

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA

Proposta didática de ondulatória no ensino médio com foco em
ondas sonoras utilizando metodologias ativas

Lucas Elivelton Silva Severo

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 sob orientação do
Prof. Dr. Ives Solano Araujo

Porto Alegre
2019/2

AGRADECIMENTOS

Para o meu contexto, concluir um curso na UFRGS é um acontecimento muito improvável ao considerar que meus pais apenas possuem o antigo 1º grau incompleto. Entretanto, não quero sugerir que minha formação foi possível por mérito. Muito menos, mérito próprio. Nessa jornada, houve muitas colaborações que foram fundamentais para que eu fosse uma das exceções nesse país ao conseguir completar a graduação em uma universidade federal com a qualidade desta. Dentre essas colaborações, coloco em enorme destaque toda ajuda que meus pais me forneceram. Graças ao meu pai, João Carlos Rodrigues Severo, e a minha mãe, Zilda Silva Severo, eu tive a oportunidade de me dedicar aos estudos durante 5 anos a uma distância de mais de 200 km. Reconheço as várias dificuldades que ambos tiveram para me oportunizar essa condição, tanto meu pai que é caminhoneiro quanto a minha mãe que é dona de casa. Enquanto ela me auxilia de todas as formas possíveis para facilitar meus estudos, ele continua trabalhando aos 64 anos, mesmo aposentado, para conseguir me ajudar. Então, um muito obrigado de tamanho inimaginável a vocês, meus pais!

Outro familiar que merece um grande agradecimento é o meu irmão, Robson Severo, visto que graças a ele eu tive a oportunidade iniciar o curso. Isso porque ele me cedeu um espaço em seu antigo apartamento em Canoas durante a primeira metade do curso. Na época, meu pai ainda não era aposentado, e o apoio do meu irmão foi fundamental, visto que não haveria condições financeiras para pagar aluguel naquela época. Então, muito obrigado, Robson!

São dignos de agradecimentos também a minha irmã, Itamara Severo Stahl e meus vizinhos Vânia Ribeiro e Paulo Dias. Em muitos momentos, essas pessoas me auxiliaram de uma forma muito significativa para mim. Muito obrigado a vocês!

Na reta final, devo atribuir um agradecimento em especial também à minha namorada, em vista de a mesma conseguir compreender em muitos momentos o meu estresse e cansaço; além de procurar me ajudar e facilitar de todas as formas. Apesar de seus compromissos, ela buscou estar presente em todos os momentos importantes neste ano. Isso me ajudou demais! Muito obrigado, Nathanaelle.

Além das enormes colaborações dessas pessoas, destaco as contribuições de alguns professores, dentre os tantos que me influenciaram positivamente no curso. Primeiro, o professor Leonardo Albuquerque Heidemann que a partir de suas aulas iniciei a preocupação pelo ensino de Física e passei a me identificar como um professor de Física. Além disso, a motivação deste

professor ao ensinar é de se inspirar. Infelizmente, apenas fui aluno em quatro créditos deste docente e não tive a oportunidade de trabalhar posteriormente com o mesmo. Mas quando solicitei auxílio a esse professor, durante o planejamento das aulas descritas neste trabalho, tive como retorno excelentes críticas e sugestões. Muito obrigado, professor Heidemann.

Também devo um agradecimento à professora Neusa Teresinha Massoni cujo otimismo foi motivador durante a jornada no curso. Esse otimismo foi fundamental para a minha motivação durante o curso, frente aos futuros obstáculos que provavelmente serão encontrados na atividade docente. Muito obrigado, professora!

Outro agradecimento a ser feito é para Doutora Marta Maximo Pereira visto que a mesma colaborou com vários comentários, indicando algumas críticas e sugestões, sobre as aulas 7, 8 e 9. Destaco que a mesma me atendeu com extrema atenção, conseguindo me tranquilizar e me orientar para essas aulas. Muito obrigado, Doutora!

Outros professores que merecem agradecimentos, tanto pelo apoio durante ao curso quanto ao apoio neste estágio, foram os professores Paulo Machado Mors, Dioni Paulo Pastorio e Caetano Castro Roso. O meu muito obrigado a eles!

Também agradeço o professor Alexander Montero Cunha que aceitou avaliar este trabalho e trazer suas contribuições. Quando solicitei a sua avaliação, acreditei que ele faria críticas, comentários e sugestões que auxiliariam no meu futuro profissional. Afirmando que minhas expectativas foram superadas. Muito obrigado, professor Alexander!

Além das colaborações mencionadas acima, tenho muito a agradecer meus colegas desta reta final de curso. São eles: Edgard, Gabriela, Isadora, Letícia e Priscila. A convivência com os mesmos trouxe momentos de compartilhamentos de preocupações, problemas e conquistas. Esses momentos com pessoas que estão passando por uma situação semelhante me ajudaram muito a superar alguns obstáculos. Muito obrigado, colegas queridos!

É essencial agradecer ao orientador deste trabalho, Ives Solano Araujo. Em todo o momento do semestre, buscou auxiliar a mim e aos outros colegas para que pudéssemos fazer o melhor trabalho ao nosso alcance nas escolas. Sempre que necessário, chamou atenção a todo aspecto importante que precisei considerar tanto nas preparações das aulas quanto nas outras atividades da disciplina de Estágio. Por outro lado, ele me forneceu muita autonomia em toda decisão que precisei tomar; apesar de sempre salientar possíveis consequências. Muito obrigado, professor Ives!

Por último e mais importante para a realização deste trabalho, devo agradecer ao professor que me recebeu no Instituto Estadual Rio Branco: o professor Roberto. Diante de todos os imprevistos ocorridos durante a realização do estágio, tive um apoio extraordinário deste professor,

fornecendo a mim um auxílio com tudo que precisei. Também, fui muito bem recebido por este professor na escola, desde o início do programa Residência Pedagógica. As suas intensas colaborações foram fundamentais para que fosse possível a realização deste estágio. Apesar de eu ter tentado, não é possível encontrar palavras que expressem o quanto o Roberto me ajudou e, também, o quanto devo agradecer ao mesmo. Um muito obrigado da máxima magnitude que consigo expressar, Roberto!

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO	8
2.1 Referencial Teórico	8
2.2 Referencial Metodológico	11
2.2.1 Instrução pelos Colegas	11
2.2.2 Ensino sob Medida	12
2.2.3 POE: Predizer, Observar e Explicar	13
2.2.4 Ensino por Investigação	14
3 OBSERVAÇÃO E MONITORIA	16
3.1 Caracterização da escola	16
3.2 Caracterização das turmas	17
3.2.1 Turma A1	18
3.3 Tipo de Ensino	19
3.4 Relato de Observações	20
4 PLANEJAMENTO DA UNIDADE DIDÁTICA	45
5 REGÊNCIA	49
5.1 Aula 1: Apresentações e a taça de cristal	49
5.1.1 Plano de aula 1 - Parte A	49
5.1.2 Plano de aula 1 - Parte B	50
5.1.3 Relato de aula 1	52
5.2 Aula 2 - Uma cantora surda	57
5.2.1 Plano de aula 2 - Parte A	57
5.2.2 Plano de aula 2 - Parte B	58
5.2.3 Relato da aula 2	59
5.3 Aula 3 - Sons agudo e grave	62
5.3.1 Plano da aula 3	63
5.3.2 Relato da aula 3	65
5.4 Aula 4 - Revisão e Velocidade da Onda	68
5.4.1 Plano da aula 4	68
5.4.2 Relato da aula 4	70
5.5 Aula 5 - Sinal da Escola	73
5.5.1 Plano da aula 5	73
5.5.2 Relato da aula 5	76
5.6 Aula 6 - Discussão da TL 2	79
5.6.1 Plano da aula 6	79
5.6.2 Relato da aula 6	80
5.7 Aula 7 - Que situação é essa?	82
5.7.1 Plano da aula 7	83
5.7.2 Relato da aula 7	85

5.8 Aula 8 - Estimativa da velocidade do carro	87
5.8.2 Plano da aula 8	88
5.8.2 Relato da aula 8	90
5.9 Aula 9 - Estimativa da velocidade do carro	92
5.9.1 Plano da aula 9	92
5.9.2 Relato da aula 9	93
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	95
7 REFERÊNCIAS	100
8 APÊNDICES	102
8.1 Apêndices A - Questionário sobre atitudes em relação à Física e concepções científicas (adaptado do questionário original entregue aos alunos)	102
8.2 Apêndices B - Tarefas de Leituras	102
8.2.1. Tarefa de Leitura I	102
8.2.2. Tarefa de Leitura II	103
8.3 Apêndices C- Testes Conceituais	104
8.5 Apêndices E - Exercícios	108
8.6 Apêndices F - Outros materiais	109
8.6.1 Aula 3	109
8.6.2 Aula 6	109

1 INTRODUÇÃO

No último semestre do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, o licenciando é inserido em um estágio obrigatório onde deve preparar uma unidade didática para uma turma de ensino médio de uma escola pública de Porto Alegre. Durante a fase de preparação das aulas, o graduando deve observar aulas desta turma. O ideal é que o estagiário acompanhe as aulas de Física da turma que aplicará a unidade didática desde o início do estágio até o início da regência, além de aulas de outra disciplina na mesma turma ou aulas do professor de Física em outras turmas.

Este trabalho tem como objetivo relatar e discutir sobre a experiência vivida no estágio, apresentando o referencial teórico utilizado para as aulas aplicadas, o planejamento detalhado da unidade didática e os relatos das aulas observadas (20 horas-aula) e ministradas (15 horas-aula). Por fim, há uma análise no capítulo 6 buscando relacionar a experiência do estágio com o curso de Licenciatura em Física e as perspectivas futuras após o encerramento do curso.

Julgo importante que o leitor saiba brevemente de minhas experiências docentes antes do estágio final. Além do estágio anterior no ensino fundamental, desde março de 2018 sou professor de Física voluntário no Projeto Educacional Alternativa Cidadã¹ (PEAC) e desde agosto de 2018 sou bolsista do Programa Residência Pedagógica (PRP). No PRP, somos inseridos em uma escola estadual, onde devemos ministrar uma determinada carga horária mínima de aulas em 18 meses. Para cumprir essa carga horária, há alguns mecanismos, como a inclusão das horas-aula realizadas no estágio. Essa inclusão é facilitada quando a escola do estágio é a mesma escola em que o residente está incluído. No meu caso, estou residindo no Instituto Estadual Rio Branco. Por isso, escolhi essa escola para o meu estágio obrigatório, visto que poderei preparar aulas com maior disponibilidade de tempo para refletir e melhorá-las antes da aplicação.

Visto que o número mínimo de horas-aula do PRP é relativamente alto, no último ano eu estive ministrando muitas aulas sem conseguir planejar adequadamente. Apesar do meu entusiasmo nas aulas, ocorreram várias situações em que não consegui engajar os alunos. Inclusive, com o tempo eu me senti um professor distante dos alunos. Dessa forma, iniciei o estágio com algumas frustrações em relação às perspectivas profissionais. Por isso, tracei uma meta pessoal: reger aulas boas no estágio em que eu consiga engajar os estudantes, ter uma boa relação com os mesmos e me apropriar do uso de ferramentas e metodologias que qualifiquem minhas habilidades didáticas. O

¹ Mais informações sobre o PEAC disponível em: <<https://alternativacidada.blogspot.com/p/quem-somos.html>>.

objetivo maior dessa meta é fornecer para mim mais confiança como professor após o curso. Portanto, o leitor encontrará neste trabalho registros e análises de um estágio realizado com bastante dedicação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO

Este trabalho utilizou a *Teoria da Aprendizagem Significativa* desenvolvida pelo psicólogo norte-americano David Paul Ausubel (25 de outubro de 1918 - 8 de julho de 2008) como referencial teórico. Além disso, em função do meu desejo de ministrar aulas que possibilitem o engajamento dos alunos e de me apropriar de recursos e metodologias, procurei aliar a teoria ausubeliana com várias metodologias: Ensino sob Medida (EsM); Predizer, Observar e Explicar (POE), Instrução pelos Colegas (IpC) e Ensino por Investigação (EI).

2.1 Referencial Teórico

Com o objetivo de explicar os mecanismos internos que ocorrem na mente humana com relação ao aprendizado e à estruturação do conhecimento (Moreira, 1999, p. 28), Ausubel propôs uma teoria cognitivista: a teoria da aprendizagem significativa. Em sua teoria, para o aluno ter uma *aprendizagem significativa*, deve haver uma relação mútua entre a informação nova e um *subsunçor* (AUSUBEL, 2003). Segundo o psicólogo, um subsunçor é definido como um conceito relevante na estrutura cognitiva do indivíduo.

Em oposição à aprendizagem significativa, uma informação pode ser assimilada por um indivíduo com pouca ou nenhuma interação com um subsunçor, em uma *aprendizagem mecânica*. Esses dois casos não se configuram como dicotômicos, mas sim como extremos de um contínuo marcado por vários níveis intermediários. Quando as informações são assimiladas mecanicamente, de acordo com Ausubel (2003), não há nenhum ancoradouro ou suporte para sustentar as mesmas, fazendo com esse conhecimento apenas esteja disponível por um curto período de tempo em geral.

Na aprendizagem mecânica, há um armazenamento de informações de forma literal e arbitrária. A arbitrariedade significa que não há relação lógica e explícita entre informação e algum subsunçor. Esse é um tipo comum de aprendizagem em um estudo no dia anterior ao dia da prova. Apesar de não ser desejável para muitos contextos educativos, em especial neste estágio, a aprendizagem mecânica é necessária em algumas situações. Por exemplo, ao iniciar o estudo de

uma área do conhecimento totalmente nova para o indivíduo ou para memorizar um número de telefone.

Por outro lado, em uma aprendizagem significativa, a informação nova é assimilada na estrutura cognitiva através de um subsunçor de forma organizada e hierarquizada; relacionando-se com este de maneira substantiva e não-arbitrária. Após a assimilação, o subsunçor se modifica, tornando-se mais inclusivo. No entanto, há duas condições para que haja uma aprendizagem significativa: (I) deve haver uma disposição do aprendiz de relacionar de forma substantiva e não-arbitrária a informação nova à sua estrutura cognitiva e (II) a informação nova deve ser potencialmente significativa.

Com relação à condição II, o professor deve procurar os subsunçores dos aprendizes e tentar relacionar de forma substantiva e não-literal com a nova informação. Portanto, deve fazer uma relação lógica e explícita. Na aplicação da unidade didática, conforme pode ser encontrado no capítulo 5, busquei realizar essas relações nas aulas. Por exemplo, na aula 4, busquei relacionar o subsunçor dos alunos relativo ao conceito de velocidade com a velocidade de propagação da onda. Na aula posterior, procurei relacionar as características do som atribuídas pelos alunos com a intensidade sonora a fim que de houvesse a assimilação deste conceito.

Com relação à condição I, embora essa disposição seja algo próprio do aprendiz, não exclui a possibilidade do professor interferir na mesma. Acredito que o professor deve procurar realizar essa interferência de forma positiva, criando um ambiente propício para isso. Farei algumas minhas tentativas para isso, em grande parte através de contextualizações e problematizações com o objetivo de engajar os discentes a relacionar as novas informações com os seus conhecimentos prévios.

De acordo com a teoria ausubeliana, recomenda-se também o uso de organizadores prévios para facilitar a aprendizagem significativa em situações que não há os subsunçores adequados na estrutura cognitiva dos aprendizes. Os organizadores prévios são materiais introdutórios destinados a facilitar a aprendizagem de tópicos específicos ou conjunto de ideias consistentemente relacionadas entre si (Moreira, 1999, p. 33). Eles servem como uma “ponte cognitiva” entre o subsunçor e a nova ideia; possuindo um nível de abstração, inclusividade e generalidade mais alta.

O uso de organizadores prévios pode ser percebido no capítulo 5 nas Tarefas de Leituras 1 e 2. Na primeira TL, foi possível que os aprendizes obtivessem uma ideia dos distintos casos de ondas associando com os seus subsunçores prévios, isto é, com os conhecimentos prévios e experiências vividas relativas a exemplos de ondas. Dessa forma, essas ideias obtidas pelos alunos serviram de “conexão” entre os subsunçores e as classificações ondulatórias realizadas na aula 2. A segunda TL

permitiu relacionar os subsunçores relativos às características sonoras com os conceitos físicos, facilitando a definição e formulação dos mesmos na aula posteriormente. Outro uso de organizador prévio foi a partir da discussão inicial na aula 7, onde pretendi, com o auxílio dos alunos, realizar a descrição física do que acontece com o som emitido por um carro em sua passagem. Nesse caso, acredito que todos os alunos possuem como subsunçor a percepção auditiva do efeito que ocorre na passagem do carro. Durante as explicações posteriores na aula e nos auxílios nas aulas 8 e 9, retomei em alguns momentos esse organizador prévio para conectar as novas informações com os subsunçores dos estudantes.

Durante a aprendizagem significativa e as sucessivas interações entre informações novas e subsunçores, os conceitos são modificados, tornando-se mais elaborados, desenvolvidos e diferenciados entre si. Dentro da teoria ausubeliana, há maior facilidade dos conceitos se desenvolverem quando os elementos mais inclusivos e gerais de um conceito são introduzidos em primeiro lugar para que depois este seja diferenciado progressivamente, conferindo mais detalhes e especificidades. Esse processo é denominado *diferenciação progressiva*.

Por isso, é mais recomendável na visão ausubeliana que os conceitos mais inclusivos já estejam disponíveis na estrutura cognitiva do aprendiz e, dessa forma, sirvam como subsunçores para os conceitos mais específicos. Quando faltam subsunçores ou relações entre esses e as novas ideias, os organizadores prévios têm o potencial de suprir essas faltas.

Em oposição ao processo de diferenciação progressiva, há a reconciliação integradora, onde parte dos exemplos e conceitos mais específicos para a situação mais inclusiva e geral. De fato, uma aprendizagem significativa faz uso desses dois processos: na medida em que são diferenciados progressivamente os conceitos, deve-se retornar ao conceito mais inclusivo a fim de retomar a visão geral, além de possibilidade uma nova diferenciação progressiva para um conceito novo. Dessa forma, as informações apresentadas não ficam desconexas.

Na aula 1, utilizei uma diferenciação progressiva partindo de um subsunçor mais inclusivo relativo à explicação da taça quebrando a partir da definição de som em termos da vibração, como o leitor pode verificar no capítulo 5. Acredito que essa explicação serviu para alguns alunos um organizador prévio em vez de um subsunçor. A partir de tal explicação, fiz progressivamente diferenciações a fim de detalhar e especificar o conceito de vibração e, também, o fenômeno de ressonância. Em alguns momentos, fiz retomadas da explicação inicial em uma reconciliação integradora, como previsto através da animação 1.

Da mesma forma, na aula 2, iniciei as classificações da onda a partir de uma situação mais inclusiva relativa à explicação da percepção do som pela cantora surda. Para muitos alunos, essa

explicação foi um organizador prévio que conectou as explicações posteriores com subsunçores já existentes, como o subsunçor relativo à vibração. Também planejei depois de realizar as diferenciações progressivas, classificando às ondas, fazer uma reconciliação integradora com a explicação inicial.

2.2 Referencial Metodológico

2.2.1 Instrução pelos Colegas

Desenvolvido pelo professor Eric Mazur da Universidade de Harvard, a Instrução pelos Colegas é um método ativo de ensino de um conceito específico no qual o seu ápice é a promoção de aprendizagem através da interação entre os alunos em uma discussão sobre esse conceito. Recomenda-se uma sequência de passos para utilizar o método, iniciada pela explicação do conceito em uma explanação do professor (Araujo; Mazur; 2013, p. 367). Essa explanação deve ser curta, com um limite superior aproximado de 15 minutos.

Após a explanação do conceito, o professor apresenta à turma um *teste conceitual*; isto é, uma questão de múltipla escolha em que seja cobrado apenas o entendimento do conceito apresentado na explanação a fim de avaliar o entendimento dos alunos sobre o mesmo. Para isso, a pergunta deve ser clara, sem “pega ratão” e não deve cobrar matemática; além de conter possíveis concepções alternativas nas alternativas. Ao apresentar a questão de múltipla escolha, o professor usará um sistema de votação² e encaminhará a votação dos alunos. Nesse momento, os alunos devem individualmente escolher uma alternativa e procurar argumentos para a sua escolha. Isso deve ser salientado pelo professor ao apresentar a pergunta.

Com as respostas dos alunos, o professor encaminhará para a próxima parte. Entretanto, o próximo passo depende de qual a porcentagem de acertos. Em caso de menos de 30%, o professor deve realizar a explicação novamente de uma maneira diferente da anterior. Caso teve mais de 70% de acertos, o professor resolve a questão, explicando todas as alternativas. Nesse cenário, após a explicação, se julgar que os alunos entenderam o conceito, ele pode ir para o próximo assunto da aula. Caso contrário, apresenta uma nova questão sobre o mesmo conceito.

No caso em que há aproximadamente entre 30% e 70% de acertos, onde o método trará resultados mais significativos para a aprendizagem, será onde os alunos devem procurar colegas

² Neste estágio, foram utilizados os *plickers* cuja disponibilidade está em: <<https://www.plickers.com>>.

cujas respostas foram distintas a fim de tentar convencer esses colegas em uma discussão em pequenos grupos. Um esquema com as possibilidades é apresentado na imagem a seguir.

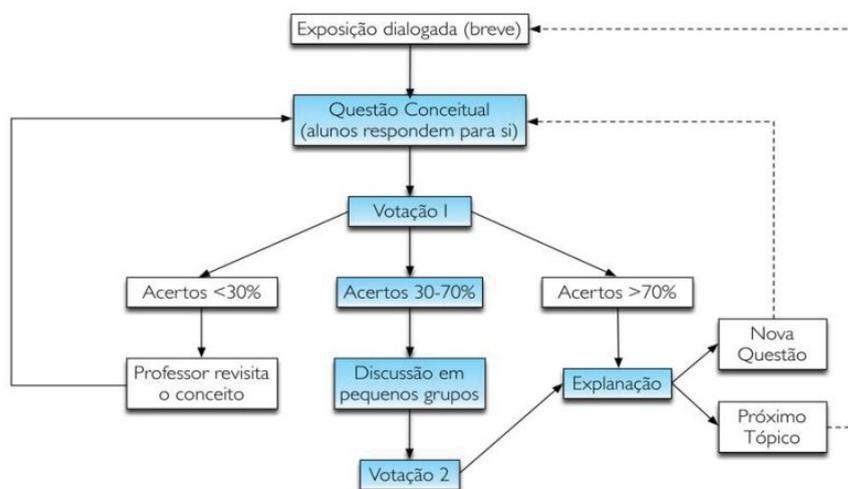


Figura 1 - Sequência de passos da Instrução pelos Colegas - Fonte: ARAUJO e MAZUR (2013)

Através da discussão em pequenos grupos, os alunos que ainda não entenderam o conceito, poderão entender a partir das explicações de seus colegas. Isso pode ser argumentado teoricamente com o conceito de *parceiro mais capaz* da teoria de Lev Semyonovich Vygotsky. Por outro lado, o aluno que está explicando sobre o conceito tende a ter qualificar sua compreensão na medida em que se esforça para convencer o colega.

Após a discussão, o professor faz uma segunda votação e, depois, explica a questão. Então, conforme julgar necessário, o professor encaminha para outra questão do mesmo conceito ou passa para o próximo tópico.

2.2.2 Ensino sob Medida

O Ensino sob Medida (EsM) traz uma possibilidade de que o professor possa elaborar as suas aulas cientes dos conhecimentos e das dificuldades dos seus alunos que foram apontadas em uma tarefa prévia à aula presencial; de acordo com Araujo e Mazur (2013). Segundo os autores, a fase anterior à aula é chamada de *exercício de aquecimento*, onde há uma atividade de preparação anterior à aula. Para viabilizar essa fase, foi criado um canal de comunicação através de um grupo de *WhatsApp* com os alunos.

No exercício de aquecimento, os alunos devem ler ou assistir um material fornecido pelo professor e responder eletronicamente as perguntas entregues pelo professor. No meu caso, optei

por realização de *Tarefas de Leituras (TL)*, visto que identifiquei atitudes favoráveis dos discentes em relação à leitura (conforme descrito no próximo capítulo). É necessário que o exercício de aquecimento seja enviado aos alunos antes da aula com tempo suficiente para que eles o façam e enviem para o professor com tempo hábil de elaborar suas explicações com base no retorno dos alunos. Neste estágio, as TL serviram como organizadores prévios exercendo uma conexão entre os conceitos novos que seriam vistos pelos discentes e os seus subsunçores. Além disso, permitiram detectar alguns subsunçores mais inclusivos; que serviram como ponto de partida para as diferenciações progressivas.

Em uma segunda fase do método, o professor apresenta algumas questões da TL e respostas fornecidas pelos alunos escolhidas pelo docente com o critério de que as respostas tenham potencial de gerar discussões em aula. É importante não identificar o aluno nas respostas. Apesar disso, ao usar as respostas dos alunos, é possível auxiliar na motivação dos mesmos a participar mais intensamente nas discussões. Quando julgar conveniente, o professor utiliza as explicações planejadas com base nos conhecimentos e dificuldades dos discentes. No EsM, também é importante que o professor não faça explicações longas; com recomendação de 10 minutos (Araujo; Mazur; 2013, p. 372). Recomenda-se que sejam intercaladas por algumas atividades individuais ou colaborativas, tais como discussões em aula, exercícios de fixação ou trabalhos do tipo “mão na massa” como aqueles realizados nos laboratórios didáticos de Física (Araujo; Mazur, 2013, p. 372).

2.2.3 POE: Predizer, Observar e Explicar

O método POE pode ser utilizado em atividades demonstrativas a fim de enriquecê-las. No método, ao apresentar certo fenômeno através de uma atividade demonstrativa e realizar a orientação do que será manipulado na demonstração, o docente deverá realizar três etapas: fazer com que os alunos façam uma predição da experiência, com o objetivo de explorar as ideias individuais dos alunos e as suas justificativas sobre aquele evento abordado. Depois, os alunos descrevem o que foi visualizado no fenômeno. Na fase de explicar, os estudantes devem realizar uma discussão com o objetivo de conciliar qualquer diferença entre a observação e a predição (Santos e Sasaki, 2015, p.2).

Enquanto o aluno possui um papel mais ativo na medida em que tem a possibilidade de expressar suas concepções anteriores no método POE, o professor assume um papel de estimular a reflexão do discente sobre o fenômeno e ser capaz de orientar as discussões e os debates com base

nas distintas respostas. Além de trazer um papel mais ativo ao aluno em atividades demonstrativas, destaco que o POE possibilita levar em consideração os subsunçores dos estudantes na medida em que as concepções dos mesmos sobre o fenômeno surgiram na atividade.

2.2.4 Ensino por Investigação

É importante salientar que o Ensino por Investigação, além de uma metodologia, é uma visão curricular também. Entretanto, o objetivo desta seção se restringe a discuti-lo como uma metodologia. Essa metodologia busca opor-se a um ensino tradicional e expositivo que é marcado por um abismo entre a ação do professor e o entendimento do aluno, conforme Carvalho e Sasseron (2015). As autoras afirmam que no EI, busca-se valorizar a liberdade intelectual do aluno e inseri-lo em uma cultura científica, na medida em que o aluno realiza práticas científicas.

