luz;</p> <p>Discutir a formação de imagens virtuais pela refração da luz na água;</p> <p>Promover a reflexão dos alunos sobre seu aprendizado por meio de testes conceituais de <i>Peer Instruction</i>.</p>	<p>Projeter multimídia;</p> <p>Vídeos;</p> <p>Questões de <i>Peer Instruction</i>.</p>
<p>Vídeo 2</p> <p>Data 16/04</p> <p>Tempo 2h - aula</p>	<p>Revisão e resolução de exercícios;</p> <p>Reflexão interna total da luz.</p>	<p>Realizar um apanhado geral do conteúdo reforçando as discussões através de uma abordagem matemática;</p> <p>Apresentar e discutir as implicações da Lei de Snell-Descartes;</p> <p>Apresentar o princípio de reflexão interna total da luz e o conceito de ângulo limite.</p>	<p>Resolução de exercícios;</p> <p>Envio da tarefa prévia 2.</p>
<p>Aula 3</p> <p>Data 19/04</p> <p>Tempo 2h - aula</p>	<p>Discussão da tarefa da última aula;</p> <p>Difração;</p> <p>Princípio de Huygens.</p>	<p>Esclarecer as dúvidas dos alunos através da discussão da tarefa para casa;</p> <p>Revisitar o fenômeno de reflexão interna total observado na tarefa anterior;</p> <p>Evidenciar situações práticas onde podemos visualizar o</p>	<p>Projeter multimídia;</p> <p>Tanque de ondas;</p> <p>Envio da tarefa prévia 3.</p>

		Princípio de Huygens;	
<p>Aula 4</p> <p>Data 26/04</p> <p>Tempo 2h - aula</p>	<p>Interferência e composição de ondas em uma e duas dimensões;</p> <p>Interações construtivas e destrutivas entre ondas.</p>	<p>Relacionar o princípio da interferência com a formação de figuras de interferência;</p> <p>Diferenciar interações construtivas e destrutivas;</p> <p>Promover a reflexão dos alunos sobre seu aprendizado por meio de testes conceituais de <i>Peer Instruction</i>.</p>	<p>Projetor multimídia;</p> <p>Tanque de ondas;</p> <p>Questões de <i>Peer instruction</i>.</p>
<p>Vídeo 3</p> <p>Data 30/04</p> <p>Tempo 1h - aula</p>	<p>Efeito Doppler</p>	<p>Contextualizar situações cotidianas onde temos contato com o efeito Doppler;</p> <p>Associar o movimento relativo entre fonte e receptor com seu impacto sobre a frequência escutada.</p>	<p>Videos de sirenes de veículos de emergência;</p> <p>Simulação The Doppler Effect², do site physics.edu;</p> <p>Exercícios.</p>
<p>Aula 5</p> <p>Data 03/05</p> <p>Tempo 2h - aula</p>	<p>Avaliação</p>	<p>Avaliar o aprendizado conceitual dos alunos por meio de uma avaliação focada na argumentação com o uso de conceitos físicos trabalhados ao longo da unidade didática.</p>	

² Simulação computacional interativa na qual é possível verificar de forma visual as mudanças que o movimento de uma fonte sonora provoca nas ondas que emite. Disponível em:

<http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/doppler.html>

4.2 Planos de aula

4.2.1 Plano de aula 1 - Apresentação da unidade didática e introdução aos fenômenos ondulatórios

Data: 05/04/2022

Conteúdo: introdução aos fenômenos ondulatórios; definição de onda; características das ondas; diferença entre ondas mecânicas e eletromagnéticas.

Objetivos de ensino:

- Discutir com os alunos as respostas mais frequentes e relevantes do questionário de sondagem e como isso surgirá no conteúdo;
- Apresentar o conceito de onda, descrevendo suas propriedades fundamentais;
- Diferenciar ondas mecânicas e eletromagnéticas;
- Motivar o estudo das ondas sob a perspectiva de como isso nos ajuda a entender o universo.

Procedimentos:

Atividade Inicial (25 min):

No começo da aula farei uma exposição dialogada detalhando a construção do plano de atividades da disciplina, quando apresentarei para os alunos os elementos norteadores da unidade didática, identificados nas respostas deles ao questionário de sondagem (Apêndice A). Em particular, buscarei evidenciar como as solicitações deles a respeito dos tipos de conteúdo que gostariam de ver nas aulas de física, e também daqueles conteúdos que não

gostariam, foram levados em conta durante o planejamento das aulas. Além disso, usando algumas respostas selecionadas do questionário, chamarei a atenção dos estudantes para uma dificuldade relatada pela maioria: a compreensão de conceitos físicos dentro do conteúdo, e como as atividades que ocorrerão nas aulas buscarão auxiliá-los na superação desse problema.

Desenvolvimento (25 min antes do intervalo e 35 min depois do intervalo):

Iniciarei a discussão do conteúdo questionando os alunos sobre o que eles acreditam ser uma onda, pedindo que citem exemplos da sua realidade onde acreditam terem exemplos de ondas. Iniciarei então o conteúdo de ondulatória abordando a definição de onda, buscando debater com os alunos situações no cotidiano onde podemos observar diferentes tipos de ondas que eles conheçam. Usando a história das sondas espaciais Voyager, cuja comunicação com a Terra se dá através de ondas de rádio, chamarei a atenção dos alunos para esse tipo de onda não depender de um meio de propagação, diferenciando-a das ondas mecânicas. Compararei representações de ondas que os alunos podem encontrar no livro didático da turma, estabelecendo uma ligação entre figuras, por exemplo, onde ondas são representadas como círculos concêntricos em cujo centro há um gerador de sinal, e sua representação gráfica, com o formato de uma senóide, chamando atenção de como ambas as representações dizem respeito ao mesmo fenômeno.

Na sequência, começarei a explicar os elementos fundamentais da onda: amplitude, frequência e comprimento de onda, utilizando a simulação computacional Wave on a String, do site Phet Colorado, procurando evidenciar como a alteração de diferentes parâmetros afeta a forma da onda.

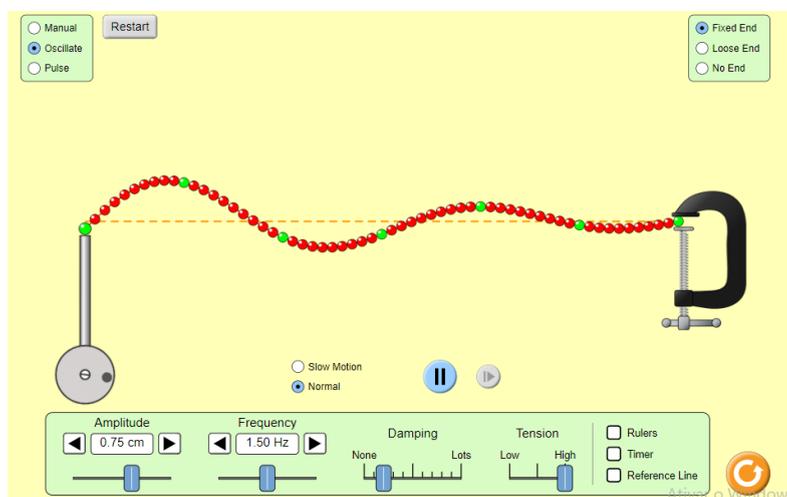


Figura 4: Interface da simulação Wave on a String, disponível em https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_en.html

No momento seguinte apresentarei o espectro eletromagnético, localizando a luz visível como uma pequena região dentro de todo o espectro, e trazendo a relação entre a frequência de uma onda e a energia que ela carrega, quando comentarei sobre o perigo da radiação ultravioleta.

Fechamento:

No último momento da aula buscarei motivar os alunos a assistirem a primeira aula assíncrona, no formato de um vídeo que será disponibilizado para a turma. Então começarei um debate lançando para os alunos a pergunta de como é possível sabermos diversas informações de planetas e estrelas distantes sem que jamais tenhamos ido lá. Comentarei que isso será abordado no vídeo que disponibilizarei para assistirem, procurando instigar o interesse deles pelo material.

Recursos: Lousa, projetor multimídia, notebook, simulação computacional.

4.2.1 Relato de Regência 1

Eu e a professora entramos na sala antes dos alunos chegarem e montamos o projetor multimídia. Levei os *slides* que eu apresentaria em aula em um *pendrive*, e a professora me cedeu emprestado seu *notebook* para que eu pudesse conduzir a aula. Assim que todos os alunos chegaram na sala, sendo seis meninas e nove meninos, a docente anunciou que começaria as aulas deles comigo e pediu para uma estudante passar uma folha de chamada pela turma, onde todos pudessem anotar a presença. A professora desejou a todos uma boa aula e deixou a sala.

Iniciei a aula comentando como eu estava contente em poder iniciar as atividades de regência e que essa seria uma etapa fundamental da minha formação como professor. Expliquei que teríamos cinco aulas juntos, nas quais serão trabalhados tópicos ligados a ondas e seus fenômenos associados. Antes de iniciar o conteúdo propriamente dito, projetei os slides detalhando a construção da unidade didática, mostrando para os alunos como as respostas

deles, coletadas no questionário de sondagem, foram ouvidas, e como as atividades de ensino foram planejadas.

Primeiramente, expliquei aos alunos a metodologia ativa que seria utilizada em algumas aulas, o *Peer Instruction*, detalhando suas etapas fundamentais antes e durante a aula, utilizando em um *slide* a figura 5.

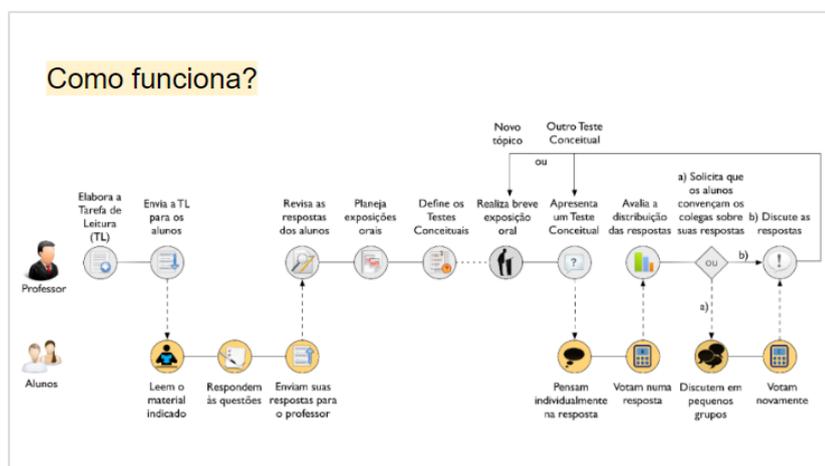


Figura 5. Diagrama detalhando as etapas do Peer Instruction em conjunto com o Just-in-Time Teaching. Fonte: Araujo e Mazur, 2013.

Já que eu sabia que no turno da manhã a professora de física costuma usar esse tipo de metodologia nas aulas, supus que alguns dos alunos na turma pudessem já ter participado desse tipo de atividade. Perguntei, então, para a turma se alguém presente já conhecia a dinâmica. Um aluno comentou que sim e eu pedi que ele descrevesse como tinha sido a experiência. O estudante falou brevemente que foi algo diferente, mas de fácil realização e que tornava a aula mais interessante, concluindo que a experiência havia sido positiva. Prossegui a exposição, falando sobre as tarefas de leitura, abrindo espaço algumas vezes para os alunos exporem suas perguntas ou dúvidas sobre as propostas que eu havia planejado, mas ninguém se manifestou. Apenas indicaram que tudo estava claro.

Quando comentei sobre as atividades *online* e os vídeos que eu produziria e enviaria para eles, percebi que alguns pareceram não gostar da ideia. Assumi que a resistência se devesse ao fato de que os vídeos representariam para esses alunos uma tarefa a mais, uma carga de estudos além da sala de aula. Busquei reforçar a importância dessas tarefas para o aprendizado conceitual deles sobre o conteúdo, chamando atenção para como a construção desse material foi pensada dentro daquilo que eles mesmos demonstraram interesse ao responder o questionário, e que o material não seria muito extenso.

Na sequência, iniciei o conteúdo da aula. Primeiramente, como elemento histórico, falei para os alunos das sondas espaciais Voyager, mostrando a famosa foto batizada de “Pálido Ponto Azul” (figura 6) tirada pela Voyager I em 1990, que mesmo estando a uma distância enorme do planeta Terra, foi capaz de enviar essa informação através de ondas de rádio.