É importante salientar que uma investigação em sala de aula pode ser dirigida por diversos modelos, podendo agrupar esses modelos em pelo menos quatro grandes vertentes: atividade científica, processos científicos, ensino por descobertas e resolução de problemas. Entretanto, o presente trabalho dará atenção ao uso de resolução de problemas, acreditando na flexibilidade dessa vertente e, também, na capacidade de compartilhar ao aluno uma visão plural de ciência.

Para sintetizar a resolução de problemas no EI, é fundamental diferenciar problema e exercício. Este é resolvido a partir de passos já apresentados pelo professor; enquanto aquele necessita que os alunos passem por processos cognitivos não demonstrados a priori pelo docente. Conforme é apresentado no capítulo 5, o problema enunciado a ser investigado pelos alunos nas aulas 8 e 9 não teve exemplos anteriores apresentados por mim. Além disso, há perguntas colocadas no mesmo que não foram explanadas de forma explícita anteriormente.

Para o professor definir um problema de investigação, é fundamental que o mesmo conheça situações relevantes ao contexto e saiba definir uma situação problemática na qual os alunos se identifiquem e consiga motivá-los. Também é importante estimular os pensamentos dos mesmos de forma que instiguem os questionamentos e assim o professor consiga envolver o público alvo. Para isso, é necessário criar um ambiente em que os alunos se sintam a vontade de expor suas ideias de modo que o professor tenha uma percepção das mesmas assim como das concepções alternativas.

No entanto, é possível que a definição do problema de investigação parta do aluno. Quando isso é realizado sem restrição imposta pelo professor, aumenta-se o grau de liberdade da atividade. No caso da unidade didática apresentada neste trabalho, optei por escolher um problema de investigação com base nas características dos alunos. Busquei trazer algo desafiador em alguns

sentidos porque julgo que a turma, em geral, possui uma boa produtividade, conforme discuto no capítulo a seguir.

Além da definição do problema, há outros fatores em uma atividade investigativa que interferem no grau de liberdade da atividade. Para sintetizar esses fatores, será utilizada a Figura 2 onde é apresentada uma tabela com distintos graus de liberdade atribuídos ao aluno conforme o sujeito das ações de cada atividade apresentada.

	Grau I	Grau II	Grau III	Grau IV	Grau V
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P	P	A	A
Plano de trabalho	P	P	A	A	A
Coleta de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A	A	A	A

Figura 2 - Tabela com graus de liberdade ao aluno – Fonte: CARVALHO (2010)

Na tabela, P e A representam respectivamente uma ação realizada majoritariamente pelo professor e pelo aluno. É bom ressaltar que há casos intermediários entre uma ação ser realizada pelo professor ou pelo aluno; com vários níveis de mediação e orientações dadas pelo professor. Por exemplo, há vários casos entre os extremos do plano de trabalho; isto é, entre a orientação rígida como uma “receita de bolo” ou um plano totalmente flexível ao aluno sem nenhuma orientação do professor, há várias situações intermediárias. No meu caso, optei por entregar o guia mencionado anteriormente que está estruturado em forma de perguntas onde cada pergunta tem o objetivo de que os alunos reflitam sobre algum aspecto da investigação.

Por esses casos intermediários, às vezes, a tabela é preenchida da seguinte forma: P/A. Assim, é indicada que a ação foi realizada aproximadamente metade por cada parte. Em uma concepção curricular de EI, objetiva-se em um prazo relativamente longo que os alunos sejam capazes de realizar atividades investigativas de grau V. Para a aplicação dentro de poucas horas-aula de uma unidade didática, conforme este estágio, deseja-se encontrar um meio termo entre a rigidez de uma experiência pronta e uma tarefa aberta e flexível como no nível V. No primeiro extremo, os alunos acabam apenas reproduzindo os passos sugeridos enquanto no segundo caso os mesmos podem se sentir “travados” frente a uma atividade demasiadamente aberta em comparação com as atividades tradicionais. Portanto, o principal desafio é fugir dessas duas situações.

Outra consideração em comparar a figura 2 com as aulas 8 e 9 é a ausência de hipóteses explícitas na investigação. Entretanto, há algumas hipóteses implícitas como a possibilidade de obter uma estimativa razoável da velocidade de um carro com o Efeito Doppler sonoro. Espera-se que isso seja discutido nas conclusões ao solicitar para os alunos justificarem a plausibilidade do resultado encontrado por eles e escreverem sobre aspectos que tenham influenciado no mesmo. Essas solicitações são realizadas no guia na “*Fase - Resultados*”. Portanto, além da coleta de dados, a conclusão é de responsabilidade do aluno.

3 OBSERVAÇÃO E MONITORIA

3.1 Caracterização da escola

O Instituto Estadual Rio Branco conta com mais de 1000 alunos e está localizado em uma esquina da Avenida Protásio Alves, nº 999, no bairro Santa Cecília. Ao lado, há uma escola tradicional da rede privada de ensino, o Colégio Israelita Brasileiro. Em frente das escolas, há pontos de ônibus com disponibilidade de ônibus de várias regiões da cidade e também da região metropolitana. Em função da sua localização e da disponibilidade de ônibus, há alunos de distintas regiões e cidades da região metropolitana.

Com fundação em 1930, a escola possui hoje acessibilidade a portadores de necessidades especiais, refeitório, quadra de esportes com cobertura, biblioteca, sala de informática, sala de vídeo, auditório, e um laboratório de ciências. Este é raramente utilizado pelos professores. O principal motivo apontado pelo professor A é a falta de algum profissional responsável pelos materiais e recursos disponíveis no mesmo. A reserva do laboratório, assim como as salas de informática e de vídeo, auditório e biblioteca, é realizada diretamente pelos professores em uma tabela física. Todas as chaves desses locais ficam na direção; com fácil acesso a todos os professores. Há também a possibilidade dos professores reservarem um projetor móvel disponibilizado pela escola. O projetor tem integrado um sistema operacional, mouse e teclado.

Ainda em relação à estrutura, a escola tem uma portaria e um portão grande. Este está localizado na lateral da escola, na Rua São Vicente, e é aberto nos horários de entrada e saída apenas; enquanto aquela é localizada na frente da escola e é administrada por uma funcionária. As salas de aulas estão distribuídas no segundo pavimento do prédio A, que possui dois pavimentos e é acessado diretamente pela portaria, e no prédio B onde há três pavimentos e está localizado em frente ao pátio da escola. Entre os prédios, há uma cobertura permitindo que os alunos não se

molhem em dias de chuva ao entrar pela portaria. Contudo, apesar de haver uma estrutura ampla e com bastantes recursos, a manutenção é precária em alguns pontos. Por exemplo, durante algum período de chuvas intensas do último inverno, houve a necessidade de interditar as salas do pavimento superior do prédio A.

No turno da manhã, em que ocorreu este estágio, as aulas ocorrem entre às 7h30min e às 12h40min. Dos seis períodos escolares, o último período tem 40 minutos e os demais têm 50 minutos. O recreio escolar ocorre entre às 10h e às 10h20min. Entretanto, os professores e os alunos entram em sala com pelo menos dez minutos de atraso após o recreio. Além disso, o horário da escola é adiantado em três minutos com relação ao horário oficial de Brasília.

Em relação ao tratamento da atual equipe diretiva com os alunos, notei uma tendência comportamentalista no que se refere ao uso de punições, como suspensões. Apesar disso, o uso durante as aulas de fones de ouvido ou redes sociais através de celulares é tolerado pelos professores; de acordo com observações no estágio e, anteriormente, no Programa Residência Pedagógicas. Outro elemento cultural da escola se refere à organização das salas: todas as turmas são dispostas com as mesas em duplas.

3.2 Caracterização das turmas

Neste trabalho, chamarei as turmas em que fiz a observação de A1 e B2, sendo aquela a escolhida para a regência e ambas no segundo ano do ensino médio. Elas tinham respectivamente 33 e 35 alunos registrados no caderno de chamada. Contudo, há uma grande variação do número de alunos por aula. Ambas as turmas tinham como característica a heterogeneidade, marcando notáveis diferenças de linguagem, de condições socioeconômicas, de atitudes em aula e de gostos e interesses pessoais. Há tantos interesses e gostos distintos dos alunos nas turmas que não convém tentar citar todos aqui. No entanto, entre os interesses mais frequentes dos discentes, pelo menos um terço dos alunos da A1 centra frequentemente suas atenções em assuntos relacionados ao futebol, enquanto uma parcela parecida da outra turma costuma dar atenção a assuntos relacionados a festas.

Com dois ventiladores em cada sala, as turmas são localizadas em salas adjacentes no prédio B em frente ao pátio da escola e ao portão da escola. Na sala da turma A1, encontram-se os livros didáticos em uma prateleira que podem ser utilizados pelas duas turmas. Inclusive, os alunos podem levá-los para as suas casas. Apesar disso, raramente os alunos utilizam os livros.

Visto que a turma definida para a regência é a A1, observei 15 horas-aula desta turma e 5 horas-aula da outra. Por isso, consegui analisar com mais detalhes a turma A1. Para auxiliar,

também apliquei um *Questionário sobre atitudes em relação à Física e concepções científicas* (disponível no Apêndice A) a fim de ter um mapeamento das opiniões e atitudes dos alunos na preparação das aulas. Dessa forma, segue a análise dessa turma na próxima seção.

3.2.1 Turma A1

Apesar de a turma contar com 33 alunos no caderno de chamada, apenas 29 destes frequentavam a aula. Observando esses 29 alunos, fora as características já mencionadas, notei que uma parcela considerável possuía um interesse considerável em Física e, também, em estudar. Também percebi apesar do usual ritmo intenso de conversas entre os discentes, após engajá-los em alguma atividade, o rendimento dos mesmos era elogiável. Destacava-se também a faixa etária dos alunos que variava de 16 a 20 anos.

Com as respostas de 24 alunos no questionário, identifiquei através da primeira pergunta uma dualidade com relação à matemática: a mais mencionada como favorita e preterida ao mesmo. Além disso, apenas uma disciplina não foi mencionada como preterida: Literatura. A mesma foi escolhida como a segunda disciplina preferida. Devido à particularidade dessas disciplinas, julguei que poderia acrescentar ao meu planejamento realizar observações das mesmas. Ao observar a aula de Literatura e conversar com a professora, notei que muitos alunos gostavam de ler. Nas aulas de matemática, percebi que muitos alunos possuíam atitudes favoráveis em aulas expositivas; interessados em entender o conteúdo, prestando atenção e questionando na medida em que surgiam as dúvidas. Em contrapartida, um grupo de alunos acabava se dispersando em aulas desse molde. Além disso, alguns alunos se frustravam em função da dificuldade em matemática, resultando em uma avaliação negativa da disciplina pelos discentes.

Com relação à Ciência, surgiram desde concepções ingênuas considerando a Ciência como uma atividade "*misteriosa*" ou "*matéria que contém todos os conhecimentos*" até concepções mais críticas como "*uma forma de entender as coisas*". Há outras concepções científicas do alunado que julgo como, pelo menos, intermediárias. Entre essas, destaco as seguintes: "*o que explica com provas*", "*estudo necessário para o avanço da humanidade*", "*inteligência e dedicação*"; "*uma coisa maravilhosa*". Destaco também a influência da predominância de Biologia na formação dos alunos, contribuindo para que houvesse quatro respostas definindo Ciência como o *estudo dos seres*.

Além de tudo isso, há características comportamentais e de relacionamentos que vale a pena destacar. A principal característica, eu acredito, é a atitude de respeito dos alunos com o professor.

Isso se dá por característica dos alunos e, também, pela atitude dos professores de manterem o diálogo com os mesmos. Por outro lado, apesar de haver alguns alunos introvertidos, há vários alunos extrovertidos e agitados que se dispersam da aula em muitos casos. Outra característica relevante é o bom convívio entre os colegas, onde a maioria dos alunos interage de forma positiva com todos os demais; com exceção a alguns mais introvertidos.

3.3 Tipo de Ensino

Uma demanda da escola é o mínimo de três avaliações escritas por trimestre em cada disciplina. Com relação aos conteúdos, fica a critério dos próprios professores realizarem a seleção. No caso da Física, os três professores da escola procuram se reunir no início do ano letivo para discutir sobre o que será ministrado em cada série; entretanto, cabe a cada professor a definição do conteúdo. Na medida do possível, o professor A segue o livro didático fornecido pela escola. Este é o livro de Alberto Gaspar intitulado *Compreendendo a física: Ondas, Óptica e Termodinâmica*. No entanto, às vezes ele abandona a programação para atender alguma demanda dos alunos.

Assim como a escolha dos conteúdos, fica livre ao professor a definição de sua metodologia de ensino. Apesar disso, nas aulas de Matemática e Física, predominavam aulas expositivas e de resolução de problemas. O professor A se diz adepto à teoria de Skinner. De fato, há alguns elementos dessa visão de ensino em suas aulas; como o estímulo oferecido aos alunos reproduzirem aos métodos de resolução que foram explicitados anteriormente por ele. Entretanto, acredito que há mais elementos da teoria de Ausubel em suas aulas do que ao outro teórico. Por exemplo, quando ele introduz algum conceito, ele busca frequentemente questionar os alunos sobre suas concepções acerca desse conceito e procura utilizar termos dos próprios alunos nas explicações. Além disso, frequentemente ele faz associações com conteúdos já vistos pelos alunos ou, até mesmo, associa com experiências que tenham um potencial de ter sido vividas pelos mesmos.

O ritmo de suas aulas na maioria das vezes é o seguinte: primeiro, ele introduz o assunto buscando trazer colaborações dos alunos, conforme as características descritas anteriormente. Embora o professor explique por bastante tempo em uma aula, há várias pausas, copiando no quadro ou realizando outra tarefa. Isso fornece certo descanso aos alunos que é fundamental para o seguimento. Nas explicações, o docente utiliza vários exemplos, preferencialmente com objetos próximos. No ritmo descrito, o professor resolve alguns exemplos numéricos. Em aulas posteriores, o professor revisa o que foi visto anteriormente e prossegue com alguns conceitos novos. Posteriormente, destina algumas aulas para resolução de problemas e, depois, uma aplicação de

prova. Em meio às aulas expositivas, há casos em que o professor utiliza alguns recursos, como vídeos e *slides*, a fim de relacionar com alguma tecnologia ou com outras disciplinas. No entanto, a maior parte das aulas é com auxílio da lousa.

3.4 Relato de Observações

Nesta seção são apresentadas ao todo 20 horas-aula observadas onde as quatorze primeiras são referentes às aulas de Física. Entre essas, nove períodos foram observados na turma A1 e cinco períodos foram observados na turma B2. As seis horas-aula finais são distribuídas entre cinco de Matemática e um período de Literatura na turma A1. Durante os relatos e, principalmente, ao fim de cada um, há uma análise em que minhas percepções da aula.

Data: **20/08/2019**

Turma: B2 Ano: 2º

Horário: 10h20min às 11h10min

Horas-aula: 1

Assunto da aula: Transformações Gasosas

Alunos Presentes: 25

Relato da Aula: Enquanto os alunos se acalmam após o recreio, o professor agiu com calma e sem apressar os mesmos, permitindo que esse processo seja realizado no ritmo deles. Provavelmente, o docente sabe do alto desgaste e baixo benefício em termos de aprendizagem que é possível ter ao procurar iniciar a aula mais cedo.

Após esse tempo, o professor realizou a chamada oral e continuou a resolução de uma lista com cinco exercícios de substituição de valores nas equações fornecidas. Havia sido concluído o primeiro exercício da lista no período anterior e, durante o período observado, houve a realização dos próximos dois exercícios na lousa e foi passado um enunciado relativo aos outros dois exercícios para resolução na próxima aula.

As equações necessárias para a resolução da lista, envolvendo as variáveis macroscópicas pressão, volume e temperatura em transformações em gases ideais, bem como a equação de Clapeyron, estiveram durante toda a aula em um terço da lousa. Ao revisar brevemente as equações, o professor solicitou a colaboração dos alunos. Nas falas dos discentes, notei a familiarização por parte dos alunos de termos como “*equação geral*”, referindo-se à equação geral dos gases.

Após essa breve revisão e o docente ressaltar o uso das questões da lista em provas no ano anterior, a aula prosseguiu com o professor resolvendo o segundo exercício nos outros dois terços da lousa. Essa questão constituiu-se de uma transformação gasosa em que são fornecidos temperatura, volume e pressão em uma condição inicial e temperatura e pressão em uma condição final, solicitando o volume final. A única conversão de unidades necessária na questão foi a de converter a temperatura para escala de temperatura absoluta.

Outro recurso para chamar a atenção dos discentes, foi o uso de expressões como “*muito importante*” a fim de ressaltar o valor de um aspecto atribuído pelo docente como essencial ao entendimento do tema trabalhado. Em relação à didática, deve-se ressaltar a atenção às unidades de medida e as simplificações Matemáticas organizadas de forma que, em geral, os alunos entendessem a Matemática envolvida e o número de operações realizadas fosse baixo. Percebi também um rigor matemático do professor na resolução dos problemas; usando inclusive o sinal de aproximação. No fim do segundo exercício da lista, o professor realizou uma interpretação física para analisar a coerência do resultado encontrado. Em um momento dessa interpretação, ele relacionou o conceito de pressão com choques no recipiente.

É de chamar atenção a atitude dos alunos durante as explanações do professor: havia minimamente algumas conversas na sala; configurando um silêncio quase absoluto entre os alunos. Apesar da atitude passiva desses, é importante ressaltar o respeito dedicado ao docente. Em contrapartida, o professor em alguns momentos permitia a turma se dispersar um pouco; por exemplo, ao copiar o terceiro exercício da lista na lousa. Nesses intervalos, alguns alunos realizaram alguns comentários buscando as risadas dos seus colegas. Psicologicamente, pode-se atribuir esse comportamento à procura de atenção.

Na terceira questão, a incógnita foi o número de mols de um gás com temperatura, pressão e volume definidos, necessitando o uso da equação de Clapeyron. Nessa equação, os alunos e o professor usam um macete³ envolvendo um músico brasileiro cuja imagem é usada frequentemente na mídia. Na questão, o professor isolou algebricamente o número de mol; e após a resolução do exercício, ele realizou uma revisão do conceito de mol, lançando mão de analogias com outras unidades de medidas mais familiarizadas pelos alunos, como o metro e o grama.

A aula encerrou com o professor passando o enunciado com um gráfico representando a transformação isotérmica ocorrida em dois distintos gases para trabalhar na próxima aula. Por um lado, percebi que não houve nenhuma problematização inicial do conteúdo abordado e, também, uma aula baseada em resolução de questões em que o aluno apenas assista, na grande parte, de

³ O macete referido é *Pablllo Vittar Nem Rebola Tanto*.

forma passiva pode não trazer resultados expressivos de aprendizagem. Em contrapartida, em função do modo como o professor conduz as explicações, dando intervalos e com explicações claras, acredito que a aula foi positiva para, pelo menos, uma parcela dos alunos.

Acredito que ao combinar essas características do docente com uma problematização inicial, haveria um engajamento de grande parte dos alunos. Esse engajamento dos discentes faria com que eles tivessem um aprendizado significativo sobre o assunto, visto que a condição II apresentada no referencial teórico foi satisfeita pelo professor, na medida em que ele procurou em suas explicações associar com conhecimentos prévios dos estudantes. Além disso, apesar de ser uma aula de resolução de exercícios, acredito que o docente conseguiu realizar algumas explicações conceituais interessantes no ponto de vista da Física.

Data: **20/08/2019**

Turma: A1 Ano: 2º

Horário: 11h10min às 12h40min

Horas-aula: 2

Assunto da aula: Transformações Gasosas

Alunos Presentes: 29.

Relato da Aula: As turmas A1 e B2 possuem salas de aula adjacentes, minimizando o deslocamento do professor. Quando ele chegou, alguns alunos estavam no corredor e havia um ritmo intenso de conversas dentro de sala. O docente agiu com calma novamente, esperando os alunos interagirem e, inclusive, descontraindo com os mesmos.

Após passar cerca de 10 minutos, o professor iniciou a explanação do conteúdo, revisando o que foi trabalhado em aulas anteriores. Inicialmente, foram realizadas explicações orais sobre as três transformações em gases ideais a partir da equação geral dos gases e sobre a equação de Clapeyron; organizando os tópicos e as equações necessárias em um terço da lousa novamente. Sobre a última equação, alguns alunos comentaram sobre o macete referido também na aula da turma B2. Ainda nessa discussão, o professor chamou atenção para o conceito de mol, reforçando com analogias com outras unidades.

Nas transformações isobáricas e isotérmicas, o professor abordou precisamente as relações físicas existentes com auxílio de gráficos; contudo, sem contextualizar. Na transformação isocórica, houve a contextualização com a panela de pressão, inclusive contrastando a temperatura em que ela opera em relação a uma panela convencional. A máxima interação dos alunos durante a aula foi nessa contextualização. Um aluno questionou o papel da borracha na panela de pressão; o docente

aproveitou o questionamento e relacionou com o conteúdo, afirmando a importância da borracha. Perguntaram também sobre recomendações para *tirar a pressão*; e o professor alertou sobre alguns cuidados necessários.

Em seguida, iniciou a resolução de questões da lista usada na turma B2. O docente utilizou os outros dois terços do quadro para copiar e resolver os exercícios; copiando e resolvendo um a um. A primeira questão da lista tem a mesma estrutura da segunda⁴, com exceção ao fornecer o volume e pressão e solicitar o cálculo de temperatura. Na resolução, ele utilizou os mesmos recursos da turma anterior e, também, fez a interpretação física baseada nos conceitos de temperatura, pressão e volume para analisar o resultado da conta.

Boa parte dos alunos acompanhou e entendeu as explicações do professor em geral. No entanto, no fim da resolução da segunda questão, uma aluna comenta “*ah, professor, não entendi! Tô confusa*”. Alguns colegas relataram falta de atenção da mesma; o docente retoma o exercício esmiuçadamente enquanto os alunos ficam em absoluto silêncio.

Durante a resolução do terceiro exercício, a explanação do professor foi semelhante à realizada na turma anterior, com exceção da não atenção ao conceito de mol no fim, visto que isso já tinha sido discutido ao revisar a equação de Clapeyron.

Depois de terminar a questão, o professor lembrou-se de avisar a data⁵ da prova para os alunos. Em relação à prova, um aluno questionou sobre a necessidade de usar as unidades de medidas nas respostas finais; e o professor afirmou que era necessário. O docente também reforçou que não é permitido o uso de celular e cada aluno deve trazer uma calculadora.

Enquanto o professor copiou o enunciado referente às últimas duas questões, os alunos faziam certas brincadeiras entre si, como tapas leves ou ofensas. Apesar da aparente maldade nessas brincadeiras, não consegui discernir se algum aluno ficou realmente incomodado. Aparentemente, são brincadeiras usuais e que não causam incômodo.

O enunciado possuía um gráfico representando processos isotérmicos ocorridos em dois gases ideais e as questões quatro e cinco cobraram respectivamente qual gás tem maior temperatura e o volume de um dos gases após alterar a sua pressão do ponto onde o gráfico apresentou valores de pressão e volume para outro ponto em que só havia a pressão informada.

Em relação à questão quatro, os alunos forneceram algumas respostas espontaneamente. Alguns responderam sem convicção e outros com maior convicção, entretanto, sem conseguir

⁴ A segunda e a terceira questão foram mencionadas no relato anterior.

⁵ 03 de setembro de 2019.

justificar. O professor respondeu o exercício, justificando aos alunos que a curva *mais alta é sempre do gás mais quente*.

Na última questão, o docente usou a relação entre as grandezas em uma transformação isotérmica, justificando serem inversamente proporcionais; com isso e a observação de que a pressão se tornou 40 vezes maior, concluiu que o volume deveria ser 40 vezes menor. Após o exercício, ele associou o mesmo com a situação de apertar uma garrafa plástica, onde o volume é diminuído e a pressão é aumentada.

Às 12h26, os alunos se direcionaram para a porta a fim de saírem. Entretanto, para impedir que eles saíssem muito cedo, o professor fez uma revisão no quadro das principais unidades de cada grandeza envolvida na aula. Nesse momento, apesar da insistência do docente para os discentes sentarem, alguns ficaram em pé e outros sentaram nas mesas. Nessa revisão, o professor foi procurar no livro didático o valor da constante universal dos gases no SI. Percebi a necessidade imediata e ajudei com a procura, conseguindo encontrar o referido valor.

Com exceção de um aluno, às 12h35min todos os alunos saíram de sala. Este aluno, denominado neste trabalho por aluno C, perguntou ao professor sobre o valor de 1 bar. No momento, o professor identificou essa unidade como equivalente a uma atmosfera. Depois de o aluno sair, percebemos o equívoco e o docente fez uma rápida pesquisa sobre o valor correto.

É de se ressaltar que apesar da agitação inicial, no momento em que as explicações começaram, a turma silenciou e a maioria passou a prestar atenção. Entretanto, notei alguns alunos cansados e outros assistindo à resolução de exercícios sem nenhuma motivação ou interesse. No início da aula, havia poucos alunos nessas condições, contudo, na segunda metade da aula mais da metade dos alunos se encontravam assim. Inclusive, uma aluna estava copiando e prestando atenção inicialmente, no entanto, acabou dormindo na aula. Isso indica que apesar das pausas durante as explicações, uma aula expositiva com dois períodos consecutivos torna-se cansativa a alguns alunos nesse contexto; e improdutiva do ponto de vista da aprendizagem para esses alunos.

Outro ponto foi a tentativa de alunos em tirar fotografias do quadro. Ação na qual o professor apenas advertiu verbalmente de forma breve. Outra particularidade foi o comportamento da aluna A em específico durante a aula: ela passou a aula inteira desenhando ignorando o ambiente. Apesar desses contrapontos, percebo que em geral a turma respeita as ações do professor; por exemplo, em cada retomada de atenção para começar outro exercício, não houve a necessidade de chamar atenção individualmente dos alunos.

De modo geral, as explicações do professor foram bem claras e precisas; com exceção da não diferenciação de gases reais e ideias. Isto é, o professor não chamou atenção que as equações

trabalhadas se referem a gases ideais. Acredito que esse tipo de diferenciação possibilita mostrar uma visão mais fidedigna da ciência, com a concepção de que a ciência constrói modelos aproximados da realidade.

De resto, acredito que as mesmas análises realizadas na aula da turma B2 são válidas nesta aula, com duas diferenças. Uma diferença foi um momento de discussão por causa da contextualização com panela de pressão, que foi capaz de engajar alguns alunos na aula. A outra diferença é o maior tempo de aula em função dos períodos serem consecutivos. Isso causou por um lado maior cansaço dos alunos como descrito acima e, por outro lado, um aumento na quantidade de exercícios vistos.

Data: **27/08/2019**

Turma: A1 Ano: 2º

Horário: 11h10min às 12h40min

Horas-aula: 2

Assunto da aula: Transformações Gasosas

Alunos Presentes: 23

Relato da Aula: Após cerca de 10 minutos de descontração e acomodação, o professor iniciou revisando novamente o conteúdo, com a equação geral dos gases e sua aplicação em transformações isocóricas, isotérmicas e isobáricas, equação de Clapeyron, e ainda, a transformação adiabática. Essa não havia sido comentada na aula passada, mas em função de alguns alunos demonstrarem certa familiaridade e o professor transmitir em ritmo de revisão, acredito que deve ter sido esmiuçada em aulas anteriores. Além dessas informações, ele deixou no quadro a conversão de temperatura de graus Celsius para kelvin.