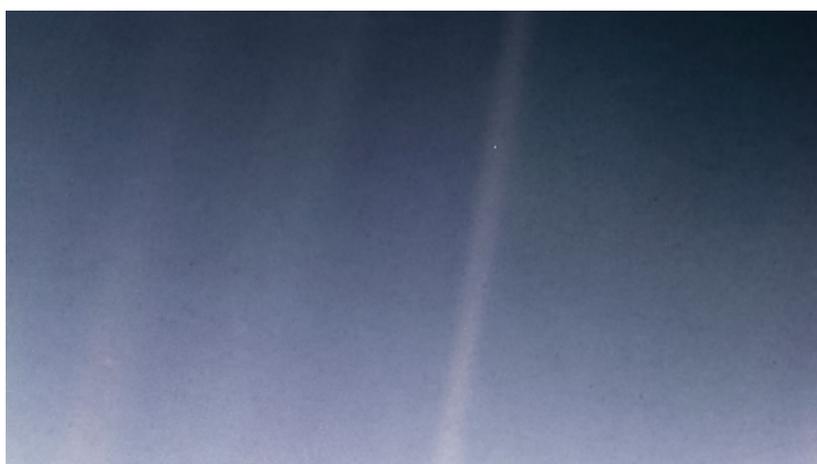


Figura 6. Foto do planeta Terra realizada pela sonda espacial Voyager I ³

Usando esse elemento, entrei na definição de onda, primeiramente buscando diferenciar ondas mecânicas e eletromagnéticas. Para definir ondas mecânicas usei como exemplos ondas que podemos ver no nosso dia a dia, como ondas na superfície da água ou ondas em cordas, quando usei o exemplo de um exercício típico de *crossfit*, em que o atleta chacoalha uma corda bastante grossa, produzindo ondas nela por alguns minutos como uma maneira de tonificação muscular. Procurei detalhar para os alunos os aspectos centrais das ondas, como a propagação de energia, e no caso de ondas mecânicas, a dissipação de energia para o meio de propagação. Uma aluna levantou a mão nesse instante e perguntou se eu poderia liberá-los para o intervalo, porque era o dia do aniversário da escola e eles ganhariam bolo, mas estavam ansiosos para garantir um bom lugar na fila. Como faltavam apenas dois minutos para o sinal liberei os alunos, mas em troca pedi que não atrasassem no retorno.

Na volta do intervalo continuei a exposição, buscando deixar clara a necessidade de um meio de propagação, no caso de ondas mecânicas, e a dispensabilidade de meio, no caso de ondas eletromagnéticas. Usei como exemplo o fato da luz emitida pelo Sol chegar até a Terra atravessando o vácuo do espaço. Notei algumas vezes que um grupo de estudantes numa

³ Disponível em <https://www.nasa.gov/feature/jpl/pale-blue-dot-revisited>

das laterais da sala parecia bastante disperso ao longo da discussão, então procurei me posicionar mais próximo deles na sala, lançando perguntas para tentar captar de volta sua atenção.

O assunto trabalhado na sequência foi as características das ondas. Iniciei a simulação Wave on a String, do site Phet Colorado, e comecei a detalhar o que são amplitude, comprimento de onda, frequência e período de uma onda, chamando atenção para algumas relações fundamentais. Por exemplo, quando aumentamos a frequência da onda percebemos uma redução de seu comprimento de onda, tentando evidenciar que essas coisas estavam interligadas. Embora não estivessem fazendo perguntas, os alunos demonstraram dificuldade ao longo da explicação.

Em um certo momento, usei o recurso da régua na simulação e pausei o movimento de uma onda que produzi usando a opção de oscilação contínua, e perguntei para a turma qual era a medida do comprimento de onda. Nenhum estudante se arriscou a responder. Interrompi a explicação para ouvir deles o que não estava ficando claro naqueles conceitos e um dos alunos me pediu se eu poderia fazer a explicação novamente. Dessa vez, pedi que imaginassem então uma pessoa produzindo a onda mostrada na simulação. Tentei estabelecer paralelos entre a amplitude do movimento do braço com a amplitude da onda e a velocidade do movimento do braço com a frequência. Para alguns alunos essa segunda explicação pareceu ajudar, mas ainda havia alunos com expressão de confusão no rosto, em particular o grupo mais falante, na lateral da sala. Perguntei se conseguiam agora colocar em palavras as dúvidas que tinham, e nesse momento uma aluna expôs o que tinha entendido, dizendo: “professor, só para ver se entendi direito, se eu estiver fazendo ondas com uma corda, e decidir fazer mais rápido, isso é um aumento de frequência? E aí o comprimento de onda diminui?”, ao que lhe respondi: “Sim, nota que os pulsos que tu estarias produzindo viajam pela corda com uma velocidade definida por características da corda. Se tu produzires um número maior de pulsos por unidade de tempo, eles vão começar a se amontoar nesse meio, logo a distância entre o pico de pulsos vizinhos se reduz”.

Em seguida, um aluno anunciou que faltava um minuto para o final da aula, o que me surpreendeu bastante, já que eu não esperava ter tomado tanto tempo no uso da simulação. Reforcei o aviso de que já receberiam nesta semana uma atividade assíncrona e que um tópico que não foi abordado na aula por falta de tempo, o espectro eletromagnético, seria incluído no vídeo. Agradei a atenção dos alunos e os liberei.

Ao planejar essa aula imaginei que a exposição usando a simulação seria uma das sequências em que os alunos teriam o menor número de dúvidas e que provavelmente seria a

mais rápida, mas o que aconteceu foi justamente o contrário. Isso é um elemento que preciso levar em conta daqui em diante nas aulas seguintes para que haja tempo suficiente de trabalhar todos os conteúdos previstos durante a aula. Além disso, acredito que preciso buscar maneiras de fazer com que os alunos exponham suas dúvidas, principalmente em aulas mais expositivas, já que perguntar diretamente a eles as dúvidas que têm não parece ser muito efetivo.

4.2.2 Plano do vídeo 1 - Teoria ondulatória e teoria corpuscular da luz

Data: 08/04/2022 (2 horas - aula)

Conteúdo: História da ciência na investigação da luz, espectro eletromagnético, espectros de emissão, tarefa de leitura 1.

Objetivos de ensino:

- Apresentar a discussão histórica sobre as teorias ondulatória e corpuscular da luz;
- Identificar a luz como onda eletromagnética;
- Discutir a utilidade da representação de ondas dentro do espectro eletromagnético;
- Apresentar o que são espectros de emissão, elucidando como nos permitem estudar diferentes aspectos do universo.

Procedimentos:

Introdução (5 min):

A aula será iniciada com a motivação de entendermos o que é a luz, quando questionarei os alunos se já se perguntaram sobre isso. Levantarei o aspecto de que a ciência é

uma construção humana, e a maneira como os fenômenos são explicados depende muito do contexto histórico da época e podem mudar com o tempo. Trazendo uma visão histórica, apresentarei o debate entre as perspectivas ondulatória e corpuscular sobre o caráter da luz.

Desenvolvimento (20 min)

Na sequência, buscarei mostrar o conhecimento que hoje temos dentro dessa área como uma construção humana, resultado de diversos trabalhos e investigações, que levaram ao entendimento da luz como uma onda eletromagnética.

Farei a comparação desse tipo de onda com as ondas mecânicas já estudadas em aula, chamando atenção dos alunos para suas semelhanças e diferenças fundamentais. Partindo da compreensão de luz como uma onda, introduzirei o conceito de espectro eletromagnético, discutindo como a nossa visão é limitada a uma faixa pequena de frequências dentro de um intervalo específico do espectro que chamamos de luz visível.

Recursos: slides e internet.

Avaliação: Será solicitado aos alunos que respondam a um questionário através do *Google Forms* (Apêndice C) contendo material de leitura e questões sobre reflexão e refração da luz.

4.2.3 Plano de aula 2 - Reflexão e refração

Data: 12/04/2022

Conteúdo: Reflexão e refração de ondas; índice de refração dos materiais; velocidade de propagação das ondas.

Objetivos de ensino:

- Debater com os alunos os processos físicos fundamentais que regem o funcionamento da visão humana;
- Encontrar situações cotidianas onde os alunos podem observar fenômenos causados

pela refração da luz;

- Discutir a formação de imagens virtuais pela refração da luz na água;
- Promover a reflexão dos alunos sobre seu aprendizado por meio de testes conceituais de *Peer Instruction*.

Procedimentos:

Atividade Inicial (30 min):

Iniciarei a aula discutindo com os alunos o funcionamento do olho humano, levantando a ideia de que nossa visão depende da luz que é captada pela retina. Projetando algumas fotos com efeitos visuais curiosos causados pela refração da luz, em que acabamos vendo objetos parcialmente submersos como se estivessem deslocados/partidos. Perguntarei para os alunos se eles já se depararam com situações semelhantes, buscando estabelecer hipóteses deles sobre o que poderia causar a ilusão. Discutirei a reflexão de ondas de luz pela superfície dos objetos, apontando para os alunos como na luz branca visível temos todas as cores do espectro visível, e que ao incidir sobre uma superfície parte da luz é absorvida, concluindo que a cor com que enxergamos um objeto depende do comprimento de onda que ele reflete.

Desenvolvimento (20 min antes do intervalo e 35 min depois do intervalo)

No momento seguinte, estabelecerei com os alunos que a luz viaja em linha reta, e buscarei instigá-los ao raciocínio de que a luz muda de direção ao atravessar a interface entre diferentes meios como uma conclusão para o efeito visual causado nas imagens projetadas na lousa no início da aula. Chegando nessa conclusão, vou inserir o conceito de refração e de coeficiente de refração dos materiais, comparando com a alegoria do carrinho de brinquedo que muda de direção ao passar pela linha que separa superfícies com diferentes rugosidades, apresentando como motivo para a mudança na direção do trajeto da luz a mudança da velocidade de propagação entre meios diferentes.

Na sequência entregarei para os alunos os cartões resposta, e explicarei como decorrerá a atividade seguinte, em que eles passarão por alguns testes conceituais de *Peer*

Instruction, como havia sido combinado na aula de apresentação da construção da unidade didática.

Exemplo de questão 1: Um feixe luminoso atravessa a superfície de separação entre dois meios de propagação.

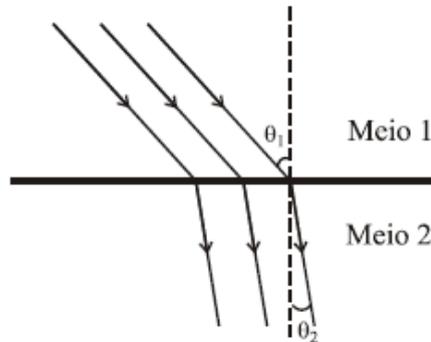


Figura 7: Representação usada no exercício. Fonte: QConcursos⁴

Analise as afirmações:

- I) A velocidade da luz no meio 2 é maior do que no meio 1
- II) O índice de refração do meio 2 é maior do que o do meio 1
- III) Se o ângulo de incidência θ_1 fosse reduzido, o ângulo do raio refratado θ_2 aumentaria

Exemplo de questão 2: Considerando-se que a água é mais refringente que o ar, para uma pessoa mergulhada em uma piscina cheia d'água, a imagem vista de um objeto que se encontra no ar é

- a) mais afastada da superfície da água que o objeto
- b) igualmente afastada da superfície da água que o objeto
- c) mais próxima da superfície da água que o objeto
- d) não será vista imagem do objeto

Serão projetadas questões de múltipla-escolha na lousa e os estudantes deverão refletir e decidir, em silêncio, qual é a alternativa correta, também construindo um argumento que os tenha feito escolher tal alternativa. Será dado aos alunos cerca de dois minutos para refletirem sobre cada questão, e então pedirei para que todos levantem o cartão resposta com a

⁴ Site que disponibiliza questões de vestibular para estudo. Disponível em: https://www.qconcursos.com/questoes-de-vestibular/questoes?discipline_ids%5B%5D=198&subject_ids%5B%5D=7271

alternativa que tenham escolhido. Caso a distribuição das respostas escolhidas pelos estudantes seja suficientemente heterogênea, dividirei a turma em pequenos grupos, propondo a eles que discutam com os colegas do grupo, apresentando os argumentos para a escolha da alternativa e tentando convencê-los.

Fechamento (15 min):

Nos momentos finais da aula apresentarei matematicamente aos alunos as leis de reflexão e de refração. Utilizando a equação para a lei da refração, chamarei a atenção para as relações de proporção entre os termos e lançarei perguntas simples para a turma responder, para com isso construir a intuição dos alunos acerca da direção dos raios refletidos e refratados.

Recursos: Lousa, projetor multimídia, simulação computacional, cartões resposta.

4.2.3 Relato de Regência 2

Iniciei a aula agradecendo os envios dos alunos da tarefa prévia 1, que eu havia disponibilizado na sexta-feira, sendo que dos quinze alunos que estavam frequentando às aulas, oito participaram. Perguntei primeiro, para os alunos que fizeram a atividade, o que acharam do nível de dificuldade e da extensão do material, já que no espaço de dúvidas não surgiram muitas falas quanto a esse aspecto. Alguns estudantes disseram que tiveram facilidade em responder às questões e não acharam muito trabalhoso. Questionei então se aqueles que não responderam o questionário da tarefa gostariam de se manifestar ou justificar de alguma maneira. Um aluno levantou a mão e lhe passei a palavra. Ele comentou que não possuía celular, e, conseqüentemente, não podia participar do grupo de *whatsapp* da turma, que foi o meio que utilizei para enviar os *links* para a turma. Pedi desculpas ao aluno por não ter perguntado previamente para a turma se todos tinham acesso ao grupo, e então, um dos colegas falou que lhe enviaria as tarefas através do *discord*⁵. Expliquei então que ele poderia enviar as respostas dele até o dia seguinte.

⁵ Aplicativo de chamada de voz e mensagens de texto que permite a criação de comunidades virtuais e ambientes de conversa *online*.

Nesse momento, outro aluno comentou que não havia entregue. Questionei o que havia acontecido, se ele estava na mesma situação que o outro colega, mas o estudante fez graça, apenas questionando se ainda poderia enviar. Chamei a atenção da turma de que a proposta combinada era de que as tarefas devem ser enviadas antes das aulas, tanto para que eles já cheguem na sala de aula tendo estudado o conteúdo, quanto para que eu possa analisar as respostas deles, usando isso nas discussões. Lembrei os estudantes de que as tarefas possuem peso avaliativo, e procurei deixar claro que eu esperava mais participação na tarefa seguinte, e nesse instante, alguns alunos responderam de maneira afirmativa.

Passando a falar então sobre o conteúdo da aula, expliquei que os fenômenos ondulatórios que discutiríamos estavam ligados à maneira como funciona a nossa visão, e questionei a turma se já haviam se perguntado sobre isso ou se tinham curiosidade sobre essa questão. Um aluno respondeu que não entendia os detalhes, mas que sabia que isso estava relacionado com a luz. Confirmei o ponto trazido pelo estudante e expliquei o funcionamento básico do olho humano. Utilizando alguns *slides* com fotos extraídas da *internet* (figuras 8), expliquei que temos células dentro no olho que são estimuladas pelos diferentes comprimentos de onda da luz que penetra pela retina, que pode variar seu grau de abertura para permitir a entrada de uma maior ou menor quantidade de luz.

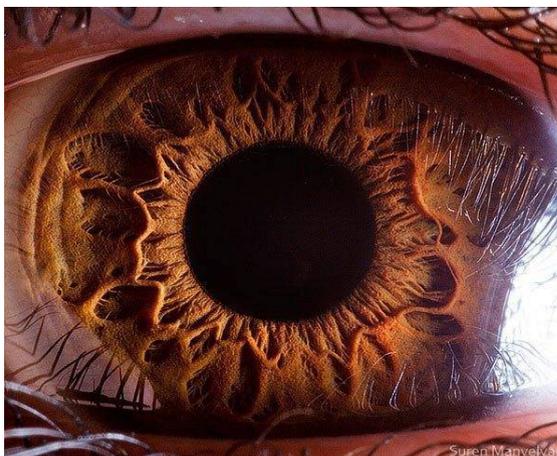


Figura 8: Close-up do olho humano⁶.

Para falar sobre a reflexão da luz na superfície dos objetos, que posteriormente é captada pelo nosso olho, nos permitindo vê-los, projetei algumas respostas selecionadas da tarefa e discuti com os alunos. Precisei interromper a discussão para que um grupo de alunos, que estavam visitando a escola neste dia, passassem um recado para a turma sobre uma rifa. O

⁶ Disponível em: <https://twitter.com/astronomiaum/status/1234186204838584320>

recado tomou um tempo considerável de aula. Na sequência, precisei acelerar o conteúdo para conseguir cobrir os tópicos que havia planejado para serem abordados antes do intervalo, então decidi focar apenas em aspectos centrais. Passei a palavra para os alunos, perguntando se tinham alguma dúvida, mas o barulho do sinal tocando os dispersou. Liberei então a turma para o recreio.

No retorno do intervalo, passei para a exposição sobre refração. Primeiro projetei algumas imagens e vídeos curiosos, em que devido ao fenômeno da refração acabamos vendo objetos parcialmente submersos em água como se estivessem tortos ou partidos (figuras 9 e 10).



Figura 9: Foto de um objeto parcialmente submerso em água, causando a impressão de estar partido. Fonte: Brasil Escola ⁷



Figura 10: Cena de um vídeo que mostra uma nadadora cuja cabeça parece deslocada do corpo devido ao fenômeno da refração ⁸

⁷ Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/a-refracao-luz.htm>

⁸ Disponível em: <https://thumbs.gfycat.com/OrangeEvenAzurevase-mobile.mp4>

Uma estudante levantou a mão, perguntando: “isso acontece por causa daquela outra coisa que falava na tarefa, né?”. Respondi afirmativamente à estudante, e perguntei se ela ou outros alunos conseguiriam explicar o fenômeno a partir do que tinham entendido na tarefa. Um aluno parecia querer falar, mas estava incerto. Direcionei-me para ele, tentando ajudá-lo a construir a explicação. Ele lembrava que algo fazia a luz mudar de direção e que o nome do fenômeno era refração. Usando as palavras do estudante, avancei para o slide que continha a imagem de um feixe de luz atravessando um bloco de plástico transparente (figura 11), onde era bastante evidente a mudança de direção de propagação do feixe ao penetrar no bloco e também ao sair dele do outro lado.

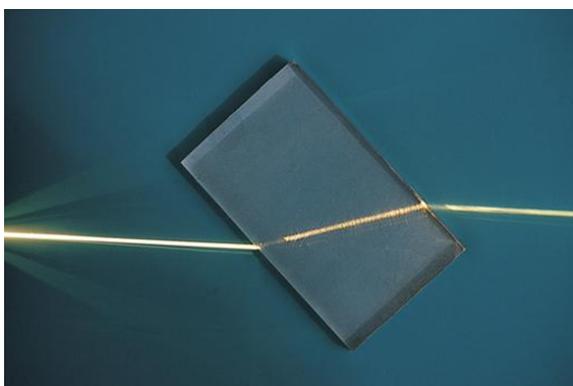


Figura 11: Um feixe de luz sofrendo refração ao penetrar e ao emergir de um bloco de plástico.

Fonte: Wikipédia⁹.

Deixei a imagem projetada na lousa enquanto conduzia a explicação, em que procurei deixar claro o aspecto de que a velocidade da luz dependia do tipo de meio por onde se propagava, e que ao passar de um meio para outro, a velocidade da luz era alterada. Uma aluna levantou a mão, perguntando se a deflexão do raio era sempre “para baixo”. Perguntei se esse questionamento era devido à imagem da tarefa, onde havia a representação de um feixe atravessando a interface entre ar e água, e que ao entrar na água sofria um desvio na direção da água, e a aluna confirmou. Expliquei que a direção de deflexão do feixe dependia da relação entre a velocidade da luz nos dois meios envolvidos, chamando a atenção da turma de que era possível ver isso mesmo na imagem do bloco de plástico, pois ao penetrar no bloco o feixe era defletido em uma direção e ao sair era defletido na direção contrária, o que pareceu sanar a dúvida.

⁹ Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Refraction>

Propus nesse momento para a turma que iniciáramos o momento de *Peer Instruction*. Passei de classe em classe, distribuindo para cada estudante quatro cartões com as letras A, B, C e D que eu havia confeccionado para a atividade (Figura 12).



Figura 12: Foto dos cartões resposta construídos para a atividade de *Peer Instruction*.
Fonte: acervo pessoal.

Enquanto isso, expliquei a atividade, chamando atenção dos alunos para os pontos importantes, como manterem silêncio durante a escolha da alternativa e formularem um argumento que a justificasse para ser capaz de convencer um colega.

Projetei a primeira questão e li o enunciado com a turma. A pergunta dizia respeito ao que acontecia com um feixe luminoso ao incidir sobre a superfície de uma placa solar, recoberta por uma camada de vidro. Assim que terminei de ler a questão alguns estudantes falaram a alternativa correta, então pedi calma aos alunos e que se lembrassem das regras, principalmente de que não deveriam falar em voz alta a alternativa que escolhessem. Aguardei cerca de trinta segundos e liberei para que votassem. Praticamente de forma unânime a turma acertou a questão, então fiz uma rápida discussão sobre os conceitos envolvidos e passei para a próxima. Na segunda questão (figura 13) era perguntado sobre a imagem virtual formada de um objeto fora da água pela visão de um observador submerso.

Questão 2.

(Adaptada de Unicentro - 2018) Considerando-se que a água é mais refringente que o ar, para uma pessoa mergulhada em uma piscina cheia d'água, a imagem vista de um objeto que se encontra no ar é

- a) mais afastada da superfície da água que o objeto
- b) igualmente afastada da superfície da água que o objeto
- c) mais próxima da superfície da água que o objeto
- d) não será vista imagem do objeto

Figura 13: Questão aplicada durante o *Peer Instruction*.

Durante a votação me surpreendi ao notar que apenas um aluno respondeu a alternativa correta, e que a maioria tinha escolhido a alternativa de que a imagem era formada mais próxima da superfície. Desenhei na lousa novamente o exemplo que havia sido discutido anteriormente na aula em que tínhamos a situação inversa, do objeto submerso e do observador fora da água. Imaginei que os estudantes estavam apenas lembrando da conclusão de que a imagem do objeto, nesse caso, se formava mais próxima da superfície, e não estavam de fato analisando a questão. Procurei chamar a atenção dos alunos de como concluímos que a imagem se formava mais próxima da superfície. Enquanto eu explicava, alguns estudantes começaram a perceber o próprio erro e já passaram a falar que a alternativa correta era outra. Perguntei se todos haviam entendido a questão e a turma respondeu de maneira afirmativa.

Notei nesse instante que estava se instaurando uma espécie de competição entre grupos de lados opostos na sala, e precisei acalmar um pouco os estudantes, procurando lembrá-los de que esse momento não deveria ser encarado com rivalidade. Passei para a terceira questão, que apresentava três afirmações sobre conclusões que poderiam ser tiradas ao observar a deflexão de um feixe de luz. Na votação, percebi que a turma estava bem dividida entre três alternativas, então pedi que os alunos mantivessem o seu cartão levantado enquanto eu os separava em grupos. Dividi a turma em quatro grupos, procurando colocar alunos com respostas diversas em cada grupo, avisando que deveriam tentar convencer os colegas de grupo da alternativa que julgavam correta. Esperei alguns minutos para que pudessem discutir e pedi que votassem novamente. Dessa vez a maioria da turma acertou a questão e antes mesmo que eu pedisse, um aluno já começou a explicar como havia chegado na resposta correta. Nesse momento o sinal tocou, e para minha surpresa, pude ouvir uma aluna protestando pela aula ter acabado. Agradei o empenho de todos e os liberei.

Essa primeira experiência com o Instrução pelos Colegas me deixou muito contente. Mesmo tendo sido um pouco difícil em alguns momentos controlar os ânimos dos estudantes, percebi que nessa atividade houve um interesse real dos alunos em entender a física por trás

das explicações dos fenômenos. Eu não poderia ter esperado por uma melhor receptividade da turma.

4.2.4 Plano do vídeo 2 - Revisão e exercícios

Data: 15/04/2022 (2 horas-aula)

Conteúdo: Revisão dos conteúdos, resolução de exercícios, tarefa prévia 2.

Objetivos de ensino:

- Realizar um apanhado geral do conteúdo reforçando as discussões através de uma abordagem matemática;
- Apresentar e discutir as implicações da Lei de Snell-Descartes;
- Apresentar o princípio de reflexão interna total da luz e o conceito de ângulo limite.

Procedimentos:

Introdução (10 min):

O primeiro momento da aula será destinado a uma revisão dos conceitos trabalhados até o momento, quando discutirei os assuntos que foram vistos em aula, buscando chamar atenção dos alunos para pontos fundamentais dentro de cada tópico.

Desenvolvimento (25 min)

Partindo então para um momento mais voltado para a matemática, apresentarei a Lei de Snell-Descartes e trabalharei em detalhes exercícios de refração de ondas, buscando estabelecer com clareza a relevância do índice de refração dos materiais no ângulo das ondas refratadas. No intuito de que os alunos desenvolvam intuição prática sobre o fenômeno,

relacionarei a proporção entre os índices de refração dos meios por onde a onda viaja, com a deflexão se aproximar ou se afastar da reta normal à interface que os separa.