O docente fez a explicação e deixou os tópicos e as respectivas equações no quadro. Na explicação da transformação isotérmica, ele retomou o exemplo de apertar a garrafa plástica. Notei alguns alunos repetindo a ação do professor de apertar a garrafa em suas mesas. Outro exemplo retomado foi sobre a panela de pressão no caso de transformação isocórica.

Quanto à disposição da sala, notei algumas alterações de lugares entre os alunos; contudo, apenas entre lugares próximos. Cabe ressaltar que eles se organizam em duplas; portanto, as maiores interações em geral ocorrem entre a respectiva dupla. Acredito, então, que as trocas de lugares significam que os grupos de amizades são numerosos.

Após o resumo realizado pelo professor e as explicações, foi distribuída uma folha com 10 perguntas para cada aluno. A última questão refere-se a um trabalho de pesquisa a ser entregue no

dia 03 de setembro. Havia três questões com necessidade de resposta escrita, sendo uma conceitual e outras duas envolvendo os conceitos em uma situação envolvendo uma panela de pressão. Outra questão sobre um processo isobárico fornece o valor de pressão e 10 pontos com valores de temperatura, em kelvin, e volume, em litros; solicitando a construção de três gráficos e a previsão de um volume para determinada temperatura.

A metade restante das questões precisa apenas da aplicação na equação apropriada dentre as que estão expressas no quadro. Segue um exemplo desses exercícios: *Calcule a pressão final de um gás ideal que altera seu volume de 10 para 30 litros reduzindo sua temperatura de 500K para 300K sabendo que a pressão inicial é 2,0 atm.*

Na sala, além dos alunos, do professor e de mim, estava presente outra estagiária. Durante a realização dos exercícios, nós três auxiliamos aqueles com dúvidas pontuais. Em geral, essas dúvidas estavam localizadas em operações matemáticas e na escolha da equação. Muitas vezes, os alunos solicitaram também para confirmar se o desenvolvimento e a resposta estavam certos.

Alguns alunos realizaram os exercícios em grupos. Nesses casos, consultavam entre si primeiro caso fosse encontrada alguma dificuldade. Quando nenhum dos colegas conseguia ajudar, eles solicitaram um de nós três. Essa situação é benéfica, pois ao explicar para o grupo, basta certificar-se que um dos alunos superou a dificuldade; e dessa forma, esse aluno será capaz de explicar aos colegas com uma linguagem mais próxima e do ponto de vista de quem acabou de entender e ainda se lembra das dificuldades.

Quando chegou 12h30min, todos os alunos se direcionaram para a porta e, sem esperar muito, saíram de sala. O professor manifestou para mim sobre a dificuldade de mantê-los em sala nos últimos 15 minutos, reforçando a necessidade de mantê-los.

Alguns alunos terminaram as nove questões e quase todos os alunos pelo menos realizaram mais da metade das questões. A ressalva do quase se faz necessária pela exceção da aluna A que passou a aula escutando música no fone de ouvido e lendo um livro. Entretanto, de forma geral, considero a aula produtiva para o objetivo dos alunos conseguirem um bom resultado na avaliação da próxima semana. Além disso, a prática de exercícios mesclando aplicação em equações, gráficos e utilização de conceitos tem potencial na aprendizagem do conhecimento científico e se complementa com a aula anterior.

Data: **17/09/2019**

Turma: A1 Ano: 2º

Horário: 10h20min às 11h10min

Horas-aula: 1

Assunto da aula: Introdução à termodinâmica

Alunos Presentes: 24

Relato da Aula: Devido à falta de professores na escola, a turma teve o segundo, terceiro e quarto período escolar em vez de ter os dois últimos. Como estão ambientados a dois períodos de física, criaram a expectativa de serem liberados antes do quarto período. Por isso, quando cheguei⁶ na escola, percebi que os discentes estavam com dificuldade de se conformar em ter mais um período de aula.

Após certo tumulto inicial em função do apresentado, o professor iniciou a explanação revisando oralmente os estados físicos sólido, líquido e gasoso; e com auxílio da lousa, as variáveis de estado: temperatura, pressão e volume. O professor, especialmente nas duas primeiras variáveis, procurou trazer explicações e associações a fim de que os alunos entendessem. Ele também aproveitou para rever a conversão entre as escalas de temperatura Celsius e Kelvin.

Depois dessa explanação, o docente introduziu o estudo da termodinâmica, explicando a etimologia da palavra. Na associação de dinâmica, o professor relacionou os conceitos de força, deslocamento e trabalho. Enquanto isso, grande parte da turma conversava.

A seguir, o docente comentou também sobre as unidades Joule e caloria. Continuou a explanação com uma associação do conteúdo com a revolução industrial. Ainda, fez uma comparação entre refrigerador e motor usando o conceito de calor.

No fim da aula, o professor cedeu alguns minutos para que eu aplicasse o questionário aos alunos sobre atitudes em relação à Física. Todos os presentes se propuseram a responder.

Acredito que o professor conseguiu trazer explicações relacionando com os conhecimentos prévios dos estudantes, com clareza e a necessária atenção às unidades. Por fim, conseguiu conectar o assunto visto com tecnologias e com a história. Entretanto, julgo que ao trazer essas conexões no início da aula haveria mais benefícios.

Data: 01/10/2019

Turma: B2 Ano: 2º

Horário: 9h10min às 10h e das 10h20min às 11h10min

Horas-aula: 2

Assunto da aula: Introdução à Termodinâmica

Alunos Presentes: 24

⁶ Cheguei às 10h20min na escola.

Relato da Aula: Em uma manhã com a umidade do ar abaixo do recomendado e de temperatura muito alta, o professor chegou à sala e iniciou a chamada oral 10 minutos após o sinal. Durante a chamada, alguns alunos discutiram sobre a necessidade de ligar o ventilador. Nessa discussão, uma aluna baseou o seu argumento sobre a cor da camiseta do colega, indicando com suas palavras que a referida camiseta absorveria mais energia por ser preta. O outro colega respondeu creditando essa informação como mito e solicitou a opinião nossa⁷. Respondi ao aluno e ele hesitou novamente se a diferença é significativa. Sem saber valores, argumentei que *dá pra perceber a diferença*.

Ao fim da chamada, os alunos solicitaram ao professor as notas do trimestre anterior. O docente alegou que acabou esquecendo de imprimir-las e prometeu trazer na próxima aula. Nesse momento, alguns alunos estavam curiosos sobre quais avaliações faltaram para não terem obtido a aprovação no trimestre. Isso mostra a necessidade de uma extrema clareza no processo avaliativo durante o trimestre e também a necessidade de repetição desse processo.

Em seguida, os alunos foram direcionados ao auditório e o professor iniciou a aula utilizando apresentação com *slides* preparada em conjunto com a professora de história em 2011 onde relaciona a física com a revolução industrial. Dessa forma, o professor iniciou com o *slide* contendo o título da aula e a análise da etimologia de *termodinâmica* através de definições de um dicionário; inclusive, ele incentivou o uso do dicionário como fonte de pesquisa. Neste instante, entrou um aluno atrasado se justificando para o professor. Os outros alunos se dispersaram por causa da justificativa.

Após retomar a atenção dos alunos, o professor apresentou os Protótipos de uma máquina de drenar água acumulada em minas e um Protótipo da máquina a vapor de respectivamente Thomas Newcomen e James Watt. Ao explicar a conversão de energia que acontece na máquina a vapor, o professor perguntou onde isso tem aplicação. Um aluno respondeu “*locomotiva*” e o professor aproveitou para explicar brevemente a locomotiva mostrando, atribuindo como inventor George Stephenson.

Até esse momento da aula, alguns alunos constantemente realizavam alguns comentários entre si e rindo de várias situações. O professor reproduziu dois vídeos⁸ de uma animação em espanhol com duração de quase 7 minutos cada. Na animação, os personagens sentiram a necessidade da construção de um meio de aproveitar energia mais eficiente do que a energia motora

⁷ A minha colega de estágio também estava na sala.

⁸ Com os respectivos títulos *Como Funcionan las Cosas - Máquinas de Vapor - Parte 1* e *Como Funcionan las Cosas - Máquinas de Vapor - Parte 2*.

do homem ou do animal. Com isso, eles iam construindo protótipos de máquinas de vapores e acrescentando detalhes que supriam problemas dos protótipos anteriores. Entre os problemas, o vídeo traz vários fatores a serem controlados na construção das máquinas, como exemplo, a segurança e a poluição liberada. Em cada protótipo, era explicado o funcionamento e como o detalhe acrescentado resolvia o problema que apareceu no protótipo anterior.

A compreensão do espanhol da animação era difícil, como avisado pelo professor antes. Por isso, ele chamou atenção para os alunos prestarem atenção no aspecto visual. Além disso, o docente pausou em alguns momentos para auxiliar na explicação.

Em um dessas pausas, ele comentou *as coisas são descobertas porque eles querem descobrir* o que passa a ideia de que na ciência as descobertas são feitas com intenção. Em outra pausa, o professor chama atenção ao movimento do pistão na máquina a vapor.

Quando acabaram os vídeos, um aluno estava questionando sobre a fumaça liberada nas máquinas. Entretanto, o professor não conseguiu finalizar a explanação porque já eram 9h56 e muitos alunos se levantaram pedindo para serem liberados para irem ao refeitório; dessa forma, o professor liberou a turma.

Após o intervalo, os alunos entram e se acomodam. Notei que entrou a aluna A da turma A1 e o seu comportamento estava diferente do usual. Em vez de se silenciar e se isolar da aula como nas aulas anteriores, ela interagiu com uma colega, procurou tirar atenção em algumas situações de outra colega; mas prestou atenção nas explanações do professor em geral. A mudança que me refiro é a interação social, visto que observei nas primeiras aulas uma atitude de isolamento dos seus colegas.

Para iniciar a aula, o professor pediu atenção para os alunos que entraram agitados. Ele iniciou mostrando um trecho do Capítulo 4 do livro “1808” de Laurentino Gomes, onde há uma relação do Tear Mecânico com eventos históricos da época. O trecho foi lido por um aluno em voz alta.

Na continuação, o professor abordou sobre a Revolução Industrial, onde ele fez uma problematização sobre o significado da palavra revolução. Ele mencionou que o termo histórico correto a se referir a comumente chamada “revolução farroupilha” é “revolta farroupilha”, justificando a falta de uma significativa mudança de cenário. A seguir, o docente trouxe o primeiro uso registrado da palavra “*revolução*” feito por Copérnico em seu livro “*Revolução da Terra em torno do Sol*”; explicando o significado físico da palavra e transpondo para o significado atribuído nas revoluções históricas. Neste instante, percebi alguns alunos usando o celular para copiar ou pesquisar.

Após concluir a explicação sobre revolução industrial utilizando contribuições dos alunos, o professor requisitou uma atividade para os alunos fazerem. A atividade consistia em fazer uma resenha ou uma redação sobre Revolução Industrial com no mínimo 15 linhas, ressaltando pontos positivos e negativos, bem como suas consequências nos dias de hoje. A atividade é individual e deverá ser entregue na próxima aula.

Na retomada da explanação, um grupo de estudantes estava disperso e o professor insistiu para que um dos alunos sentasse mais a frente. Quando o professor estava retomando novamente a explanação e outro aluno do grupo foi sentar-se próximo ao primeiro estudante. Nessa situação toda, houve uma agitação geral da turma.

O professor enfim iniciou a segunda parte da aula, revisando os conceitos de densidade e pressão. As definições e as formulações matemáticas estavam no *slide*. O docente se baseou nas formulações matemáticas para exemplificar esses conceitos e nas contribuições dos alunos.

Primeiro, o professor perguntou sobre o conceito de densidade e uma aluna relacionou com a massa. O professor partiu da sua colaboração e da formulação matemática para explicar o conceito. A mesma aluna questionou “*mas eu tava certa, né*”; mostrando uma necessidade da aluna em acertar ou falar o correto. Diante da situação, o professor apenas sorriu. Continuando, o docente exemplificou o conceito de densidade com algodão e ferro e fez uma associação com o submarino também.

Ao abordar a pressão, o professor iniciou pedindo para os alunos apertarem o peito com a mão usando toda força possível e depois com apenas um dedo. Ela aproveitou essa situação para revisar o conceito. O docente exemplificou também com um Faquir que se deita sobre pregos, ressaltando que o Faquir não conseguiria fazer isso se fosse poucos pregos. O aluno H tentando contribuir fez uma relação equivocada com caminhar em uma brasa e o professor diferencia as situações.

A seguir, o professor continuou a revisão exemplificando rapidamente os processos termodinâmicos. Enfim, o professor abordou sobre calor e trabalho, chamando atenção para casos em que há um ou outro; e a convenção de sinais adotada. Junto com a convenção de sinais, ele problematizou a convenção dos eixos cartesianos positivos para a direita e para cima.

Nas exemplificações de calor, o professor mencionou a unidade “*caloria*” e o aluno H perguntou sobre as calorias; questionando se é possível queimar alimentos visto que ele ficou intrigado com a palavra “*caloria*” ser usada nas informações nutricionais. O professor respondeu relacionando com a energia do alimento e afirmando que aquela energia poderia ser usada como calor ao queimar o alimento.

Acredito que as aulas no auditório devem ser analisadas com certos cuidados por alguns fatores. Por exemplo, a turma ocupou em torno de um terço dos lugares disponíveis apenas. Por isso, os alunos ficam muito espaçados entre si. Outro fator é o conforto dos alunos na sala que os colocar em uma situação cômoda. Dessa forma, uma aula expositiva deve se limitar a pouco tempo ou o professor deve estar preparado a administrar a dispersão e a atenção dos alunos como o professor regente faz.

Quase todos os assuntos já foram vistos pelos alunos, caracterizando a aula como uma revisão. Entretanto, a mesma também serviu para introduzir a termodinâmica. Durante a aula, foi possível ver uma física conectada com outras disciplinas e com situações concretas abordadas pelo professor; transmitindo uma física mais contextualizada. Além disso, o docente trouxe aspectos sobre Tecnologia e Ciência na aula e uma reflexão rica para epistemologia através da problematização sobre as descobertas.

Sintetizando, vejo essa aula com uma excelente aula de Física, pois apesar da fala geralmente ser do professor, houve contextualizações e algumas problematizações que colaboraram para que na maioria das situações a turma prestasse atenção e possivelmente muitos dos alunos vão associar alguns conceitos físicos em algum contexto ou aplicação mencionada na aula.

Data: 01/10/2019

Turma: A1 Ano: 2º

Horário: 11h10min às 12h40min

Horas-aula: 2

Assunto da aula: Introdução à Termodinâmica.

Alunos Presentes: 28

Relato da Aula: Após os alunos chegarem ao auditório, eles se acomodaram com significativa euforia com um grupo cantando em coral a música *País Tropical* de Jorge Ben Jor. Às 11h18, o professor iniciou a aula fazendo a análise da etimologia da palavra termodinâmica com auxílio do *slide* inicial. Durante a explanação, cerca de metade dos alunos não estava prestando atenção; sendo a maioria destes distraídos com o celular. Uma das alunas inclusive dormiu. Entre os alunos que estavam prestando atenção, curiosamente, estava a aluna A.

Na sequência, o professor explicou sobre o Motor a vapor de Newcomen e a Máquina de Watt. Entretanto, a pergunta realizada nesse momento da aula foi alterada em relação à turma anterior. Nesta aula, o docente perguntou a semelhança entre a Máquina de Watt e uma locomotiva.

Sem respostas, o professor prosseguiu com os dois vídeos do canal *Como funcionam las cosas*⁹. Da mesma forma, o professor procurou pausar o vídeo e fazer explicações sobre o que estava sendo abordado na animação. Durante os vídeos, pelo menos seis alunos estavam no celular e praticamente não olharam para a projeção. Visto que o grande potencial do vídeo é o caráter visual, é possível dizer que o aproveitamento do vídeo para esses alunos foi nulo. Inclusive, havia alguns no fone de ouvido ou tirando *selfies*. Mas ainda havia outros, que apesar de não estar no celular, também não estavam prestando atenção no vídeo. Entretanto, cerca de metade dos estudantes prestava atenção.

Após o vídeo, o docente comentou rapidamente os processos que estavam envolvidos no movimento do pistão. Depois disso, o professor mostrou o trecho que ele trouxe do livro “1808” e pede para algum aluno ler para os demais. Um dos alunos se voluntariou, contudo, leu com um tom de voz baixo. O professor aproveitou o trecho e faz uma contextualização histórica a partir do trecho. Pergunta sobre o “*tear mecânico*” e um aluno responde “*máquina de costura*”. O docente aproveitou e enalteceu a importância da produção de roupas, indicando duas guerras vencidas na Rússia em que o frio foi um fator determinante.

No próximo *slide*, o docente parou e questionou os alunos do que se trata a revolução industrial. Um aluno respondeu *começo da indústria*. O professor chamou atenção ao significado de *revolução*, contrastando com a Revolta Farroupilha e o uso no livro *Revolução da Terra em torno do Sol*, da mesma forma que ele fez na turma anterior.

Em seguida, o professor trouxe uma fotografia de uma cidade da Inglaterra no final do século XIX, indicando a concentração de Indústrias e a conseqüente poluição. Um aluno questionou “*então antes havia mais poluição do que agora?*”. O professor negou justificando que naquela época *a concentração das indústrias era maior, pois ocupava poucos lugares; e com o tempo as indústrias mais poluentes foram mandadas para os países subdesenvolvidos*. Ainda sobre isso, o professor comentou sobre a poluição da China que faz com que as pessoas usem máscaras.

Finalizando essa primeira parte, o professor atribuiu uma atividade individual para os alunos¹⁰ a ser entregue no fim da aula. Alguns alunos reclamaram bastante, e solicitaram fazer a atividade em dupla. Uma das alunas¹¹ exclamou “*como tu é ruim, professor!*”. Após a reclamação dos alunos, o professor estabeleceu um meio termo para que a atividade fosse entregue na próxima aula.

⁹ Os mesmos utilizados na turma B2.

¹⁰ A mesma atividade usada na turma B2.

¹¹ Uma das que estavam tirando *selfies*.

Acredito que devido ao comportamento da turma na aula e ao perfil dos alunos, o professor já previu a situação e disse que a atividade seria entregue na mesma aula como recurso de negociação.

Dessa forma, o professor iniciou a segunda parte da aula, revisando os conceitos de densidade e pressão. Com as mesmas estratégias usadas na turma B1, o professor se baseou na formulação matemática de densidade, exemplificando com algodão e ferro. Também usou exemplos de objetos que afundam ou flutuam na água, como a pedra. Um aluno falou do gelo e o professor aproveitou o exemplo, explicando que a sua densidade é menor da água e comentou sobre o iceberg também. Nesse momento, um aluno questionou o professor sobre as condições para um objeto ficar totalmente submerso ou totalmente imerso na água. O professor respondeu com base nos exemplos anteriores.

Com base na formulação matemática de pressão, o professor exemplificou pressão pedindo para os alunos apertarem o peito usando toda força possível com a mão e o dedo. Em seguida, o docente revisou sobre os processos termodinâmicos, revisando um a um brevemente.

No seguinte *slide*, o professor convencionou os sinais de Calor e Trabalho, contrastando com a convenção de positivo nos eixos cartesianos. Para o sinal de Calor, ele associou com colocar um recipiente de água no fogo ou no refrigerador. No mesmo *slide*, ele convencionou os sinais em Trabalho, justificando em função da expansão ou compressão do sistema. Em todas as exemplificações, ele utilizou a sua garrafa plástica de água para visualização. Salientou no fim os casos de Calor e Trabalho nulos. Neste instante, um aluno associou rapidamente Calor nulo com o processo adiabático.

Nas explicações, os alunos em geral estavam pouco engajados. Apesar de cerca de metade dos alunos estarem prestando atenção, boa parte destes pareciam não estar empenhados em entender os conceitos.

Por fim, o professor fez uma discussão de motor de dois tempos e de quatro tempos, dando atenção aos componentes de um motor, por exemplo, válvula, virabrequim e vela. Ele explicou um a um os processos envolvidos com a mistura do combustível e ar: admissão, compressão, explosão e escape. O docente comentou onde é usado cada tipo de motor. No meio dessa explanação, uma aluna que estava com o fone acidentalmente deixou o mesmo desconectar do celular, dispersando rapidamente a aula.

Além de imagens para cada motor, para o motor de dois tempos, ele utilizou um *gif* e para o motor de quatro tempos foi utilizado um vídeo de uma montadora de carros. Durante este vídeo, o professor indicou e explanou sobre os processos explicados a priori.

Antes do vídeo, às 12h28, alguns alunos já pediram para o professor liberar a saída. Após o vídeo, às 12h33, muitos alunos se levantaram solicitando ir embora, encorajados pela iniciativa tomada pela aluna F, que ao levantar justificou a necessidade de sair por causa do ônibus. O professor insistiu em terminar a aula a fim de cumprir o horário e mostrou o último *slide* de sua apresentação onde havia a Primeira Lei da Termodinâmica; após enunciá-la e explicá-la, o docente liberou os alunos.

Novamente, a aula na turma A1 possibilitou o professor chegar mais longe no conteúdo. Por outro lado, alguns alunos se dispersaram rapidamente. Esse grupo de alunos possui uma maior resistência com aulas expositivas; embora outros tenham uma atitude favorável nessas aulas. Diante disso, as aulas devem ser pensadas de forma que os alunos não fiquem muito tempo sem participar a fim de não perder àquela parcela de alunos.

Em relação ao professor, baseado na aula anterior, acredito que ele se esqueceu de fazer alguns comentários e mudou um pouco a estratégia provavelmente por se deixar seguir no automático. Por exemplo, na animação em espanhol ele realizou bem menos pausas e comentários. Na pergunta para introduzir a locomotiva, ele trocou de pergunta e, em minha opinião, realizou uma menos eficaz.

Apesar disso, acredito que o professor deu a oportunidade de entendimento de muitos conteúdos já vistos através de uma grande revisão onde as explicações tiveram bastantes exemplos e os assuntos trazidos foram contextualizados, com bastantes recursos. Além disso, conseguiu introduzir a Primeira Lei da Termodinâmica de forma conectada a esses conteúdos e às contextualizações realizadas. Acredito que pelo menos alguns alunos aproveitaram o material trazido por ele, conseguir reforçar assuntos já vistos e/ou aprender assuntos novos. Sintetizando, apesar de a aula ter decaído em relação à aula da turma anterior, de acordo com minha opinião, ainda acredito que foi uma aula muito boa em função das múltiplas relações realizadas pelo professor durante a aula e as suas explicações claras e exemplificadas.

Data: **08/10/2019**

Turma: B2 Ano: 2º

Horário: 9h10min às 10h e das 10h20min às 11h10min

Horas-aula: 2

Assunto da aula: Termodinâmica

Alunos Presentes: 25

Relato da Aula: No início da aula, foi entregue a alguns alunos¹² por outra estagiária um questionário de atitudes em relação à Física. A maioria dos demais alunos aproveitou para concluir a atividade da aula anterior. Enquanto isso, o professor escreveu o conteúdo no quadro com os seguintes tópicos: revisão da lei geral dos gases; equação de Clapeyron; cálculo do trabalho em transformações gasosas; energia interna de um gás. Em cada tópico, tinha uma breve explicação e equações.

Após fornecer algum tempo para os alunos terminarem o questionário, o professor iniciou a explanação às 9h40min. Primeiro, o professor fez uma breve revisão onde iniciou com a explicação geral sobre as variáveis de estado e, a partir disso, abordou a lei geral dos gases apresentada. Para isso, ele buscou associar as explicações com um cilindro com um gás dentro. Além disso, o docente ressaltou as unidades de pressão, temperatura e volume. Fez inclusive uma revisão das conversões de unidades de temperatura entre as escalas Celsius e Kelvin.

A partir de então, o professor introduziu novos conceitos a fim de formular a primeira lei da termodinâmica no fim. Primeiro, ele explicou o cálculo do trabalho e fez a relação com a transferência de energia. Depois, o docente fez uma explanação sobre a energia interna; relacionando a mesma com *a capacidade de carregar coisas* e, em seguida, comentou sobre o cálculo da variação da energia interna. Ainda, antes do intervalo, o professor relacionou o trabalho exercido ou sofrido por um gás com o deslocamento do êmbolo, utilizando como exemplo uma seringa.

Depois do intervalo, um publicitário da *Trip Viagens e Turismo*s pediu um tempo da aula para fazer um anúncio sobre um pacote de viagem para formandos. Os alunos ficaram bastante eufóricos e agitados por causa do anúncio. Nesse cenário, o professor retomou a aula quando já eram 10h50min. Passou a explicar sobre as transformações isobáricas, isométricas e isotérmicas; fornecendo, em cada caso, exemplos, representação gráfica qualitativa e interpretando o sinal do trabalho realizado pelo gás. Entretanto, muitos alunos ainda estavam realizando alguns comentários relativos ao pacote de viagem.

Por fim, o professor apresentou a primeira lei da termodinâmica; dando exemplos de processos de expansão e compressão. Contudo, alguns alunos estavam dispersos. Inclusive, havia dois usando fones de ouvido e outros dois tirando *selfies*. Entre a parcela que estava prestando atenção, um dos alunos questionou se um gás ganha energia ao se expandir. O professor fez a explicação com base na primeira lei da termodinâmica. A fim de manter os alunos até o fim em sala

¹² Na aula anterior em que ela aplicou o questionário, havia apenas 15 alunos.

de aula, o professor iniciou a escrever o próximo tópico; entretanto, enquanto fazia um desenho relacionado ao rendimento de uma máquina térmica, o sinal tocou.

Em função da realização de outra atividade no início da aula, do questionário, e do anúncio do pacote de viagem principalmente, muitos alunos não estavam dispostos a assistir à aula. Além disso, as várias interrupções nesta aula dificultaram o engajamento dos alunos. Entretanto, o professor conseguiu abordar a primeira lei da termodinâmica e realizar explicações dos conceitos novos com base em conhecimentos prévios dos estudantes, como a conexão das variáveis de estado com a introdução da primeira lei da Termodinâmica.

Essa aula deixa nítido que convencer os alunos a estudarem Física, apesar de estar em horário de aula, é uma tarefa muito complexa. Em muitos casos, em aulas mais expositivas como esta, a missão torna-se mais difícil ainda. Dessa forma, é essencial trazer elementos motivadores nas aulas, como contextualizações e problematizações que façam os discentes perceber conexões da Física com outros contextos de suas vidas e, também, sintam alguma necessidade de aprender essa disciplina.

Data: **08/10/2019**

Turma: A1 Ano: 2º

Horário: 11h10min às 12h40min

Horas-aula: duas

Assunto da aula: Termodinâmica

Alunos Presentes: vinte e seis

Relato da Aula: Em um primeiro momento, o professor copiou no quadro os assuntos que pretendia explicar; como na turma anterior. Enquanto isso, os alunos conversavam em alto tom. Ao terminar de copiar, um membro do Colégio Objetivo solicitou alguns minutos para divulgação, que foram concedidos pelo docente.

Após o anúncio, o docente iniciou em que se propôs primeiro em revisar as variáveis de estados de forma oral e a lei geral dos gases com auxílio equação na lousa. Em seguida, o professor comentou sobre a equação de Clapeyron, chamando atenção às unidades. Nesse momento, o professor tenta relacionar essas equações com o vídeo da aula anterior. Um pouco mais da metade da turma parecia atenta às explicações. Os demais estavam distraídos com outros elementos, inclusive, uma aluna estava na rede social *facebook*.

A seguir, o professor explicou a convenção de sinais para o cálculo do trabalho, relacionado com casos em que o volume de uma garrafa era alterado. Em seguida, o docente explanou sobre as

transformações isométricas, isotérmicas e isobáricas; da mesma forma que na turma B2, com ênfase ao fim no cálculo do trabalho realizado pelo gás em cada caso. Além disso, o professor utilizou alguns exemplos numéricos simples a fim de ressaltar.

Para encerrar essa parte, o docente deu uma retomada nos conceitos discursando com perguntas retóricas e associando com transformações no líquido da garrafa. A partir disso, o professor iniciou a discussão de energia interna, definindo ao fim a sua variação. Durante essas explicações, havia alunos distraídos, inclusive, um dos alunos estava no fone de ouvido.

Após fornecer alguns exemplos de forma oral, o professor começou a escrever os próximos tópicos enquanto os alunos se distraíram um pouco conversando. Continuando a explanação dos conteúdos, o docente apresentou a primeira lei da termodinâmica com auxílio da equação na lousa e de exemplos orais.

Durante essa explicação, uma aluna indicou ao professor, em particular, uma situação externa à aula. A seguir, ambos saíram de sala. Ao retornarem, em seguida, a diretora da escola entrou na sala para esclarecer as regras da escola quanto aos horários de saída; onde a única exceção às regras se restringe a alunos que estão trabalhando, sem contabilizar entre esses aqueles que estão em estágio. Além disso, a diretora reforça sobre a necessidade de cumprimento do horário da merenda.

Ao prosseguir com a aula, o professor partiu para a explicação de rendimento, relacionando com a primeira lei e enfatizando as unidades de energia. Entretanto, visto que alguns alunos ainda estavam inconformados com a questão do horário; o docente fez alguns esclarecimentos de quem define a carga horária nas escolas.

Buscando voltar ao conteúdo, o professor voltou para o conceito de rendimento utilizando valores de energia como exemplos. Em seguida, ele apresentou o exemplo do refrigerador. A partir do exemplo, o professor fez uma formulação da eficiência apresentando raciocínios que justifiquem a formulação.

No fim da aula, o professor escreveu no quadro uma questão em que havia vários processos termodinâmicos e era cobrado o uso da primeira lei da termodinâmica. Após o professor copiar, os alunos começaram a perceber as outras turmas saindo da escola. Por isso, a grande maioria da turma se retirou de sala com quatro minutos de antecedência. Dessa forma, o professor realizou a explicação do exercício para um grupo de alunos que permaneceu em sala, inclusive, passando do período do sinal devido ao interesse dos discentes. Saliento também a identificação do interesse dos mesmos pelo professor.

Com relação à aula, acredito que em função da turma A1 começar a aula com o conteúdo adiantado em relação à turma B2, o professor explicou com mais calma naquela do que nesta. Dessa forma, as conexões com o que o aluno já sabe e os conteúdos novos ficaram mais explícitas e exemplificadas. Entretanto, em ambas as turmas, houve vários fatores externos à aula que prenderam a atenção dos discentes. Isso reforça algo que o professor A costuma dizer em nossas conversas: *A Física é só um detalhe da aula*. Entretanto, esse detalhe conseguiu engajar consideravelmente uma boa parcela de alunos; o que por si só, já garante uma avaliação positiva da aula.

Data: **10/10/2019**

Turma: A1 Ano: 2º

Horário: 11h10min às 12h

Horas-aula: 1

Assunto da aula: Fatorial e análise combinatória

Alunos Presentes: 20

Relato da Aula: A fim de identificar motivos que influenciaram muitos alunos a escolherem Matemática como disciplina favorita, observei este período e outros quatro posteriores conforme serão relatados a seguir. Nesta aula, primeiro observei que havia um torneio interclasse de futsal no qual vários alunos estavam participando dessa atividade. No início, a aula tinha 10 alunos e os demais entraram aos poucos conforme o andamento da aula. O primeiro a entrar, o aluno H, tinha a intenção de pegar a sua mochila e voltar para o torneio. Entretanto, professora interveio questionando se ele estava jogando e o mesmo negou. Por isso, a docente comunicou que ele deve ficar em sala.

Ao iniciar a aula, a professora questionou se havia dúvidas em relação aos itens da questão cinco. Percebi que o objetivo inicial da aula era continuar a tirar dúvidas sobre uma lista de exercícios passada em uma aula anterior. Respondendo à docente, a aluna B pediu a explicações dos itens I e III. Nesses itens, o aluno deveria exercitar o uso do fatorial e a sua simplificação. A professora resolveu o primeiro item e questionou qual a dúvida sobre o último. Então, a aluna respondeu que dificuldade é devido ao sinal negativo em frente aos parênteses. Com isso, docente copiou o item na lousa e fez a resolução, enfatizando como operar na referida situação.

Durante a resolução do último item, a professora chamou atenção do aluno H visto que ele não havia aberto a mochila até então. Posteriormente, a docente perguntou à turma sobre as dúvidas referente à questão seis. Um aluno pediu a resolução do terceiro item. Entretanto, após a professora

copiar esse item, ela pausou para fazer a chamada oralmente aproveitando o tempo em que os alunos estão copiando a resolução da questão anterior.

Novamente, a professora resolveu com o mesmo algoritmo de forma esmiuçada e enfatizando os passos da resolução; como exemplo, abrir a expressão do fatorial maior até haver uma correspondência com o fatorial menor. Ao concluir a questão, uma aluna questionou um caso hipotético que não foi entendido pelos demais; em função disso, ela esperou para tentar explicar para a docente em outra oportunidade. Ainda, um aluno pediu o segundo item da oitava questão e a professora fez a resolução seguindo todos os passos usuais; entretanto, com um ritmo mais rápido.

Nesse momento, o último grupo, composto por cinco alunos, entra na sala. Sem dar tanta atenção, a professora iniciou a discussão oral do novo conteúdo: análise combinatória. Os alunos, entretanto, justificam-se espontaneamente relatando uma situação na qual a professora não tinha sido informada na reunião dos professores.

Na continuação da aula, a docente usou o exemplo de uma fila para a merenda¹³ da escola em duas situações: onde primeiro na fila ganha um prêmio e onde ninguém ganha um prêmio. Com o exemplo, ela diferenciou arranjo simples de combinação simples. A seguir, a professora iniciou a ditar a definição e escrever na lousa a equação de cada um dos três agrupamentos: arranjo, combinação e permutação simples.

Antes de apresentar equações, a professora procurou tranquilizar os alunos dizendo que *tudo isso será visto com calma e é fácil*. Após ditar cada agrupamento, a professora forneceu exemplos para explicar. No caso do arranjo simples, preocupado com um hipotético fatorial negativo, um dos alunos questionou o que fazer caso o número de elementos disponíveis n é menor do que o número de elementos agrupados p . Em resposta, a professora argumentou a impossibilidade dessa relação com um exemplo.

Em um dos momentos em que a professora copiou a equação no quadro, a turma acabou se dispersando com as conversas. Ao retomar a explicação, a professora chamou atenção de uma aluna específica que estava virada para trás; e os demais automaticamente mudaram as atitudes.

Quando tocou o sinal, a professora terminou a explicação que estava fazendo e liberou os alunos. Acredito que as explicações da professora eram bem claras, relacionando com exemplos fáceis de imaginar. E, apesar do tumulto que a escola estava por causa do torneio, a professora conseguiu aproveitar o tempo da aula para tirar dúvidas dos alunos e introduzir um novo conteúdo. Isso se torna fácil pelo domínio de sala de aula da docente, além uma relação de respeito entre os alunos.

¹³ A merenda do dia foi cachorro quente; atraindo ao refeitório quase todos os alunos da escola.

Data: 11/10/2019

Turma: A1 Ano: 2º

Horário: 8h20min às 10h

Horas-aula: 2

Assunto da aula: Análise combinatória

Alunos Presentes: 16

Relato de Aula: No início da aula, a professora requisitou aos alunos a se organizarem através de fileiras espaçadas entre si. Após a organização, a docente entregou a prova sobre fatoriais referente à primeira avaliação do terceiro trimestre. A prova era constituída de duas questões, totalizando 10 itens distribuídos entre as duas questões. A primeira questão envolvia simplificação de fatoriais e a segunda cobrava a resolução de equações com fatoriais.

Durante a prova, a professora ficou no fundo da sala e observando os alunos. Em um momento, o aluno C estava fazendo a prova em sua prancheta apoiada no colo. Apesar de estar com a prova e as mãos visíveis, a professora solicitou “*vira para frente bonitinho*”. Ainda no início da prova, a aluna B tentou consultar a professora se já havia realizado todos os procedimentos em certa questão.

Na grande parte do tempo, os alunos estavam com atenção direta na prova a fim de resolvê-la, mesmo com as intervenções dos colegas. Com aproximadamente meia hora de prova, o aluno G já entregou a prova. Em seguida, outros alunos entregaram a prova sem resolver alguns itens. Então, a professora insistiu para que terminem, dando ênfase que se eles conseguiram fazer um determinado item anterior, poderiam conseguir alguns itens que faltaram. Notei nesse momento que os alunos precisam muitas vezes um incentivo de alguém que garanta com palavras que eles têm condições de fazer determinada ação. Às vezes esse incentivo pode vir inclusive parecido como uma cobrança.

Novamente, a aluna B questionou sobre as situações em que se necessita usar Bháskara e a professora respondeu brevemente *para equações de segundo grau*. Em seguida, outra aluna realizou uma pergunta relacionada à Bháskara também e a professora sugeriu tentar *simplificar para ver se dá Bháskara*.

Em torno das 9h, uma parte significativa dos alunos já entregou a prova. Dois alunos iniciaram uma conversa e, em seguida, a professora chamou atenção dizendo *agora não*, visto que havia alunos fazendo a prova ainda. Alguns alunos após entregar a prova, aproveitaram para realizar uma tarefa de inglês.

Aproximadamente às 9h30min, a professora copiou uma lista de exercícios com doze itens sobre análise combinatória e orientou quem terminou a prova a fazer os exercícios e os demais a concluírem a mesma com calma. Enquanto isso, o aluno G estava dormindo desde que entregou a prova. Depois de cerca de 5 minutos de que a professora passou a lista, ela chamou atenção do mesmo.

Posteriormente, um aluno questionou sobre a maneira de resolver os itens de permutação e a professora responde “*olha no caderno a formulazinha de permutação*”. Enquanto os alunos continuaram a prova ou os exercícios, a professora escreveu em tamanho visível em três folhas A4 as equações para permutação, arranjo e combinação simples.

Com grande parte das provas entregues, a professora passou a auxiliar os alunos quando solicitada. Um dos alunos questionou a diferença de arranjo e combinação; a professora fez uma explanação coletiva à turma com base na pergunta do estudante. A seguir, uma aluna questionou sobre o número zero no arranjo $A_{9,0}$ e a professora usa o exemplo de uma fila com zero *Teletubbies* para explicar.

Em suma, percebo a necessidade de incentivar os alunos nas atividades e avaliações. Também chama atenção a conciliação de que a professora fez com os alunos em estágios diferentes na aula; visto que alguns estavam com a prova enquanto outros já estavam praticando exercícios sobre o novo conteúdo.

Data: **17/10/2019**

Turma: A1 Ano: 2º

Horário: 10h20min às 11h10min

Horas-aula: uma

Assunto da aula: Simbolismo

Alunos Presentes: 16

Relato de Aula: Com o objetivo de observar fatores que influenciaram alguns alunos preferirem Literatura no questionário, observei um período dessa disciplina. Passados cinco minutos após o sinal, a professora realizou a chamada com 14 alunos presentes. Ao terminar, a professora introduziu o simbolismo, prometendo ser o último movimento literário a ser visto neste ano. Na introdução, fez uma explicação geral fornecendo comparações com o romantismo, visto que este foi o movimento antecessor ao simbolismo e visto pela turma recentemente. Dessa forma, a professora procurou enfatizar a mudança de perspectiva dentro da Literatura ocorrida de um movimento para outro.

Ao encerrar essa explanação inicial, a professora avisou aos alunos sobre um trabalho a ser realizado em aulas posteriores com fotografias; também comentou de um livro adquirido por ela, mostrando interesse em mostrar aos alunos. Foi nítida a animação da docente nesses comentários e na explanação inicial.

Em seguida, chegaram mais dois alunos que justificaram estar no refeitório até então visto que a fila no referido dia estava grande. Mesmo assim, a professora alertou brevemente sobre o horário a ser cumprido. Um desses alunos era o aluno C, que costuma ter alto interesse nas aulas de exatas.

Seguindo a aula, a professora preencheu a lousa com o seu resumo explicando o simbolismo. Enquanto isso, a maioria dos alunos estava copiando o conteúdo e conversando em tom baixo ao mesmo tempo. As exceções foram os dois alunos que chegaram atrasados, que ainda estavam dispersos, e o aluno E que estava desde o início da aula debruçado e possivelmente dormindo.

Ao terminar de copiar, a professora pediu aos alunos que chegaram atrasados para abrirem o caderno. A seguir, ela comentou sobre uma posterior prova a ser marcada e explicou o porquê gosta do simbolismo.

Após os alunos copiarem, a professora fez uma explanação sobre os pontos trazidos na lousa usando palavras familiarizadas pelos discentes. Com isso, ela distribuiu uma folha aos alunos com dois poemas. Enquanto ela distribuiu as folhas, passou na mesa do aluno E, solicitando ao mesmo que abrisse o caderno; ele fez o que foi solicitado. Contudo, após alguns minutos ele voltou a se debruçar sobre a mesa.

Os alunos realizaram a leitura rapidamente dos poemas de forma individual; um deles relatou à professora ter gostado do poema e que o seu colega, o aluno C, não gostou ou não entendeu. A professora argumentou de que este aluno tem a mente voltada para as ciências.

Logo em seguida, a professora solicitou que algum aluno leia o primeiro poema; enfatizando o uso de emoção ao ler. Nisso, ela vai sugerindo nomes de forma rápida até que uma aluna aceitou ler. Após a leitura, a docente comentou sobre os aspectos do poema; enfatizando o uso de símbolos e como esses símbolos permitem uma interpretação.

Durante essa explicação, um aluno se empolgou conversando. A professora chamou atenção brevemente a esse comportamento e o discente passou a prestar atenção na explicação novamente. Ao concluir a explanação, a professora escreveu na lousa algumas perguntas relativas ao poema.

Em função do tempo, a professora deixou o próximo poema e a discussão das perguntas para a próxima aula. No fim, a professora aproveitou os últimos minutos interagindo com os alunos ao

questionar se os mesmos sabem sobre filmes que abordam sonhos. Com isso, foi gerada uma conversa rápida com os alunos palpitando sobre alguns filmes e a professora comentando os palpites.

Chamou minha atenção a atitude da professora quando solicitou ao aluno E que abrisse o caderno. Mesmo com ele debruçado inicialmente, ela não interrompeu sua aula e também não chamou atenção no geral. Pelo contrário, ela esperou um momento para chamar a atenção do aluno em particular. Apesar de a ação ter um efeito de curto tempo, acredito que a professora agiu corretamente visto que ela não ignorou o aluno e nem o confrontou diante da turma.

Sintetizando, percebi que a professora além de se preocupar com o comportamento dos alunos, ela tenta bastante em conectar o conhecimento apresentado com conhecimentos anteriores e, também, procura dar voz e ouvir os alunos em alguns momentos da aula. Acredito que esta conduta da docente auxilia bastante no respeito que os alunos têm nas aulas de Literatura.

Data: **17/10/2019**

Turma: A1 Ano: 2º

Horário: 11h10min às 12h40min

Horas-aula: 2

Assunto da aula: Análise combinatória

Alunos Presentes: 16

Relato da Aula: Após chegar à sala, a professora entregou a prova para dois alunos que não estavam presentes na aula passada; organizou os mesmos em lugares próximos à mesa do professor e isolados dos demais. Em seguida, ela alertou aos alunos que vai ditar. Antes de fazer isso, ela revisou brevemente o que foi visto em análise combinatória na aula anterior.

Após essa explicação breve, a professora começou a ditar com o seguinte título *reconhecimento do tipo de agrupamento do problema* e, depois, trouxe três situações genéricas de agrupamentos onde no final de cada um era explícito se a situação era arranjo, combinação ou permutação simples.

Com auxílio da lousa, ao fim de cada situação, a professora utilizou exemplos de agrupamentos, tanto de números quanto de grupo de pessoas. Durante as explicações, alguns alunos estavam atentos à docente e outros estavam copiando os seus exemplos. Quando notou isso, a professora chamou atenção para prestarem atenção em um primeiro momento e copiarem depois.

Quando estava terminando o exemplo de combinação, a professora foi interrompida por alunas da B2 pedindo para dar um aviso. A docente solicitou que as mesmas esperassem cerca de 2

minutos. Seguindo a explicação, a professora encerrou o exemplo e entregou as provas para os alunos que a realizaram na semana anterior.

Quando a professora explicou sobre a permutação, o aluno C identificou através das equações que a permutação simples é um caso de arranjo simples onde o número de elementos é igual ao número da união dos elementos no agrupamento. Apesar disso, a professora não forneceu tanta atenção à identificação do aluno. Em um momento posterior, alguns alunos ficaram curiosos quanto ao significado do zero fatorial. Para explicar, a professora usou o exemplo de uma fila de *Teletubbies*.

Nesse instante, as alunas da B2 retornaram e a professora cedeu um tempo para elas. Elas deram avisos gerais da organização das atividades da festa de primavera a ser realizada no sábado posterior. Entre os recados, havia um aviso relacionado à reciclagem. Nesse momento, a professora reforçou que os papéis ao serem descartados não devem ser amassados; explicando isso em função da dificuldade de triturar o papel amassado.

Ao iniciar novamente a aula, a professora passou seis exercícios de forma escrita; cobrando que os alunos identificassem o caso de agrupamento além de fazer a conta. Os alunos foram copiando em um ritmo de conversa. Um dos grupos de alunos acabou elevando o tom em um dos momentos. Por isso, a professora chamou atenção aos mesmos rapidamente e eles baixaram o tom.

Em um exercício envolvendo um anagrama em que a primeira letra era fixa, os alunos localizados próximos a mim tiveram uma discussão sobre a resolução do mesmo. Entretanto, eles estavam com dificuldade. Por isso, resolvi ajudá-los. Nesse momento, eles ficaram em torno da mesa em que eu estava sentado.

Por fim, a professora ditou as respostas para os alunos fazerem e conferirem as respostas em casa. Os alunos só começaram a arrumar os seus materiais escolares às 12h36min. Para a cultura da turma, acredito que isso é positivo visto que em geral aproximadamente 10 minutos antes do fim da aula os alunos já estão com os materiais guardados.

Ao fazer uma análise, acredito que as explicações da professora foram bem claras e pareceu estar sempre atenta a possíveis confusões geradas nos alunos. Percebe-se isso através das exemplificações utilizando grupos de pessoas e números a fim de não haja generalizações ingênuas. Além disso, assim como em relação aos outros docentes, destaca-se o respeito de grande parte da turma com a docente de Matemática.

4 PLANEJAMENTO DA UNIDADE DIDÁTICA

Durante a fase de observação, realizei um plano de aula prevendo oito encontros, totalizando 16 horas-aula. Iniciei a aplicação do plano no dia 22 de outubro. Na terça-feira anterior ao dia 22, não teve aula visto que a escola aderiu ao feriado de dia dos professores. Por causa disso, a minha última observação em aula de Física ocorreu dia 08 de outubro, conforme está relatado no capítulo anterior.

A unidade didática abordou o estudo de ondulatória e tive oito encontros presenciais com os alunos. Tive como base o referencial teórico e metodológico apresentado no capítulo 2, das observações na turma A1 e das respostas do *Questionário sobre atitudes em relação à Física e concepções científicas* (disponível no Apêndice A). Além disso, contei com as colaborações dos colegas de estágio e do professor orientador durante microepisódios em que reproduzi em aula o que elaborei para aplicação na regência. Também, em aulas em que me senti inseguro, procurei auxílios em reuniões com o mesmo professor.

Apesar de eu planejar 16 horas-aula, foram aplicadas somente 15 horas-aula; necessitando para isso solicitar período de professores grevistas¹⁴. Isso porque a escola anunciou o calendário final entre a aula 3 e a aula 4, indicando a necessidade de terminar a regência no mês de novembro. No início da regência, o professor A e eu estávamos contando em encerrar a mesma no dia 10 de dezembro. Devido a esses fatores e outros discutidos a seguir, o plano de aula teve várias modificações durante a sua aplicação. Será apresentada a seguir a versão final de maneira sintética em um primeiro momento através do Quadro 1 - Cronograma de Regência Final.

Quadro 1 - Cronograma de Regência Final

Aula	Data	Conteúdos a serem trabalhados	Objetivos de Ensino	Estratégias de Ensino
1 - A	22/10		Instigar o interesse dos alunos em aprender Física; Encorajá-los a enfrentar as dificuldades em Física durante a unidade; E apresentar um cronograma com os temas a	Exposição Dialogada e slides.

¹⁴ É bom lembrar que o CPERS declarou greve durante o ano letivo por causa de um pacote de medidas proposto pelo governo do estado.

			serem trabalhados, visando estimular os alunos com os mesmos.	
1 - B	22/10	Características e conceito de vibração; onda, som e ressonância	Relacionar a vibração do meio nas ondas sonoras com a vibração dos átomos em um cristal ao quebrar o mesmo através da ressonância; discutir o conceito e as características da vibração; conceituar e exemplificar período, frequência e amplitude; explicar a ressonância em uma taça de cristal; e trazer primeiras definições de onda e som.	Exposição Dialogada e vídeo.
2 - A	29/10	Onde: Natureza e tipos de propagação.	Familiarizar os alunos com a Instrução pelos Colegas; diferenciar a natureza de ondas eletromagnéticas e mecânicas; e apresentar os tipos de ondas conforme a direção de perturbação.	IpC integrado ao EsM;
2 - B	29/10	Definição de onda	Conceituar onda como transporte de energia e informação; enfatizar a não propagação de matéria; e promover resolução de problemas sobre período, frequência e amplitude.	Demonstrações experimentais com uso de POE; e exposição dialogada
3	05/11	Onda: sons graves e agudos; análise gráfica do período; comprimento de onda; crista e vale; pontos em fase.	Definir sons agudos e graves; contextualizar a descrição gráfica de uma onda a partir de sons agudos e graves; definir crista e vale; introduzir comprimento de onda; e convencer os alunos da relação entre comprimento de onda, frequência e velocidade de uma onda, associando com o cálculo genérico de uma velocidade média.	IpC e <i>phyphox</i>
4	12/11	Onda: velocidade de propagação. Som: intensidade e propagação sonora;	Revisar comprimento de onda, amplitude, ondas transversais e longitudinais e ondas mecânicas e eletromagnéticas; Convencer os alunos da relação entre comprimento de onda, frequência e velocidade de uma onda, associando com o cálculo genérico de uma velocidade média; e definir a intensidade de uma onda; Enfatizar a propagação radial e esférica das ondas sonoras.	Exposição dialogada; <i>Slides</i> ; e IpC

5	19/11	Intensidade da onda, níveis sonoros, escala decibel e altura do som.	Definir a intensidade de uma onda; Enfatizar a propagação radial das ondas sonoras; Relacionar a Altura do som com a frequência da onda sonora; apresentar a escala decibel; e definir níveis de intensidade sonora.	Exposição dialogada; e EsM
6	22/11	Intensidade da onda, níveis sonoros, escala decibel e altura do som.	Revisar Intensidade da Onda; revisar os níveis de intensidade sonora; relacionar os níveis de intensidade sonora com situações cotidianas; relacionar a Altura do som com a frequência da onda sonora; e praticar a definição de intensidade sonora e a sua relação com a escala decibel.	Exposição Dialogada e <i>slides</i> .
7	26/11	Efeito Doppler	Interpretar fisicamente o fenômeno de Efeito Doppler; definir Efeito Doppler; apresentar a equação para quantificar a frequência percebida no Efeito Doppler; associar a Física envolvida nos distintos casos de Efeito Doppler com a equação apresentada; reforçar os conceitos de frentes de onda;	Exposição Dialogada; EI e Vídeos
8	26/11	Efeito Doppler	Discutir as idealizações do Efeito Doppler apresentadas na aula anterior e identificar as influências dessas idealizações na percepção do fenômeno no cotidiano; Reforçar a prática das unidades; Interpretar as diferentes situações do Efeito Doppler; e desenvolver a matemática do Efeito Doppler.	EI e vídeos
9	28/11	Efeito Doppler	Efeito Doppler: Interpretação do fenômeno, a formulação matemática para a frequência percebida e a consideração da velocidade radial entre o observador e a fonte sonora.	EI e vídeos

Conforme pode ser percebido no cronograma, as duas primeiras aulas, embora sejam em períodos consecutivos, foram separadas em duas partes: Parte A e Parte B. A separação se faz pelo motivo de que planejei essas aulas com dois momentos distintos onde em cada momento há uma atividade inicial e um fechamento, conforme será apresentado no capítulo a seguir.

Entre os motivos das modificações ocorridas nesta unidade didática durante sua aplicação, destaco a redução do tempo previsto para a mesma e de demandas surgidas durante as aulas. Entre essas demandas, destaco o grande número de ausência de alunos nas aulas 3 e 5 (conforme descrito no capítulo posterior) que me fizeram decidir realizar revisões respectivamente no início da aula 4 e 6.

Além disso, algumas aulas faltaram tempo para o cumprimento do plano, atrasando o planejamento por consequência. Essas demandas e atrasos tiveram como resultado líquido a diminuição do tempo da atividade de investigação sobre Efeito Doppler. Também por causa desses fatores, nessas aulas de revisão, as contextualizações e problematizações ficaram prejudicadas. Por exemplo, a atividade proposta com o sinal da escola apresentada no plano de aula 5 do capítulo posterior não foi realizada.

Outra modificação no plano se deu em função do seguinte motivo. No dia 26 de novembro, os períodos de Física foram transferidos para as 8h20min da manhã (conforme relatado no próximo capítulo). Aproveitei para negociar os alunos a realização de um terceiro período, às 11h10min, adiantando a aula 8 prevista anteriormente para o dia 28 de novembro. Entretanto, cerca de metade da turma saiu da escola. Com isso, iniciei a atividade prevista na aula 8 com os alunos presentes e precisei elaborar uma aula 9 em que fosse possível continuar a atividade com esses alunos e encaminhar a atividade para os demais. Por isso, o leitor perceberá muitas semelhanças essas aulas.