Usando a Lei de Snell-Descartes, discutirei o conceito de reflexão interna total, analisando a relação entre os ângulos de um feixe incidente e refratado que incide sobre a interface que separa água e ar, buscando chamar a atenção dos alunos para o caso em que o raio refratado apresentaria ângulo de 90° .

Recursos: slides.

Avaliação: Será solicitado aos alunos que respondam um questionário através do *Google Forms* (Apêndice D) contendo o link de um vídeo do canal Manual do Mundo, do *YouTube*, e algumas questões sobre refração.

4.2.5 Plano de aula 3 - Difração e princípio de Huygens

Data: 19/04/2022 (2 horas-aula)

Conteúdo: Reflexão, refração e difração; princípio de Huygens, tarefa prévia 3.

Objetivos de ensino:

- Esclarecer as dúvidas dos alunos sobre os conceitos da última aula através da discussão da tarefa para casa;
- Evidenciar situações práticas onde podemos visualizar o Princípio de Huygens;
- Demonstrar os fenômenos estudados por meio do tanque de ondas.

Procedimentos:

Atividade Inicial (20 min):

A aula iniciará com a discussão das questões presentes na tarefa prévia 2 (Apêndice D), onde será promovido um rápido debate sobre as dúvidas dos estudantes. Usando as respostas dos alunos, serão discutidos os erros conceituais presentes nas falas, convidando-os a exporem suas dúvidas para que sejam esclarecidas. Surgindo dúvidas, será feita na lousa uma revisão sobre o que foi trabalhado nas aulas anteriores, lançando perguntas para os alunos e focando nos temas que geraram maior dificuldade. Em seguida, será levantada a discussão de como a internet chega até às nossas casas, abordando o princípio de funcionamento de um cabo de fibra óptica. Convidarei os alunos que participaram da tarefa para tentar explicar o fenômeno da reflexão interna total para o grande grupo. Através das respostas, o fenômeno será revisado como uma consequência natural da refração, quando usarei o exemplo discutido no vídeo, chamando atenção dos alunos para o caso de um feixe de luz viajando pela água e refletindo totalmente ao incidir sobre a interface separando água e ar.

Desenvolvimento (30 min antes do intervalo e 35 min depois do intervalo)

Na sequência será iniciada a exposição sobre difração, quando lançarei uma pergunta motivadora para os alunos, referente a como podemos ouvir a voz de alguém mesmo havendo algum obstáculo entre fonte e ouvinte. Introduzirei o Princípio de Huygens, chamando atenção dos alunos para a necessidade da adequada largura do orifício para o fenômeno ser observado.

Nesse instante, montarei em sala de aula o tanque de ondas (ripple tank), para demonstração prática do fenômeno de difração em ondas na água. Primeiramente, apresentarei a ferramenta, discutindo sua função e funcionamento. Usando o aparato, produzirei ondas planas na superfície do líquido, onde colocarei um obstáculo com uma fenda por onde as ondas possam difratar. Compararei com os alunos o que podemos observar quando as ondas atravessam uma fenda de largura adequada e o que acontece em caso contrário, onde a onda praticamente não se difrata.

Convidarei os alunos a sugerirem outras configurações de disposição dos obstáculos, caso tenham interesse, estimulando-os a interagir e fazer uso do aparato experimental.

Quando convier, lembrarei os alunos sobre os efeitos estudados anteriormente, reflexão e refração, lançando para eles a questão de como poderíamos observar esses fenômenos no tanque, instigando-os a sugerirem opções. Para observação do fenômeno de reflexão, caso não ocorram outras sugestões, colocarei um obstáculo posicionado na diagonal

em relação à direção de propagação das ondas, e perguntarei se os alunos conseguem visualizar a reflexão das ondas ao colidirem com o anteparo.

Em seguida, usarei a mesma abordagem, dessa vez para a refração, buscando direcionar o raciocínio dos alunos para como poderíamos alterar a velocidade de propagação das ondas na água. Na lousa, usarei o exemplo de como as ondas do mar se aproximam da praia, e com alguns desenhos discutirei com os estudantes a mudança da velocidade das ondas na água, relacionando esse efeito com a alteração da profundidade da água conforme nos movemos em direção à praia. Após essa discussão, usarei o tanque para demonstrar o fenômeno, utilizando uma placa de acrílico para simular a alteração da profundidade da água na região por onde as ondas se propagam.

Como última demonstração, usarei os anteparos para construir uma barreira dentro do tanque. Produzindo ondas com o gerador de abalos, farei variar a largura da fenda, buscando evidenciar para os alunos como o efeito da difração é mais proeminente quanto menor seja a fenda, até que seja alcançada uma abertura com tamanho semelhante ao comprimento de onda das ondas produzidas no tanque.

Fechamento (15 min):

Nos instantes finais da aula abrirei espaço para que os alunos compartilhem suas dúvidas e/ou percepções sobre a atividade, procurando ouvir dos estudantes o que compreenderam através das demonstrações.

Recursos: Lousa, projetor multimídia, tanque de ondas.

Avaliação: Será solicitado aos alunos que respondam a um questionário através do *Google Forms* (Apêndice E) contendo material de leitura e questões sobre sobreposição e interferência de ondas até a aula seguinte.

4.2.5 Relato de Regência 3

Cheguei mais cedo que de costume na sala neste dia para montar o tanque de ondas (Figura 8) antes dos alunos chegarem, com receio de perder muito tempo no meio da aula para realizar a montagem.



Figura 8: Foto do tanque de ondas montado sobre a mesa do professor.

Fonte: acervo pessoal.

Conforme os estudantes chegavam, percebi o interesse deles pelos aparatos, e alguns estudantes vieram até a mesa para ver o tanque mais de perto. Percebendo a curiosidade deles, os lembrei que na primeira aula havia comentado do experimento que traria para demonstrar os fenômenos ondulatórios, que era portanto o aparato sobre a mesa. Rapidamente outros alunos foram também se aproximando para ver do que se tratava, então aproveitei para ligar o gerador de abalos e mostrar como a máquina produzia ondas na superfície da água do tanque. Os alunos pareceram muito interessados, alguns chegando ainda mais perto para ver o gerador de perto e entender como funcionava. O sinal tocou e pedi que se sentassem, prometendo que na sequência poderíamos olhar melhor o tanque em funcionamento.

Iniciando a aula decidi comentar com a turma sobre o baixo número de envios na tarefa da semana, pois apenas quatro alunos haviam entregue até a manhã daquele dia. Lembrei que as tarefas tinham peso avaliativo, frisando que, acima de tudo, eram um complemento importante das aulas e uma oportunidade para que chegassem na sala de aula com ideias e dúvidas sobre o conteúdo, dinamizando o tempo que tínhamos em sala de aula. Frisei que enviaria a terceira tarefa, que seria a última, e estava esperando mais participação da turma.

Seguindo para o conteúdo da aula, projetei na lousa uma das questões da tarefa, que dizia respeito a um trecho do vídeo Como entortar raios de luz com açúcar¹⁰, do canal Manual

¹⁰ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=gqkSfAfy30>

do Mundo, no YouTube, no qual através de uma experiência simples foi possível fazer com que um feixe de laser apresentasse uma curva suave dentro de um tanque com água (figura 14).



Figura 14: Cena de um vídeo do canal Manual do Mundo mostrando um feixe de laser realizando uma curva suave dentro da água.

Apresentei as respostas de dois estudantes, usando-as para comentar o fenômeno que já havia sido estudado. Na sequência, lancei a pergunta se alguém da turma já havia se perguntado como a internet chega até às nossas casas. Um aluno respondeu, perguntando se era pelo ar. Respondi diferenciando o sinal de *WiFi* da internet via cabo, levantando a questão do que era transportado pelos cabos de fibra óptica. Projetei na lousa algumas imagens mostrando os cabos no fundo do oceano (figura 15), e comentei que no vídeo foi mostrado um efeito bastante curioso, em que o feixe de um *laser* incidia sobre a interface que separava água e ar, vindo da água, e era totalmente refletido por ela.



Figura 15: Foto mostrando um cabo submarino de transmissão de dados. Fonte: CanalTech ¹¹

¹¹ Disponível em: <https://canaltech.com.br/produtos/como-funcionam-os-cabos-submarinos-206018/>

Uma aluna comentou que não havia entendido a explicação dada no vídeo para o fenômeno. Na lousa, desenhei uma sequência de representações em que um feixe de luz incidia sobre a superfície da água, chamando a atenção dos alunos para que conforme o ângulo de incidência crescia, também se tornava maior o ângulo do raio refratado, chegando na situação limite em que o raio incidia em um ângulo muito próxima de 90° , fazendo com que o raio refratado apresentasse um ângulo que chamei de θ_2 . Invertendo a situação, perguntei para turma o que deveria acontecer se dessa vez houvesse um raio de luz, viajando na água e incidindo sobre a interface com ângulos sucessivamente maiores, relacionando com os desenhos anteriores, até que o ângulo de incidência fosse maior que θ_2 , concluindo que o feixe não era capaz de atravessar a interface. Usando esse exemplo, retornei para a ideia do cabo de fibra óptica, explicando para os estudantes que esse era o fenômeno da reflexão interna total, seu princípio fundamental de funcionamento, permitindo que luz viajasse através do cabo.

No retorno do intervalo, dando sequência à aula, projetei na lousa uma figura onde estavam representadas frentes de onda viajando ao encontro de uma fenda e de um obstáculo (figura 16).

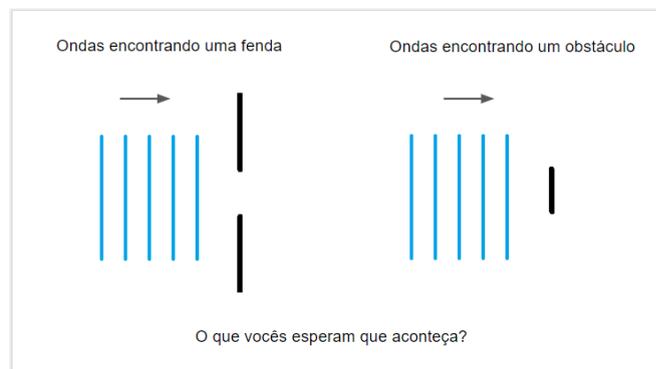


Figura 16: Esquema representando frentes de onda indo ao encontro de uma fenda e de um obstáculo. Fonte: Imagem autoral

Lancei para os alunos a pergunta do que deveria ocorrer com a onda nessas situações. Um aluno apontou que na situação em que a onda colidia com o obstáculo ela seria refletida, confirmei a resposta do aluno, mas pedi que ele se atentasse então para as as regiões da frente de onda que passavam pelos lados do obstáculo, sem colidir com ele. O estudante pareceu pensativo, mas não conseguiu dar uma resposta. Outro aluno falou que quando a onda passava pela fenda só “um pedacinho” dela deveria passar. Fui até a lousa e desenhei sobre a figura

pequenas ondas planas passando pela fenda, perguntando se era isso que o estudante estava pensando, ele confirmando que sim. Avancei um slide, mostrando imagens de ondas sofrendo difração na água ao atravessar a fenda de uma barreira, chamando a atenção da turma para como o que víamos acontecer numa situação como essa era a propagação de ondas circulares após a passagem pela fenda. Apresentei o fenômeno como a difração, explicando que era bastante presente no nosso cotidiano, usando o exemplo de como conseguimos ouvir sons produzidos por fontes atrás de obstáculos.

Expliquei que existia um modelo que tentava explicar o mecanismo responsável por esse comportamento, chamado de Princípio de Huygens, e o descrevi para os alunos usando uma sequência de imagens nos *slides*. Frisei que um modelo como este era uma tentativa de explicar um elemento da realidade e uma aluna questionou se isto era “a verdade”. Aproveitei o questionamento da jovem para discutir rapidamente o modo como a ciência constrói modelos, e como eles possuem limitações e ao longo do tempo podem ser atualizados ou substituídos, concluindo que não era possível estabelecer uma definição tão dura como verdade ou inverdade em uma situação como essa.

Convidei nesse momento os alunos a se levantarem e se aproximarem da mesa na qual o tanque de ondas estava montado, alguns parecendo animados com a proposta. Com os alunos ao redor da mesa, primeiro expliquei a ideia de funcionamento do tanque. Ligando-o, mostrei que era possível produzir continuamente ondas na superfície da água, e usando alguma fonte de iluminação, projetar as ondas sobre a mesa, onde eu havia colocado folhas de papel brancas.