Quanto às avaliações, fiquei responsável por 9 pontos do trimestre, em uma escala de 0 a 10. A resenha sobre revolução industrial pedida pelo professor A no dia 01 de outubro (conforme descrito no capítulo anterior) corresponde ao restante da nota. Quanto aos 9 pontos de minha responsabilidade, distribuí em 1 ponto para cada uma das duas TL; 1 ponto para atividade chamada *agudo e grave*; 1 ponto e meio para exercícios a serem entregues sobre velocidade da onda; 2 pontos e meio para a atividade investigativa sobre Efeito Doppler; e 2 pontos de participação.

A avaliação de participação foi distribuída entre as atitudes em aula e as realizações de atividades durante a aula. Essas atividades foram uma tarefa de predição e explicação escrita pelos alunos na aula 2 e exercícios sobre Intensidade e Altura do Som entregues na aula 5. Eu esperava inicialmente que houvesse mais tarefas, como exercícios nos finais das aulas 2 e 3. Com relação às atitudes em aula, procurei estabelecer um sistema a fim de diminuir as injustiças. Distribuí em cinco níveis: ruim, regular, bom, muito bom e excelente cujas notas respectivas foram 0,5; 0,7; 0,8; 0,9 e um ponto.

5 REGÊNCIA

5.1 Aula 1: Apresentações e a taça de cristal

Data: 22/10/2019

Horário: 11h10min às 12h40min

Horas-aula: 2

Alunos Presentes: 28

Sala: sala de vídeo

5.1.1 Plano de aula 1 - Parte A

Objetivos de ensino: Instigar o interesse dos alunos em aprender Física; Encorajá-los a enfrentar as dificuldades em Física durante a unidade; Apresentar um cronograma com os temas a serem trabalhados, visando estimular os alunos com os mesmos.

Atividade Inicial: Em um primeiro momento, buscarei organizar a sala de maneira que todos os alunos se visualizem e consigam observar com facilidade o projetor. Em seguida, pedirei aos alunos para dizerem seu nome, idade e o que mais gostam de fazer.

Desenvolvimento: Após a apresentação de cada aluno, farei uma breve apresentação pessoal e indicarei os dias em que trabalharemos juntos. Depois, trarei algumas respostas dos alunos no questionário relacionadas à pergunta 6, relacionada às utilidades de aprender física, e farei uma breve análise das mesmas. Em seguida, apresentarei outras duas utilidades da seguinte forma “*porque a física está conectada com todas as disciplinas*” e “*ajuda a pensar criticamente em muitos casos*”. Para a segunda utilidade, utilizarei um exemplo referente a uma tomada de decisão em uma compra de um aparelho de som com duas opções e um exemplo vinculado à fisioterapia, visto que um dos alunos indicou no questionário considerar pouca utilidade em aprender Física no seu caso porque ele pretende ser fisioterapeuta.

Em seguida, serão projetadas as principais dificuldades em aprender Física apontadas pelos alunos durante o questionário. Em cada dificuldade, procurarei mostrar que juntamente com eles estarei reunindo esforços para superá-las. Posteriormente, comentarei sobre a pergunta 3, relativa à sentença “*Eu gostaria de mais de Física se...*”, com base nas respostas mais frequentes.

Entre o que foi encontrado na sentença 3 do questionário, destacam-se os pedidos de aulas mais dinâmicas e com experimentos. Associarei esses pedidos com a utilização de métodos e recursos que pretendo utilizar durante a unidade didática; indicando que as aulas não serão de maneira alguma monótonas. Ainda, falarei brevemente de uma metodologia a ser utilizada: o ensino por investigação. Apenas sintetizarei algumas de suas ideias centrais relacionadas à identificação de um problema e um caminho de investigação com auxílio de um exemplo.

Fechamento: Por último, apresentarei cada aspecto motivador a ser explorado nas aulas seguintes. E por fim, mostrarei as formas de avaliação que serão utilizadas, visando esclarecer que essas avaliações serão realizadas durante o andamento das aulas; e por isso, quem estiver participando nas aulas, será aprovado ao natural.

Recursos: Projetor; computador e apresentação em *slides*.

5.1.2 Plano de aula 1 - Parte B

Conteúdo: Vibração e suas características: amplitude, frequência e período; e primeiras definições de som e onda.

Objetivos de ensino: Relacionar a vibração do meio material nas ondas sonoras com a vibração dos átomos em um cristal ao quebrar o mesmo através da ressonância; discutir o conceito e as características da vibração; conceituar e exemplificar período, frequência e amplitude; explicar a ressonância em uma taça de cristal; e trazer primeiras definições de onda e som.

Atividade Inicial: Inicialmente, questionarei aos alunos se eles já observaram uma taça de cristal quebrar através da voz humana e, depois, se alguém sabe explicar esse fenômeno; abrindo, nas duas perguntas, um tempo para ouvir as respostas dos mesmos. Ao saturar as respostas, vou descrever e reproduzir o vídeo ¹⁵ onde a situação mencionada é mostrada. Após o vídeo, farei a terceira pergunta, ao questionar “*como o som pode quebrar uma taça?*”

Ao notar que possuem alunos interessados em responder, primeiro ouvirei suas respostas para em seguida realizar a explicação. Quando saturarem as respostas, partirei de uma definição do som como *vibrações que se propagam em um meio* a fim de relacionar essas vibrações com as vibrações dos átomos da taça. Nessa explanação, tentarei utilizar no máximo possível as palavras

¹⁵ Vídeo 1: Ressonância Acústica - disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=qy1c5_vYTVo>.

surgidas nas respostas dos alunos. Entretanto, ao fazer isso, devo me certificar que os demais alunos possuem o subsunçor dos alunos que trouxeram os termos.

A partir dessa contextualização inicial, chamarei atenção à importância ao entendimento do conceito de vibração para entender como a taça quebra e, com isso, afirmarei que as características das vibrações dos átomos da taça e do ar, geradas pela fonte sonora, devem ter algumas relações. Assim, com o objetivo de persuadir que é necessário definir essas características para melhorar a explicação da taça quebrando e, dessa forma, será possível entender essas relações, apresentarei os conceitos período, frequência e amplitude como características de uma vibração.

Desenvolvimento: Após nomear esses conceitos, vou propor definir o termo frequência e, para isso, questionarei a algum aluno qual o ônibus que ele usa para se deslocar à escola; e depois da resposta, perguntarei com qual frequência esse ônibus passa em frente à escola. Colocarei essa pergunta sintética e verbalmente na lousa; apresentando o uso do símbolo para frequência. A resposta do aluno será copiada em seguida no quadro com um formato *“um ônibus X a cada Y minutos”*.

A partir dessas informações, exemplificarei o conceito de frequência com um cálculo da razão entre o número de ônibus por tempo. É importante trazer e salientar as unidades sempre junto. Em seguida, deverei argumentar que às vezes, como nesta situação, o relevante não é a frequência, a qual indica o número de ônibus por minuto; mas sim, outra grandeza que indica o tempo necessário para passar cada ônibus. Nisso, pretendo introduzir essa relação, inicialmente apresentada como outra grandeza qualquer, utilizando a divisão matemática associada no cálculo do período. Após o cálculo, chamarei essa outra grandeza de período, atribuindo o símbolo apropriado.

Após a apresentação desses dois exemplos onde estará enfatizada uma inversão de unidades, pretendo introduzir a formulação matemática que relaciona o período e a frequência. Depois dessa formulação, definirei conceitualmente frequência e período. Com as definições escritas, trarei formulação matemática que relaciona o número de vibrações e o tempo. Nesse momento, trarei as explicações baseadas no som, associando ao caso da taça. Na associação, usarei unidades de medida de período e frequência no SI. Dessa forma, introduzirei aos alunos unidades do SI em ambas os conceitos.

Por último, conceituarei amplitude com auxílio de um desenho na lousa; trazendo ao fim da explicação a unidade utilizada. Em todas as definições, além de anotar os conceitos na lousa, incentivarei os alunos a registrarem os conceitos e explicações em suas anotações.

Fechamento: Definidas as características de vibração, utilizarei a animação 1¹⁶, em que são mostradas as partículas oscilando em um meio em que está se propagando uma onda longitudinal. Com essa animação, pretendo reforçar os conceitos vistos na aula, desde as definições de onda e som até as características das vibrações, associando com o vídeo 1 a fim de concluir o ganho de energia dos átomos da taça e o conseqüente aumento da amplitude de vibração em função da vibração propagada pelo som possuir a mesma frequência e período. Por fim, chamarei esse fenômeno de ressonância.

Em um último momento, os alunos serão encaminhados para a realização da tarefa de leitura I (disponível nos Apêndices B).

Recursos: Projetor, animação 1, vídeo 1, computador, lousa e caneta.

5.1.3 Relato de aula 1

Quando os alunos estavam se acomodando na sala de vídeo, auxiliei os mesmos indicando lugares para sentarem de forma que todos pudessem visualizar a lousa e a projeção, visto que ambas são posicionadas em paredes opostas. Após a acomodação, pedi para que cada aluno falasse o seu nome, idade e alguma atividade que aprecia fazer. Enquanto ouvia os alunos, havia uma dispersão entre os alunos que não estavam se apresentando. Reforcei que, naquele momento, não era essencial o silêncio absoluto entre os demais, mas era necessário moderar o tom. Entre as atividades descritas pelos discentes, surgiram “*séries*”, “*filmes*”, “*futebol*”, “*beber*”, “*dormir*” e “*comer*”.

Após as apresentações dos alunos, fiz uma apresentação pessoal e indiquei o tempo em que trabalharíamos juntos. Em seguida, encaminhei para as questões do questionário, salientando que trouxe as respostas mais apresentadas por eles. Primeiro mostrei a questão referente às utilidades de aprender Física, trazendo a minha visão em cada resposta e tentando na medida do possível valorizar as respostas.

A seguir, trouxe utilidades sugeridas por mim, abordando a conexão da Física com as demais disciplinas com exemplos de biologia e Literatura. O exemplo associado com Literatura teve auxílio dos próprios alunos, quando pedi o conteúdo que eles viram anteriormente à inserção do

¹⁶Animação 1 - disponível em: <http://w3.ualg.pt/~orodrig/Physics/Ondas/onda_longitudinal.gif>.

simbolismo e eles responderam parnasianismo. Comentei sobre as características deste movimento e fiz associações com a ciência. Enquanto comentava, pedia confirmação para os alunos e percebi que essas associações já eram conhecidas pela maioria do alunado.

A outra utilidade sugerida por mim é o auxílio no pensamento crítico em muitos casos. Para esse caso, primeiro comentei sobre um projeto de lei de proibir a internet 5G. Um aluno já conhecia o projeto, por isso, expliquei rapidamente do que se trata o mesmo com auxílio do estudante. A partir disso, indiquei a necessidade de posicionamento sobre isso; sugerindo basear o posicionamento, não apenas em intuição ou confiança em terceiros, mas também em conhecimentos da Física que levam uma opinião com maior embasamento. Sendo assim, realizei uma explicação rápida procurando diferenciar radiações perigosas de radiações não perigosas através de exemplos a fim de opinar sobre o projeto.

Sobre essa outra utilidade, forneci outro exemplo no qual o conhecimento de física poderia auxiliar no reconhecimento de um problema elétrico em um caso de um equipamento danificar. Esclareci que o auxílio da Física não em resolver o problema, mas se certificar de que o técnico chamado para solucionar não estaria atribuindo outros problemas ao equipamento.

Posteriormente, trouxe o exemplo previamente planejado: a compra de um equipamento de som com frequências sonoras de operações máximas de 19 000 Hz e 25 000 Hz e cuja diferença de preço é de 50 reais, sendo o último o aparelho com custo maior. Perguntei para a turma qual opção um determinado aluno iria optar na compra. Dos alunos que responderam, todos indicaram comprar o equipamento de custo maior, inclusive trazendo argumentos. Em seguida, baseado no espectro de audição humana, expliquei o motivo de a decisão ser inadequada.

Por último, forneci um exemplo vinculado à fisioterapia; justificando que um dos alunos pretende ser fisioterapeuta e, por isso, não vê utilidade em aprender Física. Por isso, questionei “*o que um fisioterapeuta faz após se formar?*” e persuadei para a ação de comprar equipamentos. A partir disso, mostrei as especificações do produto *Tensmed Digital 4 Canais* em um endereço de vendas popular da internet. Dentro das especificações, havia várias informações com conceitos e unidades da Física. Com isso, procurei mostrar que a Física pode auxiliar essa pessoa e, por fim, desejei que a pessoa conseguisse cursar Fisioterapia e me dispus a ajudar.

Nesse momento, acabei me preocupando um pouco com o tempo e acelerei um pouco o ritmo da aula. Entretanto, acredito que isso foi apropriado visto que os alunos se mantiveram atentos. Inclusive, isso dá um indicativo de que pode ser benéfico planejar alguns momentos em aulas com explicações mais rápidas.

Dessa forma, ao terminar de mostrar as utilidades de aprender física e discutir alguns exemplos, conectei para a próxima pergunta do questionário da seguinte forma: *Bom, realmente é útil aprender Física. Mas eu sei que pode ser difícil às vezes; e aqui estão as dificuldades que vocês me apresentaram.* Com isso, fiz a leitura rapidamente das dificuldades e me comprometi a ajudar no máximo possível em superar as mesmas e chamei atenção de que o meu esforço pode ser em vão se eles não se esforçarem também.

A seguir, trouxe algumas respostas da sentença *eu gostaria mais de Física se...* e comentei brevemente. Salientei que não seria possível trazer um laboratório para a sala; mas que seria possível trazer alguns experimentos e utilizaríamos o aplicativo de celular *phyphox*¹⁷ que irá nos ajudar; apresentando o aplicativo e seu *site* e indicando para que todos o instalem.

Depois disso, passei para os métodos de ensino que serão usados nas aulas. Eles já estavam familiarizados com a Instrução pelos Colegas e por isso dei pouca ênfase. Quanto ao uso de ensino por investigação, usei um esquema simplificado partindo de um problema definido, uso de investigações teóricas (em fontes como artigos, *sites* e livros didáticos) e/ou empíricas a fim de obter alguma resposta(s) possível (is).

O esquema foi auxiliado com um exemplo surgido na turma B2 em um dia quente no qual havia uma discussão sobre ligar ou não o ventilador e surgiu a seguinte pergunta: "*o preto é mais quente mesmo ou é mito?*". Nisso, enfatizei através do exemplo que o processo de investigação pode passar por uma busca de evidências empíricas através de um planejamento a fim de controlar variáveis; indicando um possível arranjo experimental para isso. Depois disso, mostrei os dois problemas de investigação que serão vistos nas aulas.

Posteriormente, passei para a apresentação da temática de estudo: o som. Com isso, apresentei o cronograma de aula a aula com os assuntos motivadores. São eles, na ordem: taça de cristal quebrando com a voz, uma cantora surda, sons agudo e grave, sinal da escola e a estimativa da velocidade de um carro com o som.

Brevemente, passei revisando as dificuldades e as sugestões dos alunos apontadas na questão 6 e 3 respectivamente; indicando que busquei montar um plano que contemplasse essas necessidades no máximo possível. Por último, indiquei as maneiras de avaliação explicando uma a uma e enfatizando como seriam avaliadas as tarefas de leitura (TL). Aproveitei para avisar que a primeira TL ocorrerá após a aula para ser entregue até domingo e para a sua realização é fundamental manter a comunicação.

¹⁷Informações sobre o aplicativo podem ser obtidas em: <<https://phyphox.org/>>.

Encerrada a apresentação, iniciei a discussão sobre a taça. Iniciei comentando do programa de televisão *Eliana* onde havia uma parte do programa chamada *Ciência em show*. Nesse momento, uma aluna me complementou ao afirmar que ainda tem essa parte e percebi que boa parte dos alunos assiste inclusive.

Aproveitando isso, pedi explicações para os alunos do que precisa para a taça quebrar e anotei suas respostas na lousa. Surgiram várias respostas, como: *agudo*, *alto*, *Som da taça*, *frequência específica*, entre outras. Confesso que tive uma pequena surpresa da qualidade e quantidade das respostas.

Nesse momento, iniciei a reprodução e questionei se os alunos queriam que aumentasse a intensidade do som¹⁸ e alguns deles, sem hesitar, responderam que sim. Depois do vídeo, fui para a lousa continuar a explanação diretamente porque era irrelevante realizar a pergunta planejada depois do vídeo em razão da qualidade de respostas surgidas anteriormente.

Dessa forma, argumentei que o fundamental era entender como o som chega à taça; questionando o que precisa para o som de uma palma¹⁹ feita por mim chegar no ouvido de todos os alunos. Nesse momento, o aluno C respondeu que precisa de um meio. Completei a explicação dele, reforçando que não seria possível escutar no vácuo, pois *o som não se propaga se não houver alguma coisa como meio*. Com isso, fiz uma primeira explicação de como o som chega aos ouvidos de todos os alunos, baseado na vibração no ar e relacionando à primeira perturbação, podendo essa ser a batida de palma ou as nossas pregas vocais vibrando.

Terminando essa parte, perguntei do que é formada a taça. Inicialmente me responderam de vidro, e eu questionei de que é formado esse vidro. Dessa forma, surgiu ainda como resposta areia e quando repeti a pergunta, o aluno C respondeu Dióxido de Silício. Supus que ele estivesse certo²⁰ e coloquei na lousa a fórmula molecular.

Questionei se as moléculas da taça permanecem paradas e, após certo silêncio, explanei que elas estão sempre vibrando. Com isso, afirmei que essa vibração deve ter algumas relações com as vibrações provocadas do som para que a taça quebre. Então, prometi para eles que realizaria uma explicação rápida em que traria alguns conceitos que seriam utilizados posteriormente e auxiliam o entendimento da taça quebrando, inclusive mostrando porque todas as respostas dos alunos estão, de certa forma, corretas ao mesmo tempo.

¹⁸Havia deixado com volume bem baixo para que evitar incômodo aos ouvidos.

¹⁹ Neste momento, de fato bati a palma.

²⁰ Em casa, pesquisei o assunto e percebi que o estudante estava equivocado. Acabei não voltando no tema posteriormente com os alunos.

No centro da lousa, escrevi as palavras *oscilações/vibrações* como título da aula e um desenho de um corpo oscilando horizontalmente e expliquei que essas vibrações possuem certas características que precisamos entender para explicar a situação da taça e apresentei as características como frequência, período e amplitude.

Com isso, usei o exemplo do ônibus para entender frequência e amplitude conforme planejado. O ônibus escolhido foi aquele indicado na aula como mais usado pelos alunos: referente à linha *Salso*. O tempo entre um ônibus e o seu próximo foi determinado pelos alunos como 15 minutos. Realizei a explanação conforme planejado, exemplificando frequência e período, onde este tempo foi chamado de período apenas posteriormente na definição. Com essa exemplificação, registrei na lousa a definição de período e frequência; nomeando aquele com seu símbolo apropriado.

A partir disso, com o objetivo de apresentar a relação matemática entre período e frequência, pedi para que os estudantes analisassem as unidades e dissessem qual relação eles perceberiam entre essas grandezas a partir dessa análise. Como resposta, surgiu que *são inversos*. Expliquei o significado desse termo na Matemática com alguns exemplos numéricos e registrei no quadro a relação entre as grandezas.

Em seguida, defini amplitude com auxílio do desenho e após registrar a definição conceitual no quadro, questionei como medir amplitude. Acredito que muitos alunos perceberam que se tratava de algum múltiplo do *metro* pelo menos. Em seguida, voltei para definir as unidades de período e frequência. Alguns alunos já conheciam a unidade Hertz.

Por fim, voltei para a questão da taça, completando a explicação. Ressaltei porque as respostas dos alunos estavam certas, como relacionando os termos trazidos por eles relacionados à frequência com a ressonância que acontece entre as vibrações do som e da taça. Ainda, busquei indicar as demais conexões na explicação, por exemplo, o aumento de energia das moléculas da taça e o consequente aumento da amplitude até a ruptura da estrutura. Acabei esquecendo-se de trazer a animação para completar a explicação.

Em um último momento, organizei a tarefa de leitura, mostrando as páginas e entregando as questões a serem respondidas. O professor titular salientou que todos têm a disponibilidade de levar o livro para casa.

Com relação às apresentações iniciais, acredito que atingi o objetivo; visto que observei os alunos atentos e curiosos enquanto apresentei algumas respostas do questionário com meus comentários e o cronograma da disciplina. O único contraponto dessa parte foi uma sensação de que o alunado não forneceu tanta atenção às avaliações.

Durante a preparação da segunda metade da aula, fiquei preocupado em fazer surgir à necessidade da conceituação das características de um movimento oscilatório. Acredito que alguns alunos sentiram essa necessidade em algum nível; enquanto outros tiveram um baixo engajamento. Apesar disso, acredito que consegui trazer bons exemplos na explicação e torná-la bem clara. Entretanto, a animação planejada para a aula qualificaria o entendimento dos alunos; assim como mais exemplos de animações de oscilações, como pêndulos e movimentos circulares.

5.2 Aula 2 - Uma cantora surda

Data: **29/10/2019**

Horário: 11h10min às 12h40min

Horas-aula: 2

Alunos Presentes: 19

Sala: sala de aula

5.2.1 Plano de aula 2 - Parte A

Conteúdo: Onda: naturezas e tipos de propagação;

Objetivos de ensino: Familiarizar os alunos com a Instrução pelos Colegas; diferenciar a natureza de ondas eletromagnéticas e mecânicas; e apresentar os tipos de ondas conforme a direção de perturbação.

Atividade Inicial: Inicialmente, os alunos serão instigados se é possível um surdo cantar e como isso seria possível; dependendo das respostas, será relevante questionar como o surdo seria capaz de perceber o tempo da música. Após esse estímulo inicial, será reproduzido o vídeo ²¹ em que é mostrada uma competidora de um programa musical cantando mesmo sem ouvir. Caso o alunado não dispersar consideravelmente durante o vídeo, o mesmo será reproduzido por completo. Caso contrário, será interrompido durante; visto que não é fundamental ouvir toda a música.

Desenvolvimento: Após o vídeo, perguntarei se os alunos entenderam a explicação trazida no mesmo de como a competidora consegue perceber o tempo certo da música. Um aspecto central está na vibração do chão e a sua percepção pelos pés da cantora. Após a explicitação desse aspecto, questionarei quais as relações do vídeo com a tarefa de leitura.

²¹ Vídeo 2 - Exemplo de Superação - Mandy Harvey - Legendado - disponível em : <https://www.youtube.com/watch?v=kOKLeJSBvTO&feature=youtu.be>.

Após discutir isso, farei uma menção sobre a aula passada em que foi explicado o som através de uma vibração do ar e questionarei o que aconteceria caso não houvesse ar e nem outro meio. Instigarei os alunos se haveria som ou qualquer outra onda nessas condições. Com esses questionamentos e suas respostas, vou procurar convencer que há uma relação entre o vídeo e a TL através da classificação quanto à natureza da onda: mecânicas e eletromagnéticas; argumentando que de todas as ondas, o som é classificado dentro das ondas que precisam de meio e fazem com que esse meio vibre para poder se propagar. Assim, deverei realizar esse último argumento registrando na lousa as diferenças entre essas naturezas ondulatórias.

Após essa explanação, argumentarei que existe outro aspecto importante ao contrastar a TL com o vídeo: a direção que o meio vibra por causa do som; isto é, qual a direção em que o chão vibra. Dessa forma, apresentarei os tipos de propagação conforme a direção de vibração, registrando no quadro. Ao fim, deverei relacionar essa explanação com a vibração sentida pelos pés da competidora.

Fechamento: Depois de explicados as naturezas ondulatórias e seus tipos, utilizarei o sistema de votação da Instrução pelos Colegas a fim de testar com perguntas conceituais (Teste I e Teste II disponíveis nos Apêndices C) o entendimento dos alunos. Após os demais passos do método, deverei encerrar com uma última explanação relacionando novamente alguns aspectos do vídeo como a propagação do som no ar e no palco com o conteúdo.

Recursos: Miniprojetor, computador, vídeo 2, *plickers*, lousa e caneta.

5.2.2 Plano de aula 2 - Parte B

Conteúdo: Onda: conceito;

Objetivos de ensino: Conceituar onda como transporte de energia e informação; enfatizar a não propagação de matéria; e promover resolução de problemas sobre período, frequência e amplitude.

Atividade Inicial: Primeiramente será organizada a sala de forma que todos possam visualizar por completo a mola utilizada. Em uma das argolas da mola, haverá fixado um palito amarelo. Com essa organização, explicarei que será emitido um pulso longitudinal na mola e o objetivo é observar o que acontece com a posição do palito. Mas antes disso, todos devem escrever o que imagina que irá acontecer sua posição e guardar para entregar logo em seguida.

Desenvolvimento: Após todos anotarem, utilizarei os *plickers* com uma questão associada à predição a fim de saber o que os alunos estão prevendo. Após obter os resultados, encaminharei a observação com auxílio de um aluno para segurar a outra ponta da mola; e perguntarei aos alunos o que eles observaram; a fim de realizar a descrição do experimento.

Na descrição, buscarei deixar claro o que de fato acontece, indicando que houve uma oscilação, entretanto, o palito voltou para a posição inicial. Com isso, pedirei para todos escreverem uma explicação da situação e entregarem juntamente com a predição. É importante salientar que as predições e explicações não serão avaliadas por estarem certas, apenas se a resposta é original;

Após os alunos escreverem e entregarem a atividade, pedirei para eles compartilharem o que colocaram como resposta. A partir das respostas, farei uma explanação e conceituarei onda como uma propagação de energia, e às vezes de informação também; enfatizando o não transporte de matéria.

Em seguida, projetar-se-á a animação 2²², onde será possível revisar o conceito de onda; além dos conceitos de natureza ondulatória e tipos de propagação vistos na parte A da aula. Depois dessa explanação, usarei os *plickers* com o teste III (disponível nos Apêndices C) e os demais passos da Instrução pelos Colegas.

Fechamento: Por fim, os alunos deverão iniciar a resolução de uma lista de exercícios com perguntas conceituais dos conceitos já vistos nesta aula e na aula anterior.

Recursos: Miniprojetor, computador, mola com palito colorido fixado em uma argola, animação 2, lousa e caneta.

Avaliação: A atividade de predizer e explicar terá peso trimestral de 0,5 pontos na avaliação da participação;

5.2.3 Relato da aula 2

Em oposição ao planejado, a aula iniciou às 8h20min. Apenas consegui chegar às 8h35min na sala de aula. Ao chegar, estava ainda sem o miniprojetor planejado para ser usado na aula. Portanto, decidi iniciar a aula organizando os alunos em volta do *notebook* pessoal com auxílio de uma caixa de som. Enquanto realizei essa primeira organização com as ferramentas a serem

²² Animação 2 - disponível em: <http://www.idn.uni-bremen.de/cvppmm/content/wellen/Bilder/water_gross.gif>.

utilizadas na aula, um aluno pediu para que eu explicasse a terceira questão da TL, justificando que muitos alunos ficaram em dúvida. Respondi a ele que alguns alunos souberam responder, mas prometi que responderia a questão.

Inicialmente, a turma estava agitada. Acredito que isso se deve parcialmente a ser um dia atípico na escola. As aulas terminariam às 10h porque os professores tinham uma palestra às 10h30min com um advogado representante do CPERS sobre a reforma da previdência. Esse evento modificou consideravelmente a dinâmica da escola.

Após chamar atenção dos alunos, iniciei a aula dando um retorno das TL. Comentei que por um lado gostei que boa parte²³ dos alunos realizou a tarefa, mas apesar disso, estava preocupado pela parte que não fez. Ainda trouxe na discussão uma dificuldade apontada por uma aluna relacionada à Leitura ser realizada pelo celular. Imaginei que o problema da aluna não ter levado o livro poderia estar relacionado ao prazo; enquanto isso, uma aluna me interrompeu afirmando que o prazo era grande. Em seguida, a aluna que acusou a dificuldade na TL se manifestou indicando que não é possível levar o livro para a casa; imediatamente ela foi corrigida pelos colegas e eu reforcei sobre a possibilidade. É interessante observar que a aluna que mencionou a dificuldade não estava presente na aula passada, onde o professor titular reforçou sobre essa possibilidade no fim da aula.

Finalmente, introduzi a atividade inicial da aula. Aproveitei que estávamos discutindo sobre a TL e falei de um pedido de outra aluna na TL: de explicar resumidamente o que foi lido. Prometi que faria isso posteriormente e, a partir disso, explicaria o vídeo em que mostra uma mulher deficiente auditiva cantando e, também, a terceira questão da TL.

Para isso, primeiramente mostrei o vídeo aos alunos através do computador. Chamei os alunos para perto do mesmo para se posicionarem de forma que todos conseguissem visualizar. Ao reproduzir o vídeo, a caixa de som utilizada funcionava apenas por cerca de 20 segundos e se desligava²⁴. Depois de repetidas tentativas e o mesmo resultado de funcionamento da caixa de som, convidei os alunos a sentarem mais perto do computador e reproduzi o restante do vídeo com o som do mesmo apenas. Enquanto a maioria dos alunos assistia, alguns estavam ridicularizando a história apresentada no vídeo. Por se tratar de poucos, ignorei essa atitude, assim como os demais alunos fizeram, e continuei a reprodução do vídeo até aproximadamente a metade do mesmo.

Após o vídeo e os alunos retornarem a seus lugares, questionei aos alunos sobre como a cantora percebia o tempo da música. Surgiram como respostas “*pela vibração*”. Em seguida, perguntei como essa vibração chega até os pés da cantora e um aluno respondeu “*ondas*”

²³ Aproximadamente dois terços da turma.

²⁴ Apenas em casa detectei que o motivo foi a falta de energia na bateria da caixa de som.

paralelamente à resposta de outra aluna “*pelos pés*”. Utilizando essas respostas, questionei para “*as ondas que saem dos instrumentos chegam através do que nos pés da cantora?*”. Nesse momento, o termo ar surgiu como resposta e eu complementei com uma primeira explicação rápida de que as ondas sonoras se propagam pelo ar e depois pelo palco. No momento, me esqueci deste último termo e, quando procurava sinalizar com gestos, um aluno me auxiliou com o termo.

Aproveitando essa primeira discussão, fiz uma explanação breve definindo as naturezas ondulatórias e tipos de propagação conforme a direção de perturbação, dando exemplo em todos os casos. Ao definir os tipos, com o auxílio de um aluno, mostrei através da mola a produção de ondas transversais e longitudinais; expliquei que por ser um meio em que é possível produzir os dois tipos, não foi anotado na lousa como exemplo em nenhum caso.

Durante a explanação com as molas, o professor titular trouxe o projetor disponibilizado pela escola, ligou, deixou conectado na rede de energia e me indicou que necessitaria colocar um arquivo no formato PDF diretamente por dispositivo USB visto que o projetor já possui um computador inserido com sistema *Linux*. Apesar de eu ter um dispositivo USB em mãos, eu não tinha as questões da Instrução pelos Colegas no mesmo. Por isso, após entregar os *plickers*, encaminhei para o teste conceitual englobando natureza ondulatória e tipo de propagação conforme a direção. No entanto, acabei escolhendo ler e mostrar as questões através do computador, e por isso, a sala ficou agitada.

Após cada um decidir a resposta, verifiquei as respostas e aproximadamente 50% erraram. Encaminhei para a discussão, solicitando encontrarem alguém com resposta diferente e tentar convencer de suas respostas. Alguns alunos mostraram-se resistentes à dinâmica. Busquei na medida do possível incentivá-los. Apesar das dificuldades, houve algumas discussões. Com isso, fiz a varredura das respostas novamente, indicando 76% de acertos.

Encerrada essa parte, iniciei a parte B. Coloquei a mola em duas mesas centrais na frente da sala de forma que todos os alunos pudessem visualizar. Pedi então para que os alunos pegassem uma folha para entregarem, indicando nome, turma e escrevendo “*predição*”. Expliquei que a entrega dessa folha seria considerada no ponto de participação, assim como outras atividades, e que conforme a pontuação de participação, pode-se reconsiderar a avaliação do aluno caso esteja faltando pouca nota para aprovação. Também salientei que não cobraria por estar correta a predição.

Em seguida, ao explicar o que seria feito com a mola, pedi para que os alunos escrevessem o que eles imaginam que irá acontecer com a posição do palito. Nas predições, surgiram termos espontâneos, como *tremar*. Também encontrei desenhos representando o palito oscilando.

Após certa demora dos alunos em escrever as suas predições, fiz a observação com auxílio de um aluno. Alguns alunos tiveram reações chamativas neste momento por imaginar que aconteceria algo mais interessante. Perguntei aos alunos o que eles observaram e alguns conseguiram descrever muito bem o que aconteceu com a mola. Apenas reforcei o que eles disseram e pedi para todos escreverem a explicação na mesma folha anterior; onde deveriam justificar o porquê o palito se comportou assim.

No, todos os presentes entregaram a atividade pedida. Ao recolher, muitos alunos foram guardando seus materiais. Avisei que havia 15 minutos ainda de aula e que eu faria a explicação no quadro da atividade. Em seguida, passei a definição de onda, ressaltando a não propagação de matéria.

Por fim, questionei aos alunos quem havia instalado o aplicativo sugerido na aula anterior. Alguns manifestaram já ter instalado. Encaminhei, então, a atividade para a próxima aula, pedindo que cada um trouxesse dois *printscreen* na função *Osciloscópio do som* testando vozes aguda e grave. Também, mostrei de exemplo da atividade um *printscreen* realizado por mim. No meio desse encaminhamento, uma professora da escola e do Colégio Unificado pediu para dar um recado de uma aula pública daquele colégio. Apesar de eu solicitar um minuto para terminar de encaminhar a atividade, ela insistiu e acabei cedendo o espaço para ela naquele momento já. Por isso, foi necessário retomar alguns pontos da atividade após a interrupção.

Acredito que a falta de ensaio com todas as tecnologias utilizadas na aula afetou significativamente a qualidade da aula. Também senti a necessidade de um dispositivo USB com todos os arquivos necessários. Nessa aula, faltaram as questões da Instrução pelos Colegas. Além disso, senti que a turma está acostumada com aulas mais densas de conteúdo do que as aulas ministradas por mim até o momento. Portanto, ficou muito marcado para mim nessa aula que devo tomar muito mais cuidado no uso de tecnologias em sala de aula e, também, refletir sobre a quantidade de conteúdo planejada para, de repente, aumentar a quantidade planejada para as aulas posteriores. Destaco também que devo tomar mais cuidados a fim de não repetir atrasos em aulas novamente.

5.3 Aula 3 - Sons agudo e grave

Data: **05/11/2019**

Horário: 11h10min às 12h40min

Horas-aula: duas

Alunos Presentes: doze

Sala: sala de aula

5.3.1 Plano da aula 3

Conteúdo: Onda: sons graves e agudos; análise gráfica do período; comprimento de onda; crista e vale; pontos em fase.

Objetivos de ensino: Definir sons agudos e graves; contextualizar a descrição gráfica de uma onda a partir de sons agudos e graves; definir crista e vale; introduzir comprimento de onda; e convencer os alunos da relação entre comprimento de onda, frequência e velocidade de uma onda, associando com o cálculo genérico de uma velocidade média;

Atividade Inicial: No fim da aula anterior, foi proposta aos alunos a atividade de tentarem emitir com a voz um som agudo e outro grave com auxílio do *phyphox* e tirar um *printscreen* de cada situação. Portanto, espera-se que a aula inicie com a maioria dos alunos em posse desses gráficos.

No início da aula, com o auxílio da projeção, interpretarei a situação física apresentada no gráfico do aplicativo e encaminharei para a tarefa em duplas ou trios a ser feita pelos alunos. Cada grupo deve escolher um gráfico para um som agudo e outro gráfico para um som grave. O critério de escolha é dos alunos. Ao encaminhar a atividade, projetarei um modelo (imagem II disponível na seção respectiva à aula 3 no apêndice F) do que deve ser realizado pelos alunos a fim de facilitar o encaminhamento.

Desenvolvimento: Na atividade, os alunos deverão calcular a frequência dos dois sons escolhidos e entregar em uma folha, indicando nomes e turma. Na medida em que os alunos vão entregando, além de recolher a folha, pedirei rapidamente os gráficos escolhidos pelos alunos e farei uma captura de uma fotografia coletando o gráfico e os nomes dos integrantes. Dependendo do andamento da aula, apenas pedirei para que os alunos me enviem via *WhatsApp* ou correio eletrônico os *printscreen* escolhidos.

Com auxílio da projeção, após a atividade, desenharei na lousa os dois gráficos obtidos por mim com o aplicativo (Disponíveis na Imagem I da aula 3 no Apêndices F) a fim de comparar as situações. Caso seja preciso, utilizarei *slides* projetados no quadro para fazer a interpretação desejada em vez de desenhar na lousa. Com essa explanação, farei uma sequência da Instrução

pelos Colegas a fim de que os alunos discutam sobre o período de uma onda. Os testes conceituais que deverão ser utilizados serão os Testes V e VI (Disponíveis nos Apêndices C).

Na sequência, modificarei o eixo das abscissas de um dos gráficos para posição. Então, explicarei o que mudou na situação física de um gráfico para outro. A partir disso, terminarei a análise gráfica identificando e conceituando o comprimento de onda. Através desta explanação, usarei os demais passos da Instrução pelos Colegas novamente, esperando uma divergência para que os alunos possam se auxiliar depois. Os Testes VII e IX são apresentados nos Apêndices C.

Procurando manter no quadro ainda o gráfico com a abscissa relativa ao espaço, escreverei a definição escrita de pontos em fase e indicarei alguns pontos em fase no gráfico. Aproveitando o gráfico e os conceitos de pontos em fase, mostrarei a crista e o vale da onda. No fim dessa explanação, dependendo do andamento, utilizarei o sistema de votação e os demais passos da metodologia a fim de testar o entendimento de pontos em fase com base no Teste IV apresentado nos Apêndices C.

Em seguida, questionarei os alunos se há algum aspecto em comum no som produzido por cada um. Procurarei ouvir suas respostas e respondê-las, esperando que em algum momento chegue a uma resposta relacionada à velocidade do som. A partir disso, prometerei a eles que mostrarei como é possível calcular uma velocidade de propagação de uma onda, fazendo os mesmos entender a relação matemática usada.

Então, passarei para um momento expositivo em que será demonstrada a relação entre velocidade de propagação de uma onda, frequência e comprimento de onda a partir do cálculo da velocidade média e do entendimento dos conceitos anteriores, como período e comprimento de onda.

Fechamento: A aula será encerrada com exercícios de aplicação da equação demonstrada com uso de gráficos.

Recursos: Miniprojetor, computador, *plickers*, *phyphox*, lousa e caneta.

Avaliação: A atividade entregue valerá 1,5 pontos na nota trimestral.

5.3.2 Relato da aula 3

Antes da aula, decidiram realizar uma reunião entre os professores do segundo ano às 11h10min e, com isso, liberar todos os segundos anos. No período de recreio escolar, circulou entre os estudantes essa notícia. Após o recreio, em torno das 10h20min, pedi um minuto de atenção dos alunos da turma para a professora regente naquele momento e procurei comover os mesmos a permanecerem na escola para que tivessem a aula conforme a programação; visto que a reunião não impede a turma deste segundo ano. Nesse momento, a turma ficou dividida entre alunos que se comprometeram permanecer, alguns que estavam em dúvidas e, também, aqueles que afirmaram a não permanência. Dentre esses, percebi que ao sair da sala, a aluna F começou a incentivar a não permanência dos demais.

Ao iniciar a aula, agradei a permanência dos alunos visto que eles não tinham a obrigação de ficar em função da liberação dos alunos por parte da direção. Na sequência, enquanto questionava os alunos sobre quem trouxe os gráficos pedidos na última aula, instalei o projetor e o computador para projetar os *slides* preparados. Metade dos alunos presentes trouxe os *printscreens*, sendo que um destes conseguiu apenas trazer o gráfico referente ao som agudo.

Com a projeção pronta, iniciei a aula interpretando o gráfico obtido no aplicativo através de um *printscreen* tirado por mim referente ao caso agudo, primeiro chamando atenção aos eixos e unidades. Confessei não saber o significado da unidade²⁵ do eixo que indicava a amplitude, que estava na vertical. Ao prosseguir com a explicação, notei a falta da caneta. Por isso, uma aluna se voluntariou a buscar a caneta.

Continuando a explicação, explanei sobre o significado físico da situação, relacionando com o conceito de oscilação visto na aula 1 com auxílio de um desenho na lousa de um corpo oscilando verticalmente. No desenho, fiz a diferenciação da amplitude com o eixo de posição a fim de corrigir uma concepção errada que o aplicativo pode gerar.

Para terminar a explicação, fiz a comparação da situação apresentada no gráfico com as duas animações de ondas longitudinais planejadas para as aulas anteriores. Dessa forma, encaminhei os alunos para a atividade em dupla, trazendo as definições de período e frequência no quadro e pedindo que na folha a ser entregue os alunos justifiquem os raciocínios da coleta de dados. Na atividade, constantemente os alunos pediram auxílio para confirmarem seus raciocínios; para

²⁵ A unidade mostrada no aplicativo como *a.u.* que se refere, na tradução para o português, à unidade arbitrária. Após a aula, o professor Ives me explicou o significado dessa unidade.

perguntar sobre como fazer a justificativa pedida; ou então para definir o tempo a ser retirado do gráfico.

A maioria dos gráficos estava muito próxima de uma função senoidal, o que facilitou coletar o número de voltas. Contudo, um gráfico estava mais difícil de analisar. Apesar de eu sugerir uma análise para os alunos, eles optaram por reproduzir outro gráfico durante a aula. Esse outro gráfico estava mais próximo de uma onda periódica como pedida inicialmente. Entretanto, a curva apresentada havia uma pequena irregularidade ao comparar com uma senoide. Para a análise, pedi para que os alunos fingissem que não havia *essa pequena oscilação* apresentada na irregularidade.

Com relação à dupla de alunos que possuía o gráfico referente ao som agudo, pedi para que eles pedissem emprestado o gráfico referente ao som grave de outro grupo. Entretanto, os demais grupos já haviam concluído a atividade enquanto eles estavam prestes a iniciar o cálculo referente ao caso grave. Por isso e por causa do gasto de tempo maior do que previsto até então, pedi para que eles terminassem em casa e me enviassem uma fotografia através do *WhatsApp*.

A partir disso, fiz a explanação sobre o período com base na análise gráfica, procurando associar com a situação física; por fim, projetei a questão a ser respondida pelos alunos com o sistema de votação. Um aluno relatou não conseguir ler; por isso, focalizei o projetor para o centro da lousa. Outra dificuldade na projeção foi a difícil percepção de um ponto apresentado na questão (Teste IV disponível nos apêndices C) em destaque com uma cor diferente, ficou pouco perceptível, dificultando a interpretação da mesma. Tentei reforçar o ponto com a caneta sobre a projeção; contudo, acredito que pode ter ficado imperceptível para alguns alunos.

As respostas dos alunos foram bastante divergentes com relação à questão apresentada. Encaminhei para que os alunos procurassem se convencer. Alguns alunos naturalmente já procuram um colega e explicam seus raciocínios, enquanto outros acabam se inibindo mais.

Na segunda votação, metade da turma acertou. Entretanto, fiquei surpreso com esse cenário visto que estava esperando uma maior convergência. Conforme julguei necessário, resolvi calmamente a questão e, depois, tentei reforçar a explicação do conceito com o meu plano B, uso da simulação “Onda em Corda”²⁶. No entanto, a explicação pareceu não ser convincente.

Com outra questão, usei novamente o sistema de votação e obtive novamente uma divergência. Encaminhei para a discussão e, em seguida, para a segunda votação. Nesse caso, a discussão não resultou em convergência. Expliquei a questão com calma e continuei para o próximo conceito. A dificuldade surgida nessa questão é em grande parte atribuída à relação pedida entre frequência e período, entretanto, essa relação já foi discutida em aulas anteriores. Isso vai de

²⁶ Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/wave-on-a-string>.

encontro ao proposto pela Instrução pelos Colegas; onde o teste conceitual deve cobrar unicamente o conceito abordado na explanação anterior à votação; sem cobrar a memorização de outras relações anteriores.

No próximo conceito, fiz a explicação sobre comprimento de onda relacionando com o gráfico de direção de deslocamento *versus* direção de propagação. Explanei o significado do gráfico, trazendo o aspecto referente à dimensão temporal instantânea estar implícita. Lembrei da diferença entre ondas longitudinais e transversais com auxílio de um desenho a fim de ressaltar a dificuldade de representar graficamente uma onda longitudinal nesse gráfico. Ainda trouxe o conceito de pontos em fase e as nomenclaturas crista e vale antes da votação.

Após a explanação, passei uma questão conceitual e fiz a votação; obtendo novamente uma divergência e, por isso, encaminhei para a discussão. Durante as discussões, consegui perceber as dificuldades dos alunos que erraram: confundindo comprimento de onda com amplitude e atribuindo o comprimento de onda como a metade do valor devido. Após a explanação, as respostas se concentraram em duas alternativas. Essa divergência é devido ao tamanho da projeção e escolha inadequada das imagens entre essas alternativas, visto que conforme estavam projetadas as duas respostas eram plausíveis.

Durante a aula, tive vários erros relacionados à tecnologia, como se esquecer de aumentar o brilho do projetor e deixar pequena a projeção na lousa e, às vezes, de pedir para desligar a luz quando fizesse alguma explicação com base em uma imagem projetada; em alguns momentos também escrevi por cima da projeção. Além disso, uma das questões possuía um ponto verde que não estava visível, necessitando que eu desenhasse o ponto no quadro sobre a projeção. Inclusive, esse último erro poderia ter sido corrigido com o aumento do brilho da projeção no início da aula.

Além desses erros, acabei esquecendo-se de conferir um artefato usual antes de iniciar a aula: a caneta. Atribuo a isso um pouco a preocupação de que estava com relação às demais tecnologias. Apesar disso, acredito que houve alguma evolução com relação à tecnologia em comparação à aula passada. A

Além disso, fiz muitos ensaios para não cometer alguns erros em alguns aspectos nesta aula; por exemplo, em relação aos *pickers*. Por isso, acredito que para a minha formação, a aula me deu uma segurança com relação a esses aspectos e, também, consegui perceber outros detalhes relacionados aos meus erros que ao se repetirem durante minha profissão, já saberei algumas alternativas. Por exemplo, poderia ter afastado o projetor e dividido o quadro em duas partes: uma parte com projeção e a outra sem. Dessa forma, solucionaria o problema do tamanho da projeção e também evitaria escrever sobre a mesma. Também, posso tentar mais combinações entre cortinas

fechadas e luzes acesas a fim de que a projeção se torne clara. Certamente, gastar mais cinco minutos para ajustar todos esses detalhes trará retornos durante o resto da aula em função da fluidez que a mesma terá depois.

Para os estudantes, acredito que a aula não trouxe a aprendizagem de boa parte do conteúdo que foi planejado. Entretanto, penso que toda aula estimula os alunos a discutirem sobre o conteúdo e mostra uma visão diferente tradicional de ensino traz uma pequena contribuição a todo sujeito. Além disso, foi notado que em alguns momentos os alunos participaram efetivamente com raciocínios justificando as respostas escolhidas na Instrução pelos Colegas; principalmente na discussão sobre o comprimento de onda. Foi positivo também que consegui manter uma relação próxima com os alunos e, mesmo assim, mantendo o respeito mútuo.

5.4 Aula 4 - Revisão e Velocidade da Onda

Data: 12/11/2019

Horário: 11h10min às 12h40min

Horas-aula: 2

Alunos Presentes: 23

Sala: sala de aula

5.4.1 Plano da aula 4

Conteúdos: onda: natureza ondulatória e tipos de propagação; velocidade da onda e Intensidade ondulatória.

Objetivos de ensino: Revisar comprimento de onda, amplitude, ondas transversais e longitudinais e ondas mecânicas e eletromagnéticas; convencer os alunos da relação entre comprimento de onda, frequência e velocidade de uma onda, associando com o cálculo genérico de uma velocidade média; definir a intensidade de uma onda; e enfatizar a propagação radial e esférica das ondas sonoras;

Atividade Inicial: Em um primeiro momento, atualizarei os alunos com o cronograma para as próximas aulas e as avaliações, buscando alertar aqueles que não estão fazendo as atividades e motivar os que estão.

Devido ao considerável número de faltas das aulas anteriores, será realizada uma revisão rapidamente com os principais conceitos vistos através de *slides*. Iniciando com a diferença entre ondas eletromagnéticas e mecânicas, passarei para a revisão de ondas longitudinais e transversais e,

por fim, apresentarei uma onda transversal se propagando através do espaço a fim de revisar amplitude e comprimento de onda.

Depois dessa revisão, lembrarei da atividade proposta na aula passada em que os alunos calcularam a frequência de sons agudo e grave. Em função dos erros apresentados na atividade, explicarei rapidamente como eles poderiam ter resolvido a atividade. Na verdade, o principal erro apresentado foi ignorar o prefixo *mili* na unidade do tempo. Nesse momento, o projetor ainda estará ligado e auxiliará apresentando o gráfico em uma metade do quadro enquanto o cálculo é realizado na outra metade.

Ao desligar o projetor, questionarei os alunos sobre a possibilidade de encontrar valores de frequências iguais para sons agudo e grave a fim de ressaltar que a frequência deve ser diferente. A partir disso, farei a seguinte pergunta para a turma: "*o que deve ser comum entre o som agudo e o som grave?*". buscando incentivar os alunos a responderem e mediando sempre que necessário. O objetivo é chegar ao fim da discussão no conceito de velocidade de propagação da onda.

Desenvolvimento: Ao chegar ao conceito de velocidade de propagação da onda e com o auxílio de um desenho de uma onda se propagando indicando o sentido, vou apresentar a matemática envolvida relacionando a definição de velocidade com a equação comumente vista em ondas para essa grandeza. Acredito que a interpretação física central nessa demonstração é a de que a distância percorrida pela onda durante um período é um comprimento de onda. Por isso, será ressaltada essa interpretação durante a demonstração. Além disso, deve-se ressaltar as unidades envolvidas a fim de estabelecer outra conexão com a definição de velocidade da cinemática.

Em seguida, farei dois exemplos: o primeiro utilizando um gráfico da atividade da aula anterior e calcularei o comprimento de onda da onda sonora produzida e o segundo será a partir de um gráfico de deslocamento por direção de propagação com o enunciado fornecendo frequência e pedindo a velocidade de propagação da onda.

Após os exemplos, entregarei uma lista com quatro exercícios envolvendo a equação apresentada direcionando os alunos a fazerem em casa. Justificarei que isso é preciso para que haja tempo de realizar a atividade com o sinal da escola na aula posterior e incentivarei para que eles tentem. Argumentarei ainda que saber usar essa equação auxilia a entender muitos fenômenos que envolvem as ondas.

Com isso, iniciarei um segundo momento da aula onde introduzirei a discussão sobre o sinal da escola e perguntarei "*quais características físicas vocês atribuiriam ao som do sinal da escola?*". Vou procurar estabelecer uma discussão coletiva, mediando com o objetivo de que os alunos tragam termos como *som forte*. A partir da discussão, vou afirmar que uma quantidade importante para avaliar o sinal da escola está relacionada à intensidade da onda e, dessa forma, relacionar essa grandeza com os termos *fortes e fracos*.

Com auxílio da projeção, interpretarei a imagem 1²⁷ e afirmarei que a intensidade vai diminuindo com a distância a partir da ideia que a energia se distribui em uma área maior, conforme a figura permite analisar. Reforçarei o raciocínio com a imagem 2²⁸ para então definir a intensidade em termos da energia, da área e do intervalo de tempo. Apresentarei a relação também do conceito de potência e farei a associação na equação. Ainda, farei um exemplo numérico ressaltando a relação entre área e potência.

Fechamento: Para finalizar, usarei os *plickers* e, espero, encaminhar para a discussão a fim de que os alunos se auxiliem. Por último, direcionarei para a TL onde é discutido o espectro sonoro e a escala decibel.

Recursos: Miniprojetor, computador, *plickers*, *slides*, imagens 1 e 2, lousa e caneta.

Avaliações: A lista de exercícios entregue vale 1,5 pontos na nota trimestral e deve ser entregue até o dia 26 de novembro.

5.4.2 Relato da aula 4

Ao chegar à sala, instalei o projetor enquanto interagira com os alunos e, depois, fiz a chamada. Notei que os alunos estavam muito inquietos. Após a chamada, uma aluna me chamou para tirar dúvidas sobre a atividade da aula passada em função da mesma não ter ido à aula. Fiz uma breve explicação e pedi para ela aguardar que eu faria uma explicação coletiva sobre isso a seguir.

Continuando, relatei a eles sobre as datas finais da escola e a consequente modificação no cronograma da disciplina. Com isso, mostrei o novo cronograma para eles em uma tabela. Aproveitei para esclarecer novamente as avaliações e sistematizar os critérios de participação, visto

²⁷ Disponível em:

<http://fisicaevestibular.com.br/novo/wp-content/uploads/migracao/ondulatoria/qualidades/i_3b8aacba9677e3db_html_4167d93e.png>.

²⁸ Disponível em:

<<https://static.mundoeducacao.bol.uol.com.br/mundoeducacao/2019/09/intensidade-do-som-e-distancia.jpg>>.

que não havia realizado isso na primeira aula. Reforcei sobre a próxima avaliação também de que estarei disponível para ajudar nas questões o máximo que precisar; entretanto, a pessoa que copiar as respostas de outra pessoa será prejudicada significativamente na nota.

Dessa forma, disse que em função do grande número de ausências nas últimas aulas, planejei uma breve revisão dos principais tópicos vistos. Primeiro, comparei as ondas transversais e longitudinais, lembrando da definição das mesmas. No próximo *slide*, comparei as ondas mecânicas com as ondas eletromagnéticas; dizendo inicialmente que algumas ondas precisam de um meio material e outras não. Centralizei a explicação nessa ideia, trazendo três exemplos abordados um a um: com ondas em mola, corda e o som e justificando que essas ondas precisam de seus meios. Sobre este, havia uma imagem no *slide* em que se destacava a compressão e rarefação das moléculas de ar. Complementei a explicação trazendo a necessidade das moléculas para a propagação do som; visto que a imagem poderia auxiliar nesse entendimento.

Na imagem das ondas eletromagnéticas, havia vários exemplos dos quais me esqueci de comentar. A seguir, com uma imagem de uma onda transversal se propagando, lembrei dos conceitos de amplitude e comprimento de onda, buscando diferenciá-los. Em algumas situações durante o uso da projeção, coloquei a garrafa de água pessoal na mesa do professor, atrapalhando a projeção. Isso causava uma ligeira dispersão nos alunos. Ao perceber essa dispersão, ligeiramente retirava a garrafa.