Conforme foram feitas as demonstrações busquei lembrar os conteúdos vistos em aula, lançando perguntas para a turma. Foi possível mostrar com clareza a reflexão das ondas em um obstáculo e a difração através de uma fenda. Ao tentar demonstrar a difração, depus no fundo do tanque com água uma placa fina de vidro, explicando para turma que precisávamos de uma maneira para alterar a velocidade das ondas viajando na superfície da água, e com a placa, era criada uma região com menor profundidade no tanque, onde conseqüentemente as ondas se propagariam com velocidade diferente. Entretanto, não consegui fazer com que o fenômeno ficasse evidente. No momento supus que havia colocado muita água no tanque, fazendo com que a diferença de profundidade provocada pela placa não era de magnitude suficiente, mas devido ao tempo curto da aula e a impraticidade de remover parte da água do tanque apenas comentei com a turma que na próxima aula eu buscava melhorar a demonstração. Nos instantes finais, reforcei o pedido feito no início da aula, lembrando que esperava a participação deles na tarefa da semana.

4.2.6 Plano de aula 4 - Interferência

Data: 26/04/2022 (2 horas-aula)

Conteúdo: Composição de ondas, interferência construtiva e destrutiva entre ondas.

Objetivos de ensino:

- Relacionar o princípio da interferência com a formação de figuras de interferência;
- Diferenciar interações construtivas e destrutivas;
- Promover a reflexão dos alunos sobre seu aprendizado por meio de testes conceituais de *Peer Instruction*.

Procedimentos:

Atividade Inicial (30 min):

Para iniciar a aula vou usar como exemplo os fones de ouvido com cancelamento de ruído ativo e propor para os alunos a situação exemplo na qual temos o fone reemitindo o mesmo som do ambiente, porém fora de fase, questionando o que deveria acontecer quando as duas ondas estivessem sobrepostas no ar. Trarei as respostas selecionadas da tarefa sobre sobreposição de ondas para discutir com o grupo a maneira como os pulsos se combinam. Fazendo uso da situação em que dois pulsos positivos colidem, e na sequência, da composição entre um pulso positivo com um negativo, chamarei atenção dos alunos para as ondas não serem destruídas ao entrarem em contato, levantando que essa é uma concepção comum que as pessoas apresentam.

Em seguida, utilizarei diagramas na lousa para mostrar a relação que a amplitude dos pulsos envolvidos na interação tem sobre a amplitude do pulso resultante, criando uma sequência dos pulsos antes, durante e depois de interagirem, diferenciando o caso de interação construtiva e destrutiva, os definindo como um fenômeno de interferência.

Desenvolvimento (20 min antes do intervalo e 20 min depois do intervalo)

Passando para o caso bidimensional, vou propor para os alunos o problema de entendermos como deve ser a interferência entre as ondas produzidas por fontes pontuais espaçadas, na superfície da água. Desenharei a situação na lousa, com duas fontes pontuais dando origem a ondas circulares que acabam sobrepostas em determinadas regiões, e pedirei aos alunos que localizem no desenho onde devemos obter interações construtivas e destrutivas. A partir das observações dos alunos, vou evidenciar a presença de uma figura típica de interferência para tal situação, detalhando as linhas nodais como regiões de permanente interação construtiva e destrutiva.

Usando o tanque de ondas, vou iniciar a demonstração de como podemos utilizá-lo para observar o fenômeno da interferência, testando a compreensão deles sobre o que foi discutido e identificando dúvidas conceituais durante o experimento.

Fechamento (30 min):

No restante da aula, organizarei a turma para realizar alguns testes conceituais de Instrução pelos Colegas sobre interferência.

Exemplo de questão 1:

(UDESC) Em uma corda, dois pulsos de onda propagam-se em fase e sentidos opostos.

Assinale a alternativa que representa corretamente a propagação dos pulsos de onda, nos seguintes momentos:

- (I) antes da interferência
- (II) durante a interferência
- (III) após a interferência

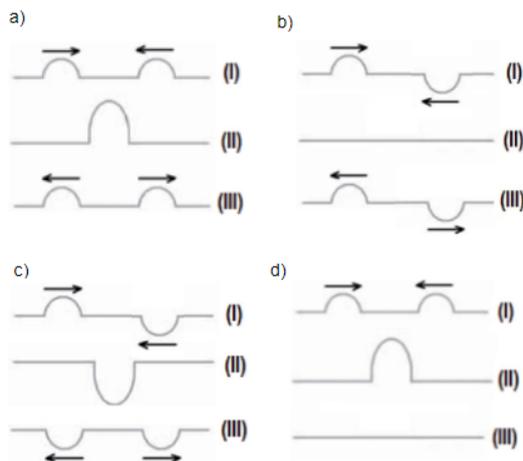


Figura 17: Alternativas usadas no exercício. Fonte: Adaptada do site Brasil Escola¹²

Exemplo de questão 2:

(Adaptada do vestibular da FGV) A figura mostra dois pulsos que se movimentam em sentidos contrários atravessando um meio, um em direção ao outro.

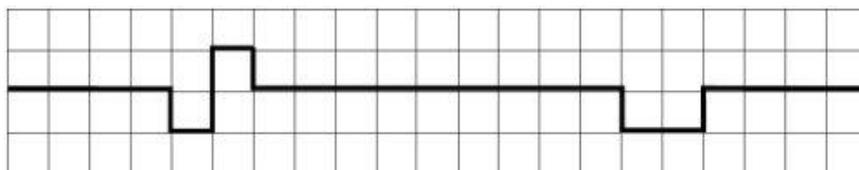


Figura 18: Representação de dois pulsos quadrados. Fonte: Brasil Escola.

Quando houver sobreposição total, a melhor representação para a sobreposição dos pulsos estará melhor indicada por:

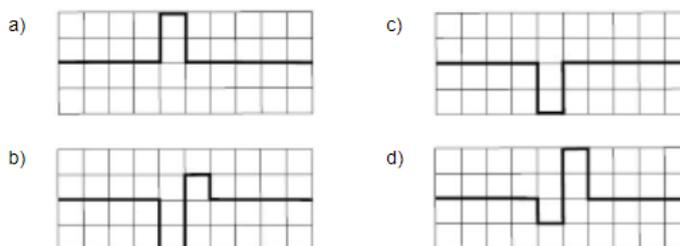


Figura 19: Alternativas da questão. Fonte: Brasil Escola.

Recursos: Lousa, projetor multimídia, tanque de ondas, cartões resposta.

¹² Disponível em:

<https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-interferencia-ondas.htm>

4.2.6 Relato de Regência 4

Nesta semana ocorreram os conselhos de classe na escola, por conta disso, foi decidido que os períodos de aula seriam reduzidos para 30 min. Para não prejudicar o tempo disponível para a minha aula, a professora regente conversou com a professora que leciona os dois períodos anteriores para a turma, analisando a possibilidade de que estes períodos fossem cedidos para que eu pudesse dar a minha aula. A educadora, muito gentil, cedeu esse espaço, portanto foi combinado com a turma que neste dia eles teriam aula de física nos quatro primeiros períodos de aula.

Cheguei cedo novamente na sala de aula para montar o tanque de ondas enquanto os alunos chegavam. Assim que o sinal tocou a turma já estava praticamente completa, e usei os primeiros minutos de aula para agradecer o recorde de participação na tarefa prévia 3 (Apêndice E) sobre sobreposição de ondas, com 12 envios até a manhã daquele dia, comentando como as respostas deles me ajudaram na construção da aula.

Passando para o conteúdo, inicialmente perguntei se conheciam o recurso de cancelamento de ruído ativo, existente em fones de ouvido modernos. Dois alunos disseram já terem ouvido falar, mas não sabendo exatamente do que se tratava ou como funcionava. Expliquei então o funcionamento básico desse recurso, lembrando a turma sobre o assunto da tarefa, sobreposição de ondas, chamando a atenção dos alunos de como era possível usar ondas sonoras para cancelar o ruído vindo do ambiente, através do fenômeno da interferência. Revisei com os alunos a composição de pulsos de onda em uma dimensão, usando os exemplos do material que haviam lido, lançando perguntas para os estudantes preverem a maneira como pulsos interferem ao se sobreporem em uma corda. Nas respostas da tarefa percebi que os alunos tiveram dificuldade em analisar a situação em que pulsos de mesma amplitude e fases opostas interferem, então frisei as implicações dessa situação, buscando deixar claro que quando sobrepostos não veríamos pulso algum na corda.

Na sequência, trouxe as respostas dos estudantes coletadas na tarefa, comentando alguns erros conceituais e de linguagem que surgiram comumente entre os envios, como uma resposta que implicava que interferência só poderia acontecer entre ondas emitidas por uma mesma fonte. Um dos alunos, que teve a sua resposta selecionada como exemplo de resposta correta, fez questão de anunciar que havia sido o autor daquela resposta enquanto eu a comentava, então parabeneizei o jovem pela dedicação na tarefa.

Na sequência, utilizando a simulação *Superposition of Transverse Waves*¹³ modeliei algumas situações onde duas ondas de mesma amplitude e frequência interferiam, aproveitando para evidenciar a diferença quando as ondas estavam se deslocando em sentidos iguais e quando estavam se deslocando em sentidos opostos, quando era obtida uma onda estacionária.

A esta altura da aula os alunos estavam bastante dispersos, alguns combinando planos para depois da aula, e precisei pedir o foco deles diversas vezes. Para tentar captar a atenção da turma novamente decidi inverter a ordem que havia planejado para a exposição, passando direto para o uso do tanque. Convidei os estudantes para se levantarem e virem até a mesa com o tanque de ondas. Lembrei para os alunos como na aula passada havia sido difícil visualizar no experimento o fenômeno da refração, então refiz essa parte da demonstração, dessa vez com o nível adequado de água no tanque. Em seguida, usando os anteparos metálicos, montei dentro do tanque uma barreira com duas fendas, e perguntei para os alunos se lembravam da aula anterior o que acontecia quando uma onda encontrava uma fenda. Uma aluna gesticulou com as mãos, desenhando semicírculos no ar. Confirmei a ideia dela, lembrando que quando a onda atravessava a perfuração, saía como um pulso circular na superfície da água. Chamei a atenção dos alunos para a situação construída no tanque, onde haviam duas fendas, comentando que seriam produzidas então ondas circulares por dois pontos distintos, concluindo que ao se encontrarem ocorreria interferência. Liguei o tanque e pedi para os alunos observarem com atenção a formação de regiões planas na superfície da água, onde não era visível nenhuma perturbação. Lancei a pergunta do que estaria ocorrendo nesses locais, mas nenhum aluno respondeu. Refiz então a pergunta, lembrando os estudantes do que havíamos discutido sobre a sobreposição de pulsos com fases opostas e do significado de interferência destrutiva entre eles. Usando uma figura contida nos slides, mostrei para a turma que na figura formada na água haveria três regiões de particular interesse: locais onde havia dois picos de onda sobrepostos, locais onde havia dois vales de onda sobrepostos, e locais onde estavam sobrepostos picos e vales, buscando evidenciar a existência de linhas onde a interferência entre as ondas sempre se dava de maneira destrutiva, associando isso com a imagem vista no tanque.

Nos minutos finais da aula anunciei que faríamos novamente uma atividade de Instrução pelos Colegas, e pedi que os alunos se sentassem. Distribuí os cartões para os

¹³ Simulação computacional interativa que permite a visualização da onda resultante da composição de duas ondas modeláveis. Disponível em: <https://ophysics.com/w3.html>

estudantes e lembrei das regras da atividade. Apliquei dois testes conceituais envolvendo a composição de pulsos. Na primeira questão (figura 20) a turma ficou bastante dividida quanto às respostas escolhidas, então rapidamente os dividi em pequenos grupos para a discussão.

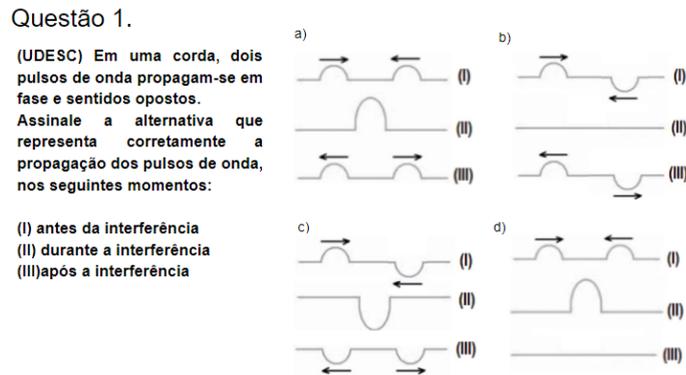


Figura 20: Questão aplicada durante o *Peer Instruction* em aula.