No último *slide*, apresentei um gráfico da atividade da aula anterior que foi entregue por um dos alunos. Entretanto, a imagem não estava totalmente nítida. Por isso, desenhei por cima do gráfico rapidamente com a caneta e, ao desligar o projetor, pedi para que ligassem a luz para que eu continuasse a aula na lousa.

A partir do gráfico, expliquei como deveria ser realizada a atividade; enfatizando inicialmente a interpretação física da situação e a contagem do número de oscilações. Em seguida, aponte o erro mais repetido na atividade entregue pelos alunos presentes, relativo ao prefixo *mili*. Por isso, chamei atenção a esse prefixo e sugeri maneiras de operá-lo numericamente.

Ao terminar a explicação, alguns alunos fizeram bastantes perguntas. Busquei atendê-los e esclarecer as dúvidas. Enquanto isso, os demais se dispersaram. Ao tentar retomar a aula com a discussão do que há em comum entre os sons produzidos, tive bastante dificuldade de retomar a atenção. Inicialmente, apenas alguns participaram da discussão. Após um tempo de tumulto, os demais se atentaram à discussão também. Entretanto, não consegui levar até o conceito de velocidade com a pergunta; e precisei direcionar ao conceito.

Em seguida, questionei se os alunos lembravam de alguma coisa da cinemática e o líder de turma, o aluno G, já respondeu com tom de voz elevado que não lembra nada. Por isso, busquei acalmar dizendo que vou usar algo que eles já conhecem e chegar à velocidade da onda. Portanto, perguntei qual a velocidade que o ônibus dos alunos anda. Com isso, foi gerado um tumulto a partir das respostas e comentários de alguns dos alunos. Buscando acalmá-los, chamei atenção a uma das respostas e usei. Na resposta, o aluno tinha dito “30” e, de imediato, perguntei “o quê?”, recebendo como resposta “*km/h*”.

Colocando a velocidade com as unidades em forma de fração explicitamente, perguntei o quê aquelas unidades medem. Surgiram nas respostas dos alunos termos relacionados à distância e tempo. Com isso, apontei as grandezas distância e intervalo de tempo para, respectivamente, o numerador e denominador da fração; por fim, escrevi novamente a velocidade em termos dessas duas grandezas e expliquei o significado de intervalo de tempo buscando diferenciar do horário.

Escrevendo rapidamente um gráfico bidimensional de direções espaciais para representar uma onda, questionei os alunos qual a distância que uma onda percorre em um período. Enquanto eles pensavam e sussurravam algumas respostas, inclusive comprimento de onda, escrevi na lousa *a distância que uma onda percorre em um período é* para complementar a seguir. Voltei para a questão e; após algum silêncio, afirmei que essa distância é o comprimento de onda e, ao terminar de escrever a sentença, relatei com a definição de velocidade.

Continuei a dedução matemática usando a relação matemática inversa entre frequência e período e, por fim, retomei as unidades no SI de cada grandeza. Ao terminar, apaguei o quadro deixando apenas a equação da velocidade relacionada com a frequência e comprimento de onda; e copiei um exemplo em que propunha calcular o comprimento de onda do gráfico usado pelo aluno em que foi calculada a frequência no início da aula e encontrado o valor de 400 Hz.

Ao apresentar o valor de velocidade de propagação no ar, realizei comentários sobre a dificuldade de um veículo obter essa velocidade. Dessa forma, fiz o cálculo do exemplo passo a passo. Após terminar esse exemplo, entreguei a lista de exercícios aos alunos a ser entregue por eles no dia 26 de novembro.

Depois, copiei outro exemplo em que havia um gráfico com eixos de dimensões espaciais e uma onda representada, com vários pontos indicados. O enunciado forneceu a frequência da onda e pedia a velocidade de propagação. Os alunos tiveram dificuldade de identificar o valor do comprimento de onda. Muitos deles conversaram entre si e argumentaram as suas escolhas, embora equivocadas em alguns dos casos.

Quando percebi que muitos já haviam realizado o exercício, resolvi na lousa o mesmo. Em função da dificuldade com a identificação do comprimento de onda, busquei associar com outras oscilações com auxílio de desenhos, como no movimento circular uniforme e do pêndulo.

Após resolver, o professor titular questionou se o valor encontrado, de 12 m/s, poderia ser a velocidade do som. Alguns alunos responderam de imediato que não. Lembrei que o valor apresentado anteriormente se referia à propagação no ar e que, em outros meios, a velocidade é diferente.

Nesse momento, os alunos já estavam guardando os seus materiais. Pedi para eles esperarem um pouco e entreguei a tarefa de leitura aos alunos, orientando os mesmos sobre o envio das respostas.

Para melhorar, acredito que poderia acrescentar na aula uma representação de uma onda sonora a fim de visualizar o significado do valor do comprimento de onda encontrado no primeiro exemplo de aplicação da equação da velocidade da onda. De uma maneira geral, acredito que obtive muitos progressos nessa aula, visto que encontrei um ritmo de conteúdo em que consegui manter os alunos engajados durante a aula e ter agilidade nas instalações necessárias durante a aula.

Portanto, apesar da aula carecer de contextualização inicial, visto que essa aula foi formulada durante a aplicação da unidade didática em função das demandas surgidas e descritas anteriormente, e de não ser possível finalizar o que foi planejado; acredito que foi uma aula positiva na medida em que consegui fazer as explicações dos conteúdos novos relacionando os mesmos com os subsunçores dos alunos, como o conceito de oscilação formulado nas aulas anteriores e, também, o conceito intuitivo de velocidade.

5.5 Aula 5 - Sinal da Escola

Data: 19/11/2019

Horário: 11h10min às 12h15min

Horas-aula: 1²⁹

Alunos Presentes: 15

Sala: sala de aula

5.5.1 Plano da aula 5

Conteúdo: Intensidade da onda, níveis sonoros, escala decibel e altura do som

²⁹ Apesar de o período terminar 12h e contabilizar a aula com um período, excedi 15 minutos.

Objetivos de ensino: Definir a intensidade de uma onda; Enfatizar a propagação radial das ondas sonoras; Relacionar a Altura do som com a frequência da onda sonora; apresentar a escala decibel; e definir níveis de intensidade sonora.

Atividade Inicial: A aula será iniciada a partir do segundo momento previsto da aula 4 onde há uma discussão a partir da pergunta *Quais características físicas vocês atribuem ao som da escola?*. Pretendo explanar no fim da discussão sobre a necessidade de conhecer a intensidade do som sinal e da frequência do mesmo.

Para fazer a análise das características do sinal, planejo discutir e explicar essas características durante a aula e, ao se aproximar do sinal do intervalo, vou convidar a turma para se dirigir em um local mais próximo do sinal e captar essas características através do *phyphox* para que continuar a aula com esses valores. Vou expor inicialmente esse planejamento aos discentes; orientando o que será realizado.

Para orientar, vou mostrar a imagem 3³⁰ onde há um gráfico em que é mostrada a região entre o limiar de audição e o limiar de dor cujos eixos são intensidade, em decibéis, e frequência em Hz. A partir desse gráfico, vou propor coletar a frequência e a intensidade para descobrir onde o sinal da escola se encaixa nessa região. Para isso, responsabilizarei três alunos para a medição de frequência e outros três para a medição de intensidade, explicando a função necessária³¹ para isso e como proceder.

Desenvolvimento: Após essas orientações, iniciarei a discussão sobre o conceito de intensidade; atribuindo inicialmente a relação dessa grandeza com os termos "*forte*" e "*fraco*" e interpretando a imagem 1 e a imagem 2, conforme previsto na aula anterior. O objetivo dessa interpretação é ressaltar a propagação radial do som e a diminuição da concentração de energia na medida em que o som se propaga. Com isso, pretendo definir na lousa a intensidade; discutindo o conceito de potência a partir de exemplos cotidianos e reforçando as unidades. Nesse momento, os alunos já tiveram contato na TL com a unidade Watt. Após um exemplo numérico da relação entre intensidade, potência e área; continuarei apresentando testes conceituais (Teste VIII e X) e executando os demais passos da Instrução pelos Colegas

³⁰ Disponível em: <<https://i2.wp.com/renataquartieri.com/wp-content/uploads/2018/07/1366.png>>.

³¹ Lembrando que muitos alunos já possuem em seus celulares o aplicativo *phyphox*. O mesmo será utilizado nessa coleta com as funções *Autocorrelação do Som* e *Amplitude do Áudio*,

Na sequência, vou projetar algumas respostas da tarefa de leitura referente à terceira pergunta, onde questionei “o que é som alto?”. Primeiro, mostrarei rapidamente as respostas com erros apresentados por mais de um aluno. Questionarei a turma sobre a resposta a fim de que consiga trazer palavras dos alunos para a explicação. Por fim, mostrarei as respostas adequadas e relacionarei a altura do som com a sua frequência.

Em seguida, mostrei a imagem do livro didático na projeção em que é mostrado o espectro audível do ser humano e de outros animais. A partir disso, responderei à segunda pergunta da TL. Mostrarei alguma resposta parcialmente errada que traga elementos para discussão e questionarei a turma novamente sobre a resposta. Para finalizar, mostrarei a imagem da TL em que é indicado, entre outros aspectos, que o espectro do som produzido pelo morcego tem uma pequena interseção com o espectro audível humano.

A seguir, lembrarei da definição de intensidade com auxílio da lousa e das unidades utilizadas. Argumentarei a necessidade de outra unidade para essa grandeza para as percepções humanas do som. Com isso, vou construir rapidamente uma tabela de duas colunas comparando a intensidade no SI e em decibéis, desde 0 dB até 120 decibéis; apresentando no máximo dez valores.

Em seguida, projetarei a tabela do livro didático que contém, além do mostrado por mim, situações cotidianas referentes àquelas intensidades. Com auxílio dessa tabela, reforçarei o caráter logarítmico da escala decibel, indicando a enorme diferença de intensidade entre valores próximos dentro da escala.

Fechamento: Após a explicação e a coleta, que deve ter sido realizada em algum momento da aula, haverá uma breve discussão sobre os valores obtidos, indicando o local em que o sinal da escola está no gráfico. Caso não seja possível fazer a coleta, solicitarei para que alguns alunos façam isso em outro momento, por exemplo, na entrada ou no recreio; e usarei dados coletados anteriormente por mim para fazer a discussão.

Recursos: Miniprojetor, computador, *slides*, imagem 3, celular, lousa e caneta.

Avaliações: A tarefa de leitura vale um ponto trimestral.

5.5.2 Relato da aula 5

Em função de um acidente doméstico, a professora responsável pelo segundo período com a turma precisou se ausentar e, por consequência, um dos períodos de física foi alterado para esse horário. Visto que eu não estava presente na escola ainda, o professor de física titular assumiu a aula e aproveitou para conversar com os alunos sobre a TL. Por consequência, os alunos estariam liberados às 11h10min. Por isso, o professor procurou convencê-los a permanecerem nos períodos finais. Cerca de metade dos alunos se comprometeu em permanecer.

Devido ao tempo encurtado e à curiosidade dos alunos em relação aos decibéis, manifestada tanto na tarefa de leitura quanto na conversa com o professor A anteriormente, decidi transferir a discussão sobre altura do som para a próxima aula e centralizar a aula na explicação de intensidade.

No início da aula, às 11h10min, enquanto apagava o quadro, perguntei aos alunos como eles caracterizariam o sinal da escola. Entre os termos surgidos, estavam “*agudo*”, “*alto*” e “*extenso*”. Aproveitei para relacionar os dois primeiros termos de forma dialogada. Em seguida, procurei persuadir através da explanação que há outra característica importante para analisar o sinal na qual há relação com os termos “*som forte*” e “*volume alto*” que podem ser atribuídos ao sinal da escola. Nesse momento, um dos alunos comentou que o som do sinal desta escola ao ser ouvido no Israelita não é forte. Confirmando o seu comentário, expliquei que a intensidade do som diminui com a distância, prometendo aprofundar a explicação.

Dessa forma, introduzi a grandeza física *intensidade da onda* de forma expositiva onde em um primeiro momento fiz a generalização como uma característica associada a toda onda para depois afirmar que, no caso do som, indica se ele é forte ou fraco. Continuando, perguntei quais as propriedades que uma onda tem e obtive respostas como “*frequência*” e “*velocidade*”. Enquanto isso, fiz um desenho de duas ondas transversais cuja diferença era na amplitude. Prosseguindo com a explanação, afirmei que a característica determinante na intensidade da onda é a amplitude. Para exemplificar, usei o caso do sinal da escola e explanei sobre a diminuição de amplitude na propagação da onda sonora até chegar ao Israelita e a consequente diminuição da amplitude.

Posteriormente, instalei rapidamente o projetor para a parte da lousa que estava limpa. Com auxílio da projeção e das imagens, procurei enfatizar a propagação radial das ondas sonoras e da distribuição de energia em áreas maiores ao se distanciar da fonte; usando termos como *concentração* e *diluição* para passar a ideia de intensidade.

Ao desligar o projetor e retornar à lousa, fiz a definição de intensidade em termos de energia, área e intervalo de tempo; chamando atenção às unidades. Em geral, os alunos

demonstraram lembrar-se da unidade de energia. Nessa definição, fiz um desenho para auxiliar onde representei um sinal como fonte sonora e dois círculos com centros no sinal e de raios diferentes que representaram a propagação da onda. Vinculando à definição, expliquei que o círculo pequeno possui a mesma energia que o círculo maior; embora tenha uma intensidade maior visto que a energia está distribuída em uma área menor.

Em seguida, abri um parêntese apresentando a definição de potência. Nesse momento, além de afirmar que eles utilizarão esse conceito no próximo ano, fiz associações com aparelhos elétricos, como ventilador, cafeteira e chuveiro; questionando qual unidade é dita a potência desses aparelhos. Um dos alunos respondeu “*Watts*”. Por fim, defini essa unidade em termos das unidades de energia e intervalo de tempo.

Após essa observação, voltei à definição de intensidade e apresentei, conforme estava na tarefa de leitura, em termos da potência e da área; justificando à maior praticidade dessa definição, visto que ao falarmos de energia que chega a um local, é importante saber o tempo que isso acontece e, com o uso da grandeza potência, não há essa preocupação. Por fim, apresentei a unidade para medir a intensidade; conforme foi vista pelos discentes na TL.

Ao fim da explicação, um aluno perguntou se uma partícula no círculo menor receberia mais energia do que uma partícula no círculo maior. Ao responder a pergunta, aproveitei para associar novamente à intensidade com uma *concentração de energia*. Nessa associação, afirmei que apesar da energia total recebida pelos dois círculos ser a mesma, o círculo de área menor vai ter uma concentração de energia ou intensidade maior do que a do outro círculo; e por isso, ao analisar em um ponto, a energia é maior.

Prosseguindo a aula, passei um exemplo onde pedi a intensidade recebida por uma placa ao receber luz de uma lâmpada. Furneci um tempo para os alunos fazerem; chamando atenção que é interessante que eles tentem fazer, visto que muitos alunos ainda não haviam pegado o caderno. A maioria dos alunos buscou fazer. Ao notar que esses já haviam terminado, resolvi o exemplo na lousa; chamando atenção para as unidades no SI.

Na continuação da aula, realizei um teste conceitual com os *plickers* e a metade da turma acertou. Portanto, encaminhei para a discussão entre os alunos; de imediato, alguns já procuraram colegas com respostas distintas e apresentaram seus argumentos. Havia argumentos não baseados em conceitos físicos e, também, baseados nos conceitos apresentados.

Por fim, fiz a votação novamente, obtendo 71% de acertos, e resolvi a questão com auxílio de um desenho na lousa. Considerei o nível de acertos como baixo e, portanto, julguei necessário realizar outra questão sobre o conceito. Expliquei a nova questão e encaminhei para os alunos

decidirem suas respostas. Um grupo de alunos, o qual estava mais disperso durante a aula em relação aos outros, questionou a alternativa certa da questão anterior. Após respondê-los, expliquei novamente a próxima questão.

Enquanto alguns alunos estavam raciocinando, um dos alunos apontou não entender a questão. Fui até o mesmo e expliquei novamente. Voltei para a projeção e reformulei, com palavras diferentes, o que a questão pedia a fim de que os demais alunos conseguissem interpretar corretamente e dessa forma fosse cobrado apenas o entendimento conceitual.

Nessa questão, onde atribuo uma dificuldade maior em relação à primeira, cerca de 60% da turma acertou. Nesse cenário, encaminhei novamente para a discussão; onde foram apresentados bastantes argumentos e raciocínios. Uma aluna, inclusive, associou o conceito de intensidade com pressão, visto que ambos distribuem *algo* em uma área. Na segunda votação, cerca de 80% dos alunos acertaram. Com isso, fiz a explicação, resolvendo a questão.

Enquanto eu fiz a segunda votação, o sinal da escola tocou, visto que já eram 12h, horário em que foi combinado verbalmente com os alunos permanentes em que a aula acabaria. Apesar disso, pedi mais 15 minutos para que fosse possível explicar os decibéis. Alguns alunos pleitearam por 10 minutos apenas. Prometi tentar fazer a explanação com esse tempo.

Com isso, primeiro justifiquei a necessidade do uso de uma escala para o ouvido humano em função dos valores de intensidade limites de audição; colocando os mesmos na lousa. Dessa forma, expliquei que a escala decibel é uma grandeza fisiológica em que é indicado o nível de intensidade enquanto a intensidade sonora medida no SI é uma grandeza propriamente física.

A partir disso, fiz uma tabela com duas colunas comparando valores em decibéis os respectivos valores da intensidade sonora no SI; procurando mostrar a seguinte lógica logarítmica da escala: a cada dezena acrescida na escala em decibéis, a intensidade aumenta em 10 vezes. Também comentei sobre a curiosidade de que há cada 3 dB, a intensidade praticamente dobra, independente do ponto da escala. Apresentei os valores de intensidade da questão da tarefa de leitura a partir da lógica apresentada anteriormente.

Por fim, apresentei a definição da escala em termos do logaritmo visto que alguns alunos mostraram interesse no cálculo. Reforcei que o meu objetivo é que eles entendessem a lógica na escala; e não necessariamente o cálculo do logaritmo. Por volta de 12h10min, cerca de três alunos saíram de sala. Mesmo assim, terminei a explicação, visto que a maioria permaneceu.

Analisando a aula, há um aspecto preocupante no que se refere à segunda situação em que a turma é reduzida a cerca da metade por motivos extraclasse. Isso me preocupa visto que muitos

alunos optaram por sair nas duas aulas. Por outro lado, fico de certa forma contente visto que muitos alunos se engajaram com as aulas; mostrando interesse e curiosidade durante as mesmas.

Acredito que no exemplo posterior à explicação de intensidade deveria usar outros dados; visto que os dados usados desvincularam o problema com a realidade, restringindo o mesmo à aplicação desses dados na equação apresentada anteriormente. No restante, considero que consegui acertar em pontos como: um quadro legível e bem apresentado, agilidade nas instalações, iluminação adequada, bom encaminhamento para as discussões na IpC e principalmente, conseguir realizar as explanações de forma clara e atento às reações dos alunos, além de obter a atenção e o interesse dos mesmos.

5.6 Aula 6 - Discussão da TL 2

Data: **22/11/2019**

Horário: 11h10min às 12h40min

Horas-aula: uma

Alunos Presentes: vinte e cinco

5.6.1 Plano da aula 6

Conteúdo: Intensidade da onda, níveis sonoros, escala decibel e altura do som.

Objetivos de ensino: Revisar Intensidade da Onda; revisar os níveis de intensidade sonora; relacionar os níveis de intensidade sonora com situações cotidianas; relacionar a Altura do som com a frequência da onda sonora; e praticar a definição de intensidade sonora e a sua relação com a escala decibel;

Atividade Inicial: Em função do esvaziamento da aula anterior, julgo necessário iniciar a aula revisando o conceito de intensidade e procurando relacionar em seguida com a TL II. Portanto, farei uma revisão com auxílio de animações³² e as imagens 1 e 2; enfatizando a propagação radial das ondas sonoras e de como a energia se distribui em uma área maior conforme se distancia da fonte.

Desenvolvimento: Após passar essa ideia sobre a intensidade, definirei a mesma em termos da potência e da área, apresentando as unidades no mesmo *slide*. Com essa definição, justificarei a

³² Disponíveis em:

<https://www.reddit.com/r/educationalgifs/comments/20p2m3/monopole_radiation_sound_field_eg_boxed/> e
<http://38.media.tumblr.com/tumblr_m8kezartMUIqf3sji.gif>.

necessidade de usar uma escala diferente para a percepção humana, iniciando a discussão da escala decibéis.

Com auxílio da tabela disponível na aula 6 do Apêndice F mostrarei a lógica da escala decibel, onde a cada acréscimo de dez unidades nesta unidade, a intensidade sonora no SI passará a ser 10 vezes maior. A tabela auxiliará também na medida em que apresenta situações das respectivas intensidades.

A seguir, com as respostas da TL, farei a discussão da altura do som; como descrito no plano anterior. De acordo com o mesmo plano, discutirei a segunda questão da TL. Na sequência, passarei um *slide* sintetizando em uma tabela as relações da frequência e amplitude respectivamente com altura e intensidade do som; assim como os termos altura e som forte ou fraco usuais.

Fechamento:

Por fim, analisarei a região audível através da imagem 3 e encaminharei para a resolução de exercícios

Recursos: Projetor, lousa e caneta.

Avaliação: os exercícios somam como participação, valendo 0,5 pontos no trimestre.

5.6.2 Relato da aula 6

Data: 22/11/2019

Após o recreio, iniciou no pátio da escola uma competição de bexigas de água entre os terceiros anos. A mesma estava chamando muito atenção dos demais alunos da escola, principalmente os alunos de segundo ano que possuem a sala em frente ao pátio. Após montar a projeção, esperei cerca de 10 minutos enquanto a maioria dos alunos assistia. Quando percebi que a euforia inicial do evento passou, avisei os alunos que começaria a aula naquele instante; eles entraram de imediato na sala de aula.

No início, os alunos estavam muito agitados. Fiquei parado em frente à sala esperando que me ouvissem. Rapidamente, as conversas se interromperam. Primeiro, procurei interagir com eles conversando sobre o que estava acontecendo no pátio; dando a palavra para eles e, depois, encerrando essa conversa ao dizer que eles terão a oportunidade de fazer isso no próximo ano.

Dessa forma, iniciei a explanação em que planejei revisar o conceito de intensidade. Primeiro, lembrei de como o som se propaga com auxílio dos *gifs* e das imagens representando as compressões e rarefações ocorridas nas moléculas do ar. Em seguida, pensando em outras ondas além do som, procurei interpretar o conceito de intensidade; associando com energia e potência. Nesse momento, expliquei o conceito de potência como uma taxa de energia e dei exemplos numéricos de potência aproximada de alguns equipamentos, como o chuveiro elétrico. Através desses valores, fiz interpretações como *em um chuveiro de 5000 W, a cada segundo, a energia consumida é de 5000 J*

Em seguida, justifiquei a necessidade de uma escala fisiológica por causa dos valores de intensidade no SI de limiar da audição humana e o limiar da dor. Outra justificativa usada foi a conversão do nosso sistema de audição em outra escala. Com isso, apresentei a tabela com valores de intensidade no SI, seus níveis de intensidade em decibéis e a situação referida. Nisso, procurei explicar novamente o comportamento da escala com relação à variação da intensidade conforme dito no plano. Enquanto estava abordando as situações, os alunos do fundo se dispersam significativamente. Apresentei apenas três situações, prometendo ao fim enviar a tabela no grupo.

Partindo para o próximo assunto, apresentei a questão da TL em que questionei “*o que é um som alto?*” e uma resposta enviada por uma aluna; que relacionou um som alto com som agudo a partir de 20000 Hz. Inclusive, essa aluna, a aluna D, se identificou e acabou participando da discussão da aula em momentos posteriores.

Quando apresentei a questão, tentei instigar os alunos se havia algum elemento na questão que estava inexato. Um dos alunos perguntou se precisa ser o valor de frequência mencionado. Aproveitando a sua pergunta, explanei sobre a definição de altura do som onde a frequência alta pode ser relativa; dizendo que para um morcego aquilo não é necessariamente alto. Aproveitei a tabela disponível em outro *slide* para mostrar o espectro audível pelo morcego.

Após a explicação, a aluna D questionou sobre a relação entre altura do som e os decibéis e, quase junto, o aluno C perguntou se a altura não está relacionada com amplitude. A fim de responder às duas perguntas, procurei dar uma visão geral da aula novamente, afirmando estávamos analisando duas características do som, intensidade e altura do som, e que os decibéis eram uma parte referente à intensidade que não tem relação com a altura. Seguindo a explicação, utilizei uma imagem com uma representação de um som alto e um som baixo a fim de analisar visualmente que a diferença está na frequência; e não na amplitude. Continuando, afirmei que a amplitude está relacionada com a intensidade, visto que um som que oscila com uma amplitude maior tem mais

energia. Finalizei com uma tabela planejada para o fim da aula para sintetizar essas informações em que mostrava resumidamente essas relações.

Aproveitando que o assunto envolvia frequência, conectei com a pergunta se o morcego nos ouviria. Mostrei a tabela que estava na tarefa de leitura; interpretando a mesma e respondendo à questão. Ao terminar, perguntei se havia ficado alguma dúvida e Paulo me questionou sobre a pergunta dos decibéis. Usando o comportamento apresentado no início da aula, parti da intensidade de 30 dB; somando de dezena em dezena no nível sonoro enquanto multipliquei a intensidade por 10 em cada dezena somada de decibéis até chegar em 60 dB.

Ao terminar de responder à questão, questionei novamente se havia ficado alguma dúvida ainda. Por fim, entreguei uma lista de exercícios para os alunos com auxílio de um deles. Restavam ainda apenas 10 minutos. Apenas o aluno C conseguiu concluir e me entregar. No fim da aula, quando ele entregou, questionou para mim se havia influência do comprimento de onda ou da frequência na intensidade da onda. Seu questionamento surge, acredito, em função de uma das questões da lista. Devido ao interesse dele por Física, além de responder, associei com o conceito de *quantum*.

Analisando, a aula teve uma baixa participação dos alunos. Acredito que, devido à desconexão com o período anterior, a aula ficou descontextualizada. Além disso, acredito que a temperatura ambiente no dia³³ e o cansaço físico que alguns alunos estavam, que era nítido de perceber, prejudicaram o andamento da aula.

De positivo aos alunos, tenho a impressão que pelo menos um terço deles conseguiu entender sobre o assunto explanado. Como aprendizado para mim, é a necessidade de fazer uma “*recontextualização*” em algumas situações. Caso tivesse feito, poderia conseguir engajar mais uma parcela do alunado. Além disso, chama atenção ao caráter motivacional das TL, visto que muitas curiosidades dos alunos surgiram com base na mesma. Inclusive, quando apresentei a resposta da aluna D, a mesma passou a se interessar mais pela aula; mostrando a chance de despertar um estudante para a aula ao valorizar a sua tarefa.