Na segunda votação percebi que as respostas ainda estavam bem divididas entre as alternativas A e B, então na lousa analisei junto dos alunos cada uma das alternativas, convidando os estudantes a compartilharem o raciocínio que fizeram para chegar na resposta. Como na aula passada, os alunos se tornaram bastante competitivos realizando a atividade, e o grupo que havia escolhido a alternativa correta, letra A, começou a lançar indiretas para os demais. Precisei pedir calma deles para seguir com a análise. Diferentemente da aula passada, as atitudes foram mais brandas e, embora eu tenha precisado controlar a competitividade dos estudantes novamente em alguns momentos, houve uma melhora significativa na maneira com que respeitaram a regra de não falar as respostas em voz alta durante a votação, o que facilitou a execução da atividade.

4.2.7 Plano do vídeo 3 - Efeito Doppler

Data: 30/04/2022 (1 hora-aula)

Conteúdo: Espectro sonoro; efeito Doppler, exercícios.

Objetivos de ensino:

- Contextualizar situações cotidianas onde temos contato com o efeito Doppler;

- Associar o movimento relativo entre fonte e receptor com seu impacto sobre a frequência escutada.
- Promover a reflexão dos alunos sobre seu aprendizado por meio de questões conceituais durante a exposição.

Procedimentos:

Atividade Inicial (5 min):

Para iniciar a aula, vou utilizar trechos de vídeos contendo o áudio emitido por veículos com sirenes, como carros de polícia e ambulâncias, levantando a discussão de como é possível definirmos o movimento e posição de corpos somente pelas ondas sonoras que emitem, direcionando a discussão para a maneira como o som escutado nos exemplos varia entre agudo e grave.

Desenvolvimento (15 min):

Apresentarei então aos alunos o efeito Doppler, como uma diferença entre a frequência do som emitido por uma fonte e a frequência captada por um observador, dependendo do movimento relativo entre eles. Utilizando a simulação The Doppler Effect¹⁴, do site physics.edu, pretendo elucidar a maneira como o comprimento de onda das ondas sonoras emitidas pela fonte são alteradas de acordo com seu movimento, que se tornam mais próximas na frente do objeto, e mais espaçadas atrás dele.

No momento seguinte, apresentarei a equação do efeito Doppler, chamando atenção dos alunos para as relações de proporcionalidade que apresenta em situações distintas e no caso de ausência de velocidade relativa entre fonte e observador. Farei então alguns exercícios para ajudar na compreensão das relações matemáticas entre as variáveis.

Fechamento (5 min):

¹⁴ Simulação computacional interativa que permite a visualização das frentes de ondas sonoras emitidas por uma fonte. É possível a variação de alguns parâmetros como posição e velocidade da fonte e de um observador para esclarecer a causa do efeito Doppler. Disponível em: <http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/doppler.html>

Abordarei o fato de que não são somente ondas sonoras que sofrem o efeito Doppler. Lembrarei os alunos de que as diferentes cores que enxergamos são devidas às diferentes frequências da radiação emitida pelos corpos. Partindo disso, buscarei chamar a atenção dos alunos para como também é possível observar o efeito Doppler na luz emitida por estrelas, apresentando o conceito do desvio para o vermelho ocasionado nos espectros de emissão desses corpos, concluindo como essa é uma informação relevante para o estudo de diferentes corpos astronômicos no universo.

Recursos: slides.

4.2.8 Plano de aula 5 - Avaliação final

Data: 03/05/2022 (2 horas-aula)

Conteúdo: Primeira avaliação bimestral

Objetivos de ensino:

- Avaliar o aprendizado conceitual dos alunos por meio de uma avaliação focada na argumentação com o uso de conceitos físicos trabalhados ao longo da unidade didática.

Procedimentos:

Nesta aula será aplicada a primeira prova do bimestre (Apêndice B). Como conclusão da unidade didática que foi focada na compreensão de conceitos físicos, a avaliação contará com questões dissertativas, nas quais os alunos deverão explicar alguns fenômenos estudados. A proposta será de que busquem usar das próprias palavras, construindo uma explicação como se fosse para alguém que desconhecesse a física. Além disso, haverá questões contendo afirmações, que eles deverão julgar, se posicionando de maneira positiva ou negativa frente ao texto, justificando sua posição usando os assuntos estudados.

O conteúdo será avaliado de acordo com o quão bem os estudantes são capazes de aplicar e articular os conceitos físicos vistos na sala de aula, permitindo com isso se posicionar em diferentes assuntos, além de conseguirem explicar esses conceitos com clareza.

Recursos: folhas de avaliação impressas

4.2.8 Relato de Regência 5

Como havia sido combinado com a turma, neste dia seria realizado uma revisão dos conteúdos estudados ao longo da unidade didática durante o primeiro período, e após o intervalo seria aplicada a primeira prova bimestral de física. Permiti que os estudantes trouxessem uma folha com anotações sobre a matéria para utilizarem durante a prova. Então a primeira coisa que perguntei em aula é se todos haviam construído esse material. Apenas um aluno revelou não ter feito o resumo. Expliquei que caso quisesse, poderia fazer anotações durante a revisão para utilizar durante a prova.

Na revisão foram discutidos todos os principais assuntos vistos em aula: tipos de onda, elementos da onda, espectro eletromagnético e fenômenos ondulatórios. Sempre que possível busquei lançar perguntas para os alunos complementarem a minha fala e participarem da revisão. Surgiram algumas dúvidas durante a revisão, em geral no que dizia respeito à maneira como se expressar corretamente em relação aos fenômenos de refração e interferência; os estudantes perguntavam “como falar” determinado fenômeno, mas em geral esse momento transcorreu de maneira tranquila. Perguntei aos alunos se haviam estudado para a prova, mas apenas alguns poucos alunos responderam positivamente, o que me deixou surpreso já que pareciam lembrar com clareza do conteúdo e das discussões em aula. Faltando dois minutos para o intervalo liberei os alunos, pedindo que em troca não se atrasassem no retorno.

Na volta do intervalo entreguei imediatamente as provas (Apêndice B) e fiz a leitura dela em voz alta. A avaliação possuía cinco questões, e pedi para que cada estudante respondesse quatro delas, assinalando uma para ser removida. Desejei uma boa prova para os alunos e me sentei.

Ao longo do período alguns alunos vieram até a minha mesa para esclarecer dúvidas, em geral sobre a interpretação dos enunciados. Nesses casos eu buscava explicar o enunciado com outras palavras, tentando esclarecer o que estava sendo pedido. Em cerca de 30 minutos

de aula os primeiros alunos já começaram a entregar as provas. Passei uma folha de chamada pela turma enquanto recolhia as avaliações daqueles que já estavam prontos. Conforme mais alunos entregavam, o barulho na sala começou a crescer, por conta das conversas e discussões sobre o que cada um havia respondido. Precisei pedir o silêncio da turma diversas vezes, buscando lembrar que ainda havia estudantes fazendo prova. Faltando dois minutos para o término da aula, os últimos entregaram suas avaliações. Aproveitei os minutos finais para agradecer a disposição dos alunos e me despedir da turma, já que esta era minha última aula com eles.

Posteriormente, analisando as avaliações, fiquei contente em notar respostas de alunos que tinham sido capazes de justificar suas afirmações usando os conhecimentos estudados em aula. Isso me levou a pensar imediatamente que esses estudantes haviam conseguido aprender significativamente esses conteúdos. Algumas respostas dos alunos são apresentados abaixo na figura 21.

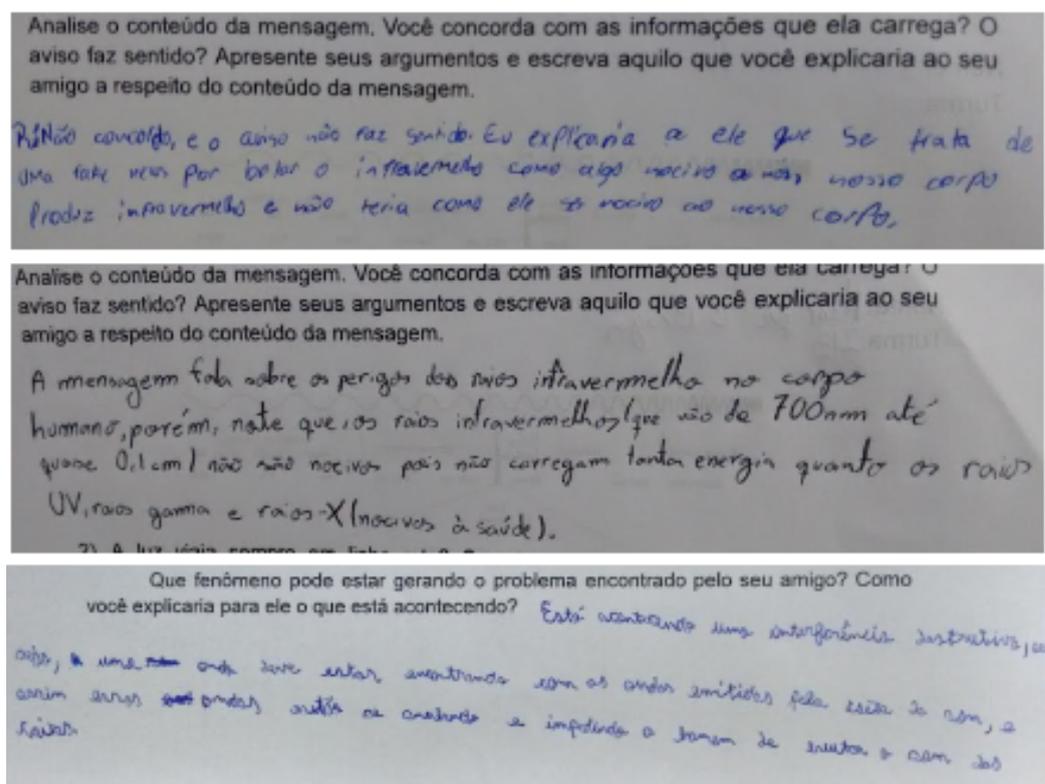


Figura 21: Algumas respostas das questões dissertativas da prova. Fonte: acervo pessoal.

Naturalmente, também houve alunos que apresentaram dificuldade em formar argumentos coerentes em suas respostas, ou que simplesmente escreveram a definição de um conceito, sem se preocupar se era aquilo que estava sendo pedido. Isso ficou mais evidente entre os estudantes que não participavam das tarefas prévias. Percebendo que isso realmente

fez uma diferença positiva no aprendizado conceitual dos alunos, penso agora em retrospecto, se eu não deveria ter sido mais pertinente em pedir a participação da turma, ou ter atribuído um valor maior de nota para essas atividades.

5 CONCLUSÃO

Ao longo do curso de licenciatura em física, iniciado no primeiro semestre do ano de 2015, “quebrei a cara” muitas vezes. Logo no primeiro semestre, depois de uma série de reprovações, foi difícil reprimir a dúvida se eu conseguiria seguir no curso. Ouvia frequentemente a respeito do problema de evasão na física, e ao longo do caminho observei isso na prática, questionando-me se eu acabaria entrando para as estatísticas também. A cada semestre que se passava, e mais disciplinas eram concluídas, os desafios eram sucessivamente maiores, mas com prazer notei que minha confiança também crescia, e me sentia mais capaz de superá-los.

Depois dessa longa trajetória no curso de licenciatura em física, ao começar finalmente aquele que seria o último semestre da graduação, percebi que haveria diversos desafios para serem superados. Com a aprovação do calendário acadêmico, que iniciava as aulas em 17 de janeiro, completamente em descompasso com o início das aulas nos colégios do estado, perguntei-me como haveria tempo para a realização do estágio. Com o tempo curto, não foi surpresa que cumprir o cronograma planejado para a disciplina exigiu um enorme esforço em conjunto dos graduandos e dos professores regentes da disciplina, que trabalharam duro para garantir que nós, concluintes da licenciatura em física, tivéssemos uma experiência sólida de regência garantindo esse momento tão importante da nossa formação como futuros professores.

Em meio aos prazos apertados do estágio, do planejamento das aulas, da apresentação dos microepisódios, além das obrigações com as outras disciplinas do curso, tive dúvidas durante o período de observação se seria capaz de levar essa etapa adiante e garantir a construção de uma unidade didática que, simultaneamente, atendessem às aspirações daqueles que seriam meus primeiros alunos e despertasse o interesse deles nas aulas.

A cada semana que passava, através das discussões e do *feedback* dos orientadores, percebia minhas aulas tomando forma e eu me sentindo professor. A experiência de regência, de estar dentro de uma sala de aula promovendo construção de conhecimento, foi engrandecedora, e os desafios que surgiram ao longo do trajeto ampliaram a minha

perspectiva sobre os problemas que o professor precisa estar atento para resolver. Uma das maiores dificuldades foi certamente a pouca participação dos alunos nas tarefas prévias. Mesmo havendo peso avaliativo neste material, os estudantes pareceram pouco impelidos pela proposta. Após uma conversa com os alunos a respeito desse problema, chamando-os para participar e salientando que as aulas estavam sendo construídas em conjunto, fiquei muito contente em ver a resposta expressiva deles na última tarefa, em que houve recorde de envios.

Foi um grande prazer aplicar o *Peer Instruction* nas aulas, e tenho certeza depois de ver o empenho e disposição dos alunos na atividade que usarei o método com frequência. É visível a transformação de atitudes que ele promove. Fiquei particularmente contente pela professora regente da turma ter demonstrado interesse pelo método, comentando que decidiu aplicá-lo em suas aulas.

Por fim, cabe dizer que espero que todas as demais discussões, demonstrações e atividades construídas tenham sido uma experiência positiva para os alunos, que precisaram lidar com um professor ainda inexperiente mas com muita vontade de ensinar.

6 REFERÊNCIAS

ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 3, n. 2, p. 362–384, 2013.

BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. Semina: Ciências Sociais e Humanas 32, 25 (2011).

LASRY, N.; MAZUR, E.; WATKINS, J. Peer instruction: from Harvard to the two-year college. American Journal of Physics, v. 76, n. 11, p. 1066(4), 2008.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem Significativa: Um Conceito Subjacente. Aprendizagem Significativa em Revista, [s. l.], v. 1, n. 3, p. 25–46, 2011.

MÜLLER, M. G. et al. Uma revisão da literatura acerca da implementação da metodologia interativa de ensino Peer Instruction (1991 a 2015). Revista Brasileira de Ensino de Física, online, v. 39, n. 3, p. e3403, 2017.

OLIVEIRA, V.; VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. Relato de experiência com os métodos Ensino sob Medida (Just-in-Time Teaching) e Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) para o Ensino de Tópicos de Eletromagnetismo no nível médio. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 32, n. 1, p. 180-206, abr. 2015.

PASTORIO, D. P. et al. Elaboração e implementação de uma unidade didática baseada no Just-in-Time Teaching: um estudo sobre as percepções dos estudantes. Revista Brasileira de Ensino de Física [online]. 2020, v. 42, e20200296.

PERCHERON, F.; PETTER, A. A.; ESPINOSA, T.; ARAUJO, I. S. ANÁLISE PRAXEOLÓGICA DO MÉTODO PEER INSTRUCTION: CONSTRUÇÃO DE UM PONTO DE REFERÊNCIA PARA O ESTUDO DE SUAS MODIFICAÇÕES E ADAPTAÇÕES PARA DIFERENTES CONTEXTOS DE ENSINO. Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC , v. 11, n. 2, p. 36-52, 9 jul. 2021.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE SONDAÇÃO INICIAL

Nome:

Idade:

- 1) Qual sua disciplina favorita e qual você menos gosta? Por quê?

- 2) Você gosta de Física? Comente sua resposta.

- 3) “Eu gostaria mais de Física se...” complete a sentença.

- 4) O que você acha mais interessante na Física? E menos interessante?

- 5) Que tipo de assunto você gostaria que fosse abordado nas aulas de Física?

- 6) Você vê alguma utilidade em aprender Física? Comente sua resposta.

- 7) Quais dificuldades você costuma ter ao estudar Física?

- 8) Qual profissão você pretende seguir?

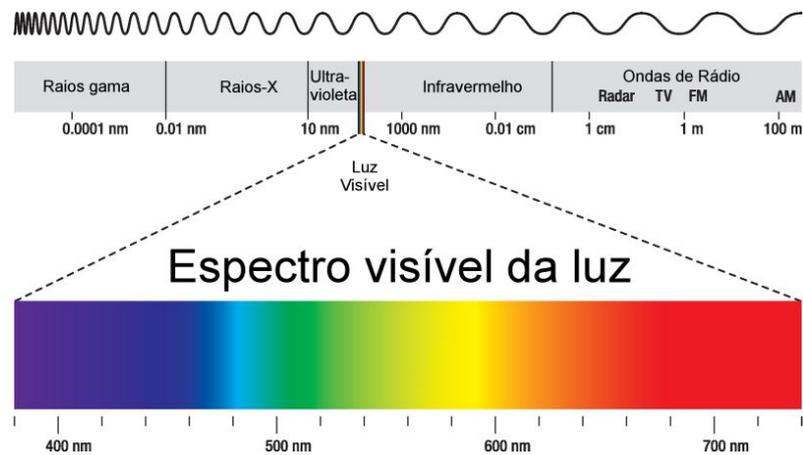
- 9) Pretendes fazer algum curso superior? Qual? Em que instituição?

APÊNDICE B - PROVA

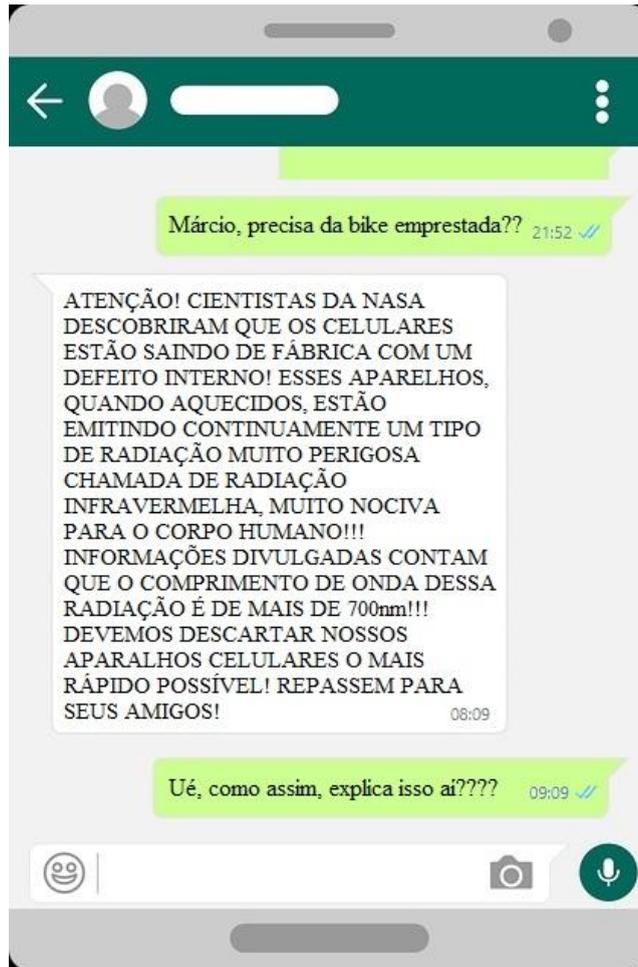
Primeira prova bimestral de Física

Nome:

Turma:



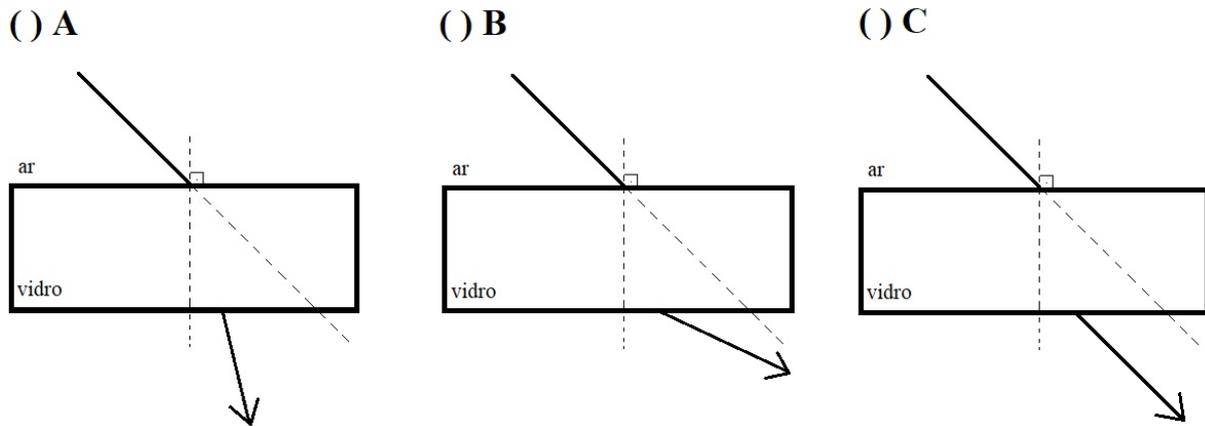
- 1) Suponha a seguinte situação. Um amigo comenta ter recebido uma mensagem em um grupo de *whatsapp*, mas admite não entender muito bem do que se trata. Sabendo que você entende de física, ele pede que você dê uma olhada:



Analise o conteúdo da mensagem. Você concorda com as informações que ela carrega? O aviso faz sentido? Apresente seus argumentos e escreva aquilo que você explicaria ao seu amigo a respeito do conteúdo da mensagem.

- 2) A luz viaja sempre em linha reta? Se não, explique em quais condições isso acontece e em quais condições isso não acontece.

3) (Vestibular Unesp - 2021) Um raio de luz que se propaga pelo ar incide sobre uma lâmina de vidro. Marque a figura que melhor representa a propagação desse raio pelo ar após emergir da lâmina de vidro:



Agora explique qual o raciocínio feito para chegar na alternativa que escolheu. Quais conceitos você utilizou para concluir qual era a figura que melhor representa a situação descrita?

4) A tabela abaixo apresenta o índice de refração de quatro tipos diferentes de vidro:

vidro	índice de refração
crown	1,52
flint leve	1,58
flint médio	1,62
flint denso	1,66

a) Em relação a velocidade de um raio de luz se propagando no interior de cada um desses tipos de vidro, em qual deles ela será maior? Justifique.

b) Complete a sentença:

Dois raios de luz estão viajando no ar. Cada um incide, segundo o mesmo ângulo de incidência diferente de zero, sobre um pedaço de vidro flint leve e de um pedaço de vidro flint denso, podemos afirmar que o raio que sofrerá maior deflexão será o que irá penetrar no vidro tipo _____.

c) Lembrando do significado do índice de refração dos materiais, você diria ser possível que um material apresente índice de refração menor do que 1? Justifique.

5) Suponha a seguinte situação hipotética: um amigo seu adquiriu recentemente um sistema de duas caixas de som, e as instalou na sala de estar. Numa tarde vocês acabam se encontrando na rua, e ele lhe conta bastante desanimado:

- “Sabe aquelas caixas que comprei para minha sala de estar? Acho que elas estão com defeito. Quando sento no meu lugar preferido do sofá, mal consigo ouvir o som da televisão, fica praticamente inaudível! Outro dia notei que tem vários lugares na sala onde isso acontece, e outros em que o som fica perfeito. Não entendo isso”.

Que fenômeno pode estar gerando o problema encontrado pelo seu amigo? Como você explicaria para ele o que está acontecendo?

APÊNDICE C - TAREFA PRÉVIA 1

Propagação retilínea da luz

Observando os objetos que nos rodeiam, verificamos que alguns deles emitem luz, isto é, são fontes de luz, tais como o Sol, uma lâmpada acesa, a chama de uma vela, etc. Outros não emitem luz, mas podem ser vistos porque são iluminados pela luz proveniente de alguma fonte.

Um dos fatos que podemos observar sobre o comportamento da luz é que, quando ela se propaga em um meio homogêneo, sua propagação é retilínea. Isso pode ser constatado quando a luz do Sol passa através das árvores em uma floresta (**figura 5.2.a**). Sabendo que a luz se propaga em linha reta, podemos determinar o tamanho e a posição da sombra de um objeto sobre um anteparo.

Na **figura 5.2.b**, por exemplo, o Sol emite luz, que se propaga em linha reta em todas as direções. Um objeto opaco interrompe a passagem de parte dessa luz, originando a sombra.

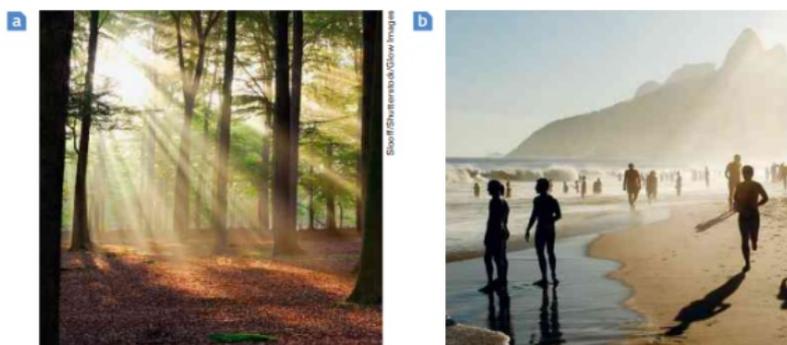


Figura 5.2. (a) Imagem da luz penetrando em uma floresta. Sua difusão em partículas suspensas no ar permite que se averigue seu trajeto retilíneo. (b) Formação da sombra de pessoas, ao serem iluminadas por raios solares.

Raios e feixes de luz

Consideremos uma fonte que emite luz em todas as direções. As direções em que a luz se propaga podem ser indicadas por meio de linhas retas, como mostra a **figura 5.4**. Essas linhas são denominadas **raios de luz**.

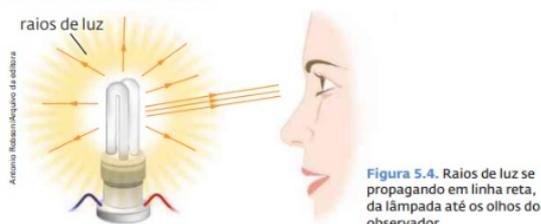


Figura 5.4. Raios de luz se propagando em linha reta, da lâmpada até os olhos do observador.

Na **figura 5.5.a** representamos uma parte dos raios de luz que são emitidos por uma fonte.

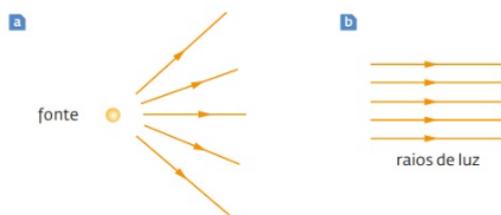


Figura 5.5. Os feixes luminosos podem ser constituídos por raios divergentes (a) ou paralelos (b)

Trechos extraídos do livro *Física: Contexto e Aplicações*. São Paulo. 2ª Edição. (2016).

A velocidade da luz

Durante muito tempo pensou-se que a luz se transmitia instantaneamente de um ponto a outro. Entretanto, experiências cuidadosas, realizadas durante os séculos XVIII e XIX, vieram mostrar que, na realidade, a velocidade de propagação da luz é muito grande, mas não infinita. Na seção 5.7, apresentada no final deste capítulo, estão descritas algumas experiências, realizadas por cientistas, nas quais foi obtido, com boa precisão, o valor da velocidade da luz. Esse valor desempenha um papel muito importante no desenvolvimento da Física e, em várias ocasiões, teremos oportunidade de trabalhar com ele.

De acordo com medidas atuais, o valor da velocidade da luz **no vácuo**, que é usualmente representado por c , é 299 792 458 m/s. Costuma-se aproximar por:

$$c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

isto é, $c = 300\,000 \text{ km/s}$. Para se ter uma ideia do significado desse valor, podemos ressaltar que, se um objeto possuísse tal velocidade, poderia dar cerca de 7,5 voltas ao redor da Terra em apenas 1 segundo. Aliás, devemos observar que, de acordo com a teoria da relatividade de Einstein, esse valor representa um limite superior para a velocidade.

A velocidade da luz foi medida, também, em vários meios materiais, encontrando-se sempre um valor **inferior** a c . Por exemplo, na água, a luz se propaga com uma velocidade $v = 220\,000 \text{ km/s}$; no diamante, com $v = 120\,000 \text{ km/s}$.

5.2 Reflexão da luz

Reflexão

Consideremos um feixe luminoso que se propaga no ar e incide na superfície lisa de um bloco de vidro (figura 5.12.a). Em virtude de o vidro ser transparente, parte dessa luz penetra no bloco, mas outra parte volta a se propagar no ar. Dizemos que a porção do feixe que voltou a se propagar no ar sofreu **reflexão**, ou seja, parte da luz se **refletiu** ao encontrar a superfície lisa do vidro. O feixe de luz que se dirige para a superfície é denominado **feixe incidente** e o feixe devolvido pela superfície refletora é o **feixe refletido** (figura 5.12.a).

Quando o feixe incidente encontra uma superfície lisa, o feixe refletido é bem definido, como na figura 5.12.b. Quando isso ocorre, dizemos que a reflexão é **especular**, porque esse fenômeno é observado quando a luz é refletida em um espelho.



Figura 5.12. (a) Representação de um feixe luminoso sofrendo reflexão ao encontrar uma superfície lisa. (b) Reflexão especular da vegetação nas águas paradas de um lago (Bonito-MT). Fotografia de 2011.

Trechos extraídos do livro *Física: Contexto e Aplicações*. São Paulo. 2ª Edição. (2016).

O que é refração

Alguns fenômenos, como o da **figura 6.1**, ocorrem quando a luz passa de um meio material para outro.

Verifica-se experimentalmente que esse feixe se propaga em uma direção diferente daquela do feixe incidente, isto é, a direção de propagação da luz é alterada quando ela passa do ar para o vidro, como mostra a **figura 6.2**. Quando isso acontece, dizemos que a luz sofreu uma **refração**, ou seja, a luz se **refrata** ao passar do ar para o vidro¹.

De modo geral, a refração ocorre quando a luz passa de um meio para outro, nos quais ela se propaga com velocidades diferentes. Assim, por exemplo, a luz se refrata ao passar da água para o vidro porque sua velocidade de propagação na água é diferente de sua velocidade de propagação no vidro.

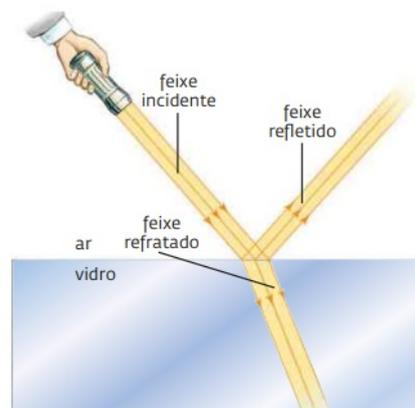


Figura 6.2.

1) Sabendo que a lua é um objeto rochoso que não emite luz, como você explicaria o fato de que podemos vê-la brilhando no céu? *

Sua resposta

2) Explique com suas palavras o fenômeno de refração da luz. *

Sua resposta

3) Marque a alternativa em que os meios estejam escritos em ordem crescente, * ou seja, da menor para a maior, de acordo com a velocidade que a luz apresenta ao passar por dentro deles.

- diamante, água e vácuo
- vácuo, diamante e água
- água, vácuo e diamante

Trechos extraídos do livro *Física: Contexto e Aplicações*. São Paulo. 2ª Edição. (2016).

Foto de referência para a questão 4.



4) Na foto acima temos uma cena do filme Star Wars - Ascensão Skywalker, de 2019, onde ocorre uma luta entre dois personagens empunhando sabres laser. A protagonista, Rey, usa seu sabre para aparar o golpe deferido pelo seu oponente. Assumindo que os sabres se comportassem realmente como feixes de luz, você esperaria que eles fossem capazes de interceptar um ao outro? Quais detalhes você apontaria que tornam o comportamento da "lâmina" do sabre diferentes do da luz? Explique. *

Sua resposta

5) Espaço para você relatar dúvidas, sugestões ou dificuldades que tenha sentido na realização da atividade. *

Sua resposta

APÊNDICE D - TAREFA PRÉVIA 2

1) A luz viaja sempre em linha reta? Se não, em quais condições isso acontece e *
em quais condições isso não acontece?

Sua resposta

2) O que é o índice de refração de um meio? Que informações podemos obter *
a partir dele?

Sua resposta

3) Qual fenômeno foi responsável por "entortar" os raios de luz, como *
demonstrado no vídeo?

- reflexão
- refração
- absorção
- dispersão

4) Use seus conhecimentos sobre os fenômenos ondulatórios já estudados em *
aula e explique com suas palavras como foi possível na experiência
demonstrada no vídeo fazer com que um feixe de luz realizasse uma curva.

Sua resposta

5) Espaço para você relatar dúvidas, sugestões ou dificuldades que tenha *
sentido na realização da atividade.

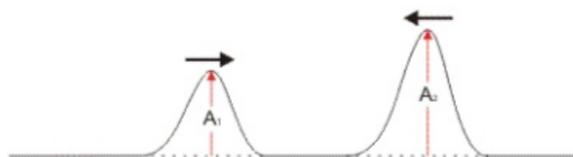
Sua resposta

Superposição de ondas

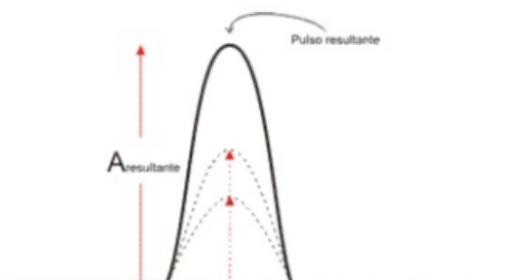
A superposição, também chamada interferência em alguns casos, é o fenômeno que ocorre quando duas ou mais ondas se encontram, gerando uma onda resultante igual à soma algébrica das perturbações de cada onda.

Imagine uma corda esticada na posição horizontal, ao serem produzidos pulsos de mesma largura, mas de diferentes amplitudes, nas pontas da corda, poderá acontecer uma superposição de duas formas:

Situação 1: os pulsos são dados em fase.



No momento em que os pulsos se encontram, suas elongações em cada ponto da corda se somam algebricamente, sendo sua amplitude (elongação máxima) a soma das duas amplitudes:



Numericamente:

$$A = A_1 + A_2$$
$$x = x_1 + x_2$$

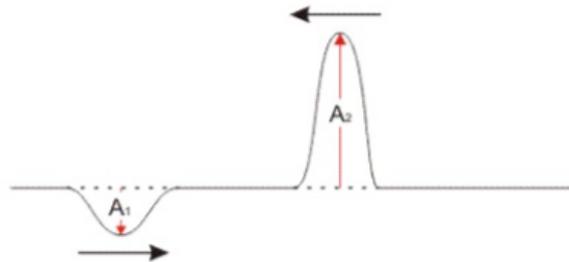
Após este encontro, cada um segue na sua direção inicial, com suas características iniciais conservadas.

Trechos extraídos do livro *Física: Contexto e Aplicações*. São Paulo. 2ª Edição. (2016).

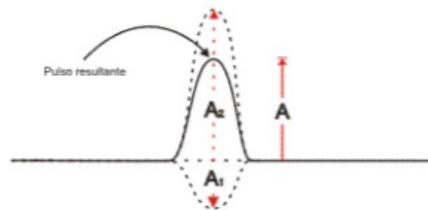


Este tipo de superposição é chamado interferência construtiva, já que a superposição faz com que a amplitude seja momentaneamente aumentada em módulo.

Situação 2: os pulsos são dados em oposição de fase.



Novamente, ao se encontrarem as ondas, suas amplitudes serão somadas, mas podemos observar que o sentido da onda de amplitude A_1 é negativo em relação ao eixo vertical, portanto $A_1 < 0$. Logo, o pulso resultante terá amplitude igual a diferença entre as duas amplitudes:



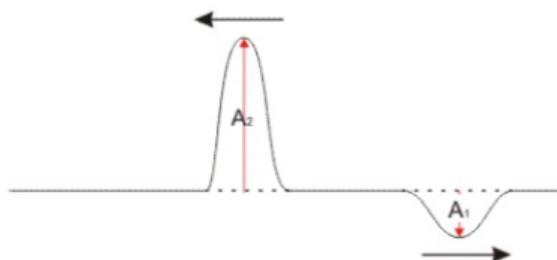
Numericamente:

$$A = -A_1 + A_2$$

$$x = -x_1 + x_2$$

Sendo que o sinal negativo está ligado à amplitude e elongação da onda no sentido negativo.

Após o encontro, cada um segue na sua direção inicial, com suas características iniciais conservadas.



Este tipo de superposição é chamado interferência destrutiva, já que a superposição faz com que a amplitude seja momentaneamente reduzida em módulo.

Trechos extraídos do livro *Física: Contexto e Aplicações*. São Paulo. 2ª Edição. (2016).

1) Explique com suas palavras o que acontece quando dois pulsos de onda são sobrepostos em um meio. Indique o nome do fenômeno que ocorre nessa situação. *

Sua resposta

2) Quando duas ondas de mesma frequência interferem, a onda resultante apresenta sempre pelo menos uma mudança em relação às ondas componentes. Tal mudança se verifica em relação à(ao): *

- comprimento de onda
- período
- amplitude
- frequência

3) Na situação 2 apresentada no texto, temos dois pulsos em oposição de fase e de diferentes amplitudes, indo de encontro um ao outro. No momento em que estão sobrepostos, podemos constatar que o pulso resultante possui amplitude dada pela subtração entre a amplitude do pulso maior pela do menor. Usando essa lógica, o que deve ocorrer se ambos os pulsos nessa situação possuem mesmo valor de amplitude? *

Sua resposta

4) Espaço para você relatar dúvidas, sugestões ou dificuldades que tenha sentido na realização da atividade.

Sua resposta