5.7 Aula 7 - Que situação é essa?

Data: 26/11/2019

Horário: 8h20min às 10h

Horas-aula: 2

³³A temperatura havia superado os 30°C.

Alunos Presentes: 28

Sala: sala de vídeo

5.7.1 Plano da aula 7

Conteúdo: Efeito Doppler: Interpretação do fenômeno e a formulação matemática para a frequência percebida.

Objetivos de ensino: Interpretar fisicamente o fenômeno de Efeito Doppler; definir Efeito Doppler; apresentar a equação para quantificar a frequência percebida no Efeito Doppler; associar a Física envolvida nos distintos casos de Efeito Doppler com a equação apresentada; e reforçar os conceitos de frentes de onda;

Atividade Inicial: Primeiro, vou explicar aos alunos que, em seguida, reproduzirei um áudio referente a um vídeo onde tem uma fonte sonora em uma determinada situação. O objetivo dos estudantes será tentar perceber o que acontece com o som que será transmitido procurando, assim, palpitar qual situação está acontecendo.

Explicado o objetivo, será transmitido o áudio do vídeo ³⁴ entre os instantes 1min20 e 1min35 onde um carro com a buzina acionada passando pela câmera que capta o vídeo. Após o vídeo, questionarei se alguém sabe arriscar a situação envolvida, abrindo para discussão. Espero que a maioria dos alunos identifique corretamente a situação.

Caso alguns alunos ainda não perceberam a situação do vídeo, reproduzirei o vídeo da mesma forma novamente e abrirei para discussão novamente. Se mesmo assim houver dificuldade de identificar a situação, reproduzirei o início do vídeo afirmando anteriormente que se trata da mesma fonte sonora em uma “*condição diferente*”.

Desenvolvimento: Ao me certificar que todos identificaram qual é a situação, perguntarei “*como chegaram a tal conclusão?*”; buscando que os alunos explicitem quais associações foram feitas. Podem ser necessárias mediações com outras perguntas, por exemplo, “*E então?*”.

Caso apareça o termo “*Efeito Doppler*”, deverei me certificar primeiro que todos os alunos perceberam a descrição do fenômeno, ao questionar do que ele se trata e explorar esse questionamento de forma que os próprios alunos se complementem. Depois, questionarei o porquê

³⁴Com o nome “Doppler Effect with Car Horn” e disponível em: www.youtube.com/watch?v=zF1glvOvKzU&t=93s.

ocorre a mudança de frequência. Após fornecer tempo para os alunos tentarem responder; caso não surjam respostas, representarei na lousa com desenhos as respostas dos alunos, utilizando frentes de ondas. Após a contribuição dos alunos, farei uma interpretação física do fenômeno iniciando a parte expositiva.

Em um cenário mais provável, onde o termo Efeito Doppler não apareça explicitamente pelos alunos, depois dos mesmos responderem o que acontece na situação apresentada e como identificaram a mesma com o som, farei uma explanação do fenômeno envolvido na identificação. Começarei afirmando que a identificação da situação é por causa de um fenômeno denominado Efeito Doppler e, a partir disso, iniciarei a parte expositiva com a interpretação física do efeito.

A explicação do Efeito Doppler será baseada no exemplo de um inseto em um lago do livro Física Conceitual de Paul Hewitt. Ressaltarei na explicação do conceito e do que acontece para uma fonte parada, se aproximando ou afastando do observador.

Para completar o entendimento qualitativo do fenômeno, reproduzirei o vídeo 4³⁵. Voltarei para a lousa com a definição escrita do Efeito Doppler e questionarei à turma o que acontece caso a velocidade da fonte aumente e, depois de discutir, o que acontece com o aumento da velocidade do observador. No fim de cada discussão, registrarei na lousa que a frequência percebida depende do movimento relativo entre fonte e observador e, com isso, farei a definição do fenômeno discutido. Durante essa explanação, deve-se esclarecer a utilização dos termos “*fonte*” e “*observador*”.

Em seguida, afirmarei que há uma maneira de quantificar a frequência captada e apresentarei a equação dessa grandeza e a convenção de sinais, assim como sua explicação.

Fechamento: Para finalizar, mostrarei o vídeo 3 e farei um exemplo da aplicação da equação baseado no caso da atividade inicial; utilizarei a velocidade do veículo fornecida pelo vídeo e a frequência emitida pelo mesmo³⁶. Nesse exemplo, serão calculadas as frequências percebidas na aproximação e afastamento. Em um último momento, mostrarei como fiz a medição da frequência emitida pela buzina.

Recursos: Projetor, vídeo 3 e 4, caixa de som, lousa e caneta.

³⁵ *The Doppler Effect: what does motion do to waves?* - Disponível em: <www.youtube.com/watch?v=h4OnBYrbCjY>.

³⁶ Fiz a medição da frequência emitida pela buzina do carro através do aplicativo *Spectroid*, obtendo 3000 Hz.

5.7.2 Relato da aula 7

Embora a aula estivesse planejada para o horário das 11h10min às 12h40min, a mesma foi iniciada no segundo período, visto que a professora de português da turma A1 aderiu à greve. Entretanto, houve alguma demora em definir que haveria Física no segundo período e, também, para o esclarecimento dessa definição para os alunos e para mim. Além disso, a aula foi encaminhada para a sala de vídeo. Até a acomodação dos alunos, a aula acabou iniciando aproximadamente 8h40min.

Enquanto os alunos se acomodaram, fiz a instalação do *notebook* e da caixa de som. Nesse momento, vários alunos me entregaram atividades referentes aos exercícios avaliativos sobre velocidade da onda e dos exercícios da aula anterior sobre Intensidade e Altura do Som. Em seguida, fiz esclarecimentos sobre datas de entregas: a data de entrega dos exercícios que foi estendida para o próximo dia³⁷ e a maneira de obter a média final do trimestre a partir das avaliações já realizadas.

Realizados esses esclarecimentos, procurei iniciar a discussão sobre o vídeo como pretendido. Após anunciar aos alunos que mostrei um áudio referente *a uma situação onde uma câmera está filmando alguma coisa que está produzindo um som*, solicitei a eles que buscassem identificar a situação a partir do som.

No entanto, fui interrompido por um grupo de cinco alunos que entraram atrasados na aula; quebrando o ritmo da discussão. Um desses alunos questionou sobre as avaliações e aulas futuras. Precisei gastar um tempo considerável para esclarecer e negociar com os mesmos sobre os prazos; visto que eles me informaram sobre a intenção da grande parte da turma se ausentar no próximo dia e dos seus motivos. Primeiro, reforcei que entendo a escolha dos que se ausentaram e, a seguir, resaltei sobre a necessidade de tempo para que todos terminassem a avaliação e, também, a minha vontade de evitar recuperação. Por isso, ficou definido que as atividades devem ser entregues na quinta-feira, onde tentarei obter dois períodos para que terminem as atividades. Outra questão relevante foi o não recebimento, por parte dos alunos ausentes na aula anterior, da folha com questões sobre Intensidade e Altura do Som. Contei o número desses alunos e prometi de entregar no último período do dia.

Resolvidas essas questões, entre outras pontuais, retomei a discussão da aula. Fiz o anúncio do áudio que será transmitido a fim de atualizar os alunos atrasados e lembrar os demais. Dessa forma, reproduzi o áudio e questionei os alunos. Surgiram rapidamente várias respostas, dentre as

³⁷ Visto que o decidido até então seria terminar a regência com períodos na quarta-feira e sexta-feira.

quais apresentarei apenas algumas: *trânsito, buzina, caminhão, moto, carro*. Isto é, respostas relacionadas à fonte sonora. Em meio a essas respostas, houve uma aluna pedindo para que fosse reproduzido o áudio novamente. Prometi que reproduziria a seguir, entretanto, insiste que houvesse uma discussão antes disso. Na discussão, a própria aluna colaborou.

Com essas respostas, busquei mediar questionando o que está acontecendo com esse veículo ou buzina. Surgiram respostas atribuindo movimento à Fonte. Questionei então o que fez eles a chegarem nessa conclusão. Dessa vez, primeiro houve uma tentativa de explicar imitando o som durante a passagem do carro. Após algumas tentativas, surgiram respostas como *o som ta ficando mais agudo e a frequência aumenta quando se aproxima*. Apesar de essas respostas surgirem dos alunos, foi fundamental continuar estimulando a melhorarem suas explicações, com intermédios como “*E daí?*”.

Quando obtive essas respostas relacionando a frequência, encaminhei a explicação afirmando o nome desse efeito e trazendo o exemplo do inseto. Atribui como inseto uma joaninha que tivesse batendo a bunda na água uma vez por segundo. Lembrei do conceito de cristã a fim de auxiliar a interpretação dos desenhos a serem realizados. Dessa forma, desenhei o caso em que a joaninha está parada e depois em movimento. Durante os desenhos, em algum momento, chamei atenção do motivo das ondas serem circulares. E, depois, interpretei a frequência percebida através do número de cristãs que atinge o observador e, também, através da visualização da mudança do comprimento de onda e por consequência da frequência.

Continuei a explicação registrando o que acontece com a frequência nos casos de aproximação e afastamento entre fonte e observador. Ainda, mostrei imagens em *slides* das ondas circulares a fim de retomar os conceitos e identificar onde o Efeito Doppler é máximo e a condição em que não há. Para isso, havia uma imagem com as frentes de onda de uma fonte em movimento marcando quatro pontos representando quatro observadores: um observador com máximo afastamento, um observador com máxima aproximação, um observador sem movimento relativo no instante e um caso intermediário entre esses dois. Com a imagem, questionei se havia pontos em que não haveria Efeito Doppler ou o mesmo seria máximo. Os alunos rapidamente identificaram.

Posteriormente, transmiti o vídeo do carro referente ao trecho em que reproduzi o vídeo no início da aula. Por fim, perguntei se alguém prestou atenção na informação do vídeo escrita em vermelho. Alguns responderam que se tratava da velocidade do carro que era 50 km/h. Com isso, questionei se a velocidade fosse maior do que esse valor haveria interferência no efeito. Com a maioria dos alunos mostrando acreditar que haveria interferência, alguns argumentaram que ocorreria um aumento na frequência.

A partir do discutido, afirmei que a velocidade tanto da fonte quanto do observador afetaria na frequência percebida e introduzi a equação para a mesma. Nesse momento, houve alguma dispersão dos alunos. Para não competir com conversas e, também, dar um breve descanso aos alunos, registrei na lousa as variáveis da equação apresentada e a convenção de sinais enquanto eles conversaram. Ao voltar para a explicação, a conversa estava elevada. Chamei atenção discretamente a alguns alunos que estavam bem engajados a pouco e conversando em tom baixo, enquanto esperei o grupo de alunos mais dispersos perceberem que pretendia continuar a explanação.

Ao continuar a aula, expliquei como utilizar a equação e a convenção de sinais; seguindo com a aplicação do exemplo da situação do vídeo; onde calculei os valores a frequência percebida a partir da velocidade do carro informada pelo vídeo e da frequência da buzina quando parada medida por mim anteriormente a aula. Ao fazer o exemplo, fui fazendo perguntas como *o que é preciso para diminuir a velocidade do carro com a velocidade do som?* para buscar as colaborações dos discentes. Através das respostas dos mesmos, e pelo número de alunos que respondiam, julgo que os alunos conseguiram identificar como escolher o sinal; perceber que a velocidade do observador é nula; a necessidade de converter a velocidade do carro para a mesma unidade da velocidade do som; entre outros elementos importantes para o entendimento.

Nos cálculos, um aluno auxiliou utilizando a calculadora de seu aparelho celular. Para concluir, fiz uma retomada rápido dos passos seguidos para a resolução. Entretanto, uma das alunas questionou sobre o arredondamento realizado no cálculo. Aproveitei para comentar indiretamente sobre algarismos significativos e a regra de arredondamento.

Na conclusão do período, questionei se a frequência captada pela câmera tem alguma diferença da calculada no exemplo. Após reformular a pergunta de três maneiras distintas até que os alunos compreendam, busquei a colaboração dos alunos. Eles apontaram para uma diferença entre essas frequências. Tentei insistir para que surgissem motivos para isso; até que um aluno apontou que apenas a velocidade na direção da câmera provoca o efeito. Aproveitei sua contribuição e fiz um desenho da situação, tentando argumentar em termos das frentes de onda e da decomposição da velocidade em uma componente na direção entre o carro e a câmera e em uma direção perpendicular. No fim, explanei o que isso significa para o exemplo.

5.8 Aula 8 - Estimativa da velocidade do carro

Data: **26/11/2019**

Horário: 11h10min às 12h

Hora-aula: 1

Alunos Presentes: 13

Sala: sala de aula

5.8.2 Plano da aula 8

Conteúdo: Efeito Doppler: Interpretação do fenômeno e a formulação matemática para a frequência percebida.

Objetivos de ensino: Discutir as idealizações do Efeito Doppler apresentadas na aula anterior e identificar as influências dessas idealizações na percepção do fenômeno no cotidiano; reforçar a prática das unidades; interpretar as diferentes situações do Efeito Doppler; e desenvolver a matemática do Efeito Doppler.

Atividade Inicial: Lembrarei do exemplo da aula anterior onde foi calculada a frequência percebida pelo observador quando um carro passa ao supor uma velocidade do veículo e uma frequência emitida pelo som do mesmo. E com isso, vou propor fazer o oposto: estimar a velocidade do veículo através do som emitido pelo carro.

Após dizer isso, explicarei que usarei como base um trecho de um vídeo em que um carro de fórmula 1 passa por uma câmera em uma linha reta com auxílio de um desenho da situação. Mas, no mesmo vídeo, há outros momentos que os alunos podem optar para estimar a velocidade do carro; e também, há a possibilidade de optarem por outro vídeo, inclusive o que foi usado na aula passada.

Desenvolvimento: Após enunciar o problema, buscarei retomar as ideias da aula passada. Para isso, abrirei para uma discussão onde tentarei usar as respostas dos alunos e incentivá-los a se complementarem, através das perguntas a seguir e de outras intermediárias

1. O que acontece com o som captado quando o carro se aproxima da câmera? e quando se afasta da câmera?
2. Como a velocidade afeta nesse efeito?
3. Em algum momento não há Efeito Doppler no vídeo?

Na pergunta 2, é interessante complementar com a equação para a frequência percebida. Em relação à pergunta 3, posso fazer um desenho representando a velocidade na direção entre o carro e a câmera ou representando as frentes de ondas. Quero que os alunos percebam nesse momento que o efeito é quase máximo apenas quando está longe da câmera.

Por fim, ao me certificar do entendimento dos alunos sobre essas questões, reproduzirei o vídeo 5³⁸ entre 2min38s até 2min46s; e questionarei “*o que é preciso saber ou medir para estimar a velocidade do carro*”. Nesse momento, vou procurar trazer colaborações dos alunos e mediando quando necessário. O objetivo da discussão é identificar a necessidade de medir a frequência, pelo menos em dois momentos e considerar o valor tabelado de velocidade do som no ar. Discutido isso, perguntarei “*como podemos medir a frequência?*”, estimulando que os alunos tragam possibilidades.

Pretendo concluir até então que a frequência pode ser medida por diferentes métodos. Provavelmente, algum aluno lembrar-se-á da terceira aula em que foi realizada uma atividade de calcular a frequência de suas vozes com o aplicativo *phyphox*. Conforme conveniente, mostrei com a projeção o aplicativo *spectroid* como opção. Explicarei o gráfico apresentado no mesmo, ressaltando por fim o motivo de sua utilidade, visto que ele informa a frequência do som captado de maior intensidade.

Em seguida, relatarei que o vídeo estará disponível em um *tablet* e no grupo da turma para *download*³⁹. Nesse momento, será entregue aos alunos o roteiro a ser preenchido em trio durante a atividade. O roteiro inicia com a enunciação do problema e é dividido em fases. Cada fase tem um tópico “*Discussões*” em que são colocadas perguntas para o grupo discutir sobre aquilo e outro tópico “*Pergunta*” no qual há uma pergunta que deve ser respondida e registrada no roteiro.

Na primeira fase, os grupos devem conseguir expressar a relação entre as grandezas que permite calcular a velocidade do carro e perceber que a frequência ouvida pela câmera é menor do que a calculada na equação apresentada na aula anterior. Na segunda fase, os alunos devem planejar os procedimentos que devem tomar para medir as grandezas apontadas na primeira fase; nisso, devem buscar minimizar a diferença entre a frequência obtida e a frequência da equação. Apesar de a discussão inicial ter norteado ideias que podem ser utilizadas para o grupo usar nesse momento, há certa liberdade para os grupos. Além disso, deve ser definido pelos alunos tanto os procedimentos quanto às relações usadas.

Durante isso, passarei entre os grupos para ver o andamento e auxiliando com alguns questionamentos ou lembrando-se de aspectos que podem auxiliar na investigação. Caso apareça

³⁸ BEST Formula 1 Sounds - V6, V8, V10 and V12 - Disponível em: <www.youtube.com/watch?v=qvWxhhi0_yk>.

³⁹Planejo enviar o vídeo aos alunos através do grupo antes da aula e pedir para que os mesmos salvem em seus celulares.

alguma dificuldade em comum entre os grupos, vou abrir uma discussão ou explanação coletiva sobre essa dificuldade.

Fechamento: Espera-se que até o fim da aula quase todos os alunos tenham planejado e escrito os procedimentos necessários para a coleta de dados. Inclusive, alguns testes do aplicativo já devem ter sido feitos. O objetivo é que a próxima aula inicie com a coleta de dados de frequência; ou mesmo os alunos sejam direcionados para coletarem em casa.

No fim da aula, deverei recapitular tudo o que foi feito de forma geral entre os grupos, iniciando a explanação pelo enunciado do problema. E, por fim, incentivando e orientando os alunos a progredirem em casa.

Recursos: Projetor, vídeos 3 e 5, caixa de som, lousa e caneta.

5.8.2 Relato da aula 8

Ao chegar à sala de aula às 11h10min, muitos alunos haviam ido embora. Com treze alunos em sala, iniciei revisando todas as avaliações do trimestre e os pesos através de uma tabela a fim de esclarecimento. Enquanto uma aluna estava alheia a isso e arrumando as prateleiras dos livros didáticos, os demais estavam prestando atenção e tirando algumas dúvidas. Além de tranquilizá-los, procurei mobilizá-los para essa reta final, visto que faltam poucas aulas com avaliações com pesos significativos para o trimestre.

Iniciando a discussão da aula, retomei oralmente o exemplo anterior; chamando atenção às variáveis conhecidas e o que foi calculado. Nisso, enunciei o problema de estimar a velocidade do carro a partir dessas outras variáveis. Com isso, questionei se os alunos sabem como funcionam radares e pardais. Um dos alunos fez a explicação do funcionamento do pardal com base na cinemática. Os demais alunos ficaram instigados em entender o funcionamento descrito pelo discente; questionando inclusive. Por isso, explanação na lousa com auxílio de um desenho, mostrando o pardal e os seus sensores.

Ainda com os alunos curiosos, fiz a explicação do funcionamento do radar com base no Efeito Doppler e um desenho na lousa indicando o carro passando pelo equipamento; buscando indicar como o mesmo define e mede as variáveis necessárias para o cálculo da velocidade. Aproveitando a explicação, busquei enfatizar que a atividade proposta tem como objetivo que os discentes façam uma estimativa da velocidade do carro com o mesmo princípio do radar.

Para isso, auxiliei com o desenho da situação do vídeo que seria disponibilizado posteriormente e questionei o que precisamos medir a fim de fazer a estimativa proposta. Os alunos apontaram para a necessidade de medir frequência. A fim de que eles percebam um pouco das simplificações, questionei sobre casos em que o Efeito Doppler não é máximo e alguns alunos responderam sobre o caso *da letra D*, visto que essa letra representou no período anterior uma situação em que a velocidade não estava exatamente na mesma direção entre a fonte e o observador. Encerrei questionando onde o efeito seria máximo, percebido pelos alunos como dentro da pista; enfatizando a necessidade da câmera estar perto da mesma

Após essa discussão, entreguei o guia aos alunos; explicando rapidamente a sua estrutura. A maioria dos alunos analisou todas as fases e perguntas antes de sair respondendo. Em seguida, fui auxiliando os grupos. Depois dos alunos terem contato com o guia e pensado um pouco; alguns solicitaram o vídeo. Por isso, reproduzi o vídeo com auxílio do projetor. Mostrei alguns momentos do vídeo, conversando com os alunos sobre motivos que tornariam inviáveis a medição em determinados momentos: como ter dois carros ou mais ou o carro estar fazendo uma curva. Esses motivos foram identificados pelos próprios discentes.

A seguir, ao retornar para o trabalho em grupo, um aluno explicou como pensaram em medir a frequência necessária. Nisso, fui pedindo para ele explicar melhor e, com isso, percebi um planejamento bem elaborado; especificando a maneira de coletar a frequência. Apenas faltou a definição do momento do vídeo, como apontei para o grupo.

Por fim, comentei que espero que os alunos consigam prosseguir com a investigação até, pelo menos, medir os dados em casa. Nisso, prometi colocar no mesmo dia os vídeos à disposição dos alunos e, também, reforcei que estou disponível a dúvidas no canal da turma.

Apesar de a aula estar inicialmente prevista para um dia posterior, já estava preparado com os recursos necessários. A exceção é que não havia compartilhado os vídeos com os discentes ainda. Entretanto, busquei orientá-los com essa condição. Acredito que, apesar da fala estar centralizada em mim em muitos momentos, consegui seguir a linha de raciocínio dos alunos em muitos momentos. Por exemplo, fiz a reprodução do vídeo no momento em que os alunos apontaram a necessidade. Durante a reprodução, os alunos contribuíram bastante para na identificação de fatores importantes para a seleção do momento do vídeo. Fico contente com isso visto que consegui promover condições para que os alunos conseguissem desenvolver e explicitar raciocínios sobre a situação.

Além disso, há outro ponto positivo que resolvi trazer um elemento a mais do que previsto no plano: a contextualização a partir dos radares. Essa contextualização foi fundamental para

engajar durante a atividade. Outro ponto extremamente relevante a considerar é a enorme evasão da aula 7 para a aula 8. Por um lado, ficaram alguns alunos com maior compromisso com o ensino, o que facilitou o engajamento dos mesmos. Entretanto, preocupo-me com esse esvaziamento e que os alunos ausentes deverão realizar a atividade proposta em um tempo bastante curto para que consigam desenvolver os raciocínios necessários.

5.9 Aula 9 - Estimativa da velocidade do carro

Data: 28/11/2019

Horário: 7h30min às 9h10min

Horas-aula: 2

Alunos Presentes: 26

Sala: sala de aula

5.9.1 Plano da aula 9

Conteúdo: Efeito Doppler: Interpretação do fenômeno, a formulação matemática para a frequência percebida e a consideração da velocidade radial entre o observador e a fonte sonora.

Objetivos de ensino: Usar os dados coletados e calcular a velocidade do carro; discutir como as condições implícitas do Efeito Doppler interferiram no resultado; e discutir complicações adicionais que afetaram o resultado.

Atividade Inicial: No início, pedirei para que os grupos se organizem rapidamente e, de forma coletiva, questionarei até onde cada grupo desenvolveu em casa. Após ter esse panorama inicial, começarei a mediação nos grupos por aqueles mais atrasados.

Desenvolvimento: Na medida em que os alunos estiverem aptos a medir a frequência⁴⁰, emprestarei o *tablet* com o vídeo para que consigam fazer a medição com os seus celulares; caso necessário. Espero que alguns já tenham realizado essa medição em casa.

Depois da coleta de dados e do cálculo da velocidade, os alunos devem analisar a plausibilidade do valor encontrado e analisar quais aspectos podem ter interferido no resultado; registrando esses aspectos.

⁴⁰ independente dos momentos no vídeo escolhidos pelo grupo.

A seguir, direcionarei para as apresentações; onde cada grupo irá relatar como foi planejada a estimativa, os dados encontrados, o valor de velocidade obtida e uma análise desse valor. Ficarão disponíveis a lousa e o vídeo projetado para os alunos explicarem suas ideias. Depois de apresentar, instigarei os demais alunos a comentar; por exemplo, com perguntas que relacionem os procedimentos e os resultados encontrados conforme apresentado.

Fechamento: Para finalizar, explanarei sobre como pretendi fazer a estimativa, mostrando as simplificações, coletando os dados com auxílio da projeção; e por ainda, calculando o valor de velocidade, concluindo com comentários que relacionem essa estimativa com o fenômeno.

Recursos: Projetor, vídeo X, caixa de som, lousa e caneta.

Avaliações: O roteiro a ser entregue vale 2,5 pontos trimestrais.

5.9.2 Relato da aula 9

Enquanto alguns alunos estavam entrando na sala e outros entregando tarefas das aulas anteriores, fui instalando o *notebook* e o projetor. Antes de ligar este, iniciei a aula com uma explicação na lousa abordando o uso e funcionamento do radar e relacionando esse equipamento com o Efeito Doppler. Nesse momento, procurei manter uma exposição dialogada com os alunos, aproveitando suas contribuições a fim de relacionar a situação do radar com a equação vista para o fenômeno.

Com o fenômeno revisado, encaminhei a atividade onde os alunos devem estimar a velocidade de um carro através de um dois vídeos fornecidos⁴¹. Ainda antes de entregar o guia⁴², liguei o projetor buscando mostrar uma possibilidade de capturar a frequência emitida pela buzina de um carro através do *spectroid*. No entanto, a visualização ficou impossibilitada visto que havia muita luminosidade na sala. Os alunos fecharam as cortinas, desligaram as luzes; e não foi suficiente⁴³. Então, rapidamente, pedi para que todos os alunos se posicionassem formando a metade de uma circunferência.

Com esse arranjo na sala, falei para os alunos da dificuldade de capturar a frequência do som escolhido em um ambiente com vários outros sons, especialmente quando o som possui uma frequência única. Dentro desse cenário, justifiquei a recomendação do *spectroid* visto que o próprio

⁴¹Foram fornecidos os vídeos 3 e 4 através do canal de comunicação entre a aula 8 e a aula 9.

⁴²Os alunos que vieram na aula anterior já haviam iniciado a atividade e possuíam o guia.

⁴³No horário da aula, o Sol estava perto do horizonte, o que causa uma luminosidade intensa na sala.

permite capturar a frequência do som mais intenso no ambiente. Posicionado atrás do *notebook* e compartilhando a tela do celular pessoal no mesmo, mostrei como utilizar o aplicativo referido.

Posteriormente, entreguei o guia aos alunos e orientei a realização da atividade em grupo. Deixei a equação e a velocidade do som registradas na lousa para facilitar. Alguns solicitaram a realização entre quatro alunos. Enquanto um grupo não solicitou ajuda em nenhum instante, os outros sete grupos solicitaram constantemente. Apesar disso, o trabalho foi desenvolvido em grande parte a partir das discussões entre os grupos.

Entre os grupos, alguns realizaram a tarefa sem dar tanta atenção a fase relativa às primeiras ideias. Por isso, encontraram algumas dificuldades na obtenção dos dados; visto que não estavam totalmente convictos dos dados necessários. Teve um trio com um aluno resistente à atividade e com duas alunas que estavam com bastante dificuldade, entretanto, engajadas. O outro membro, apesar de ter entendido o fenômeno e o funcionamento do radar, estava terminando uma tarefa da aula anterior enquanto as alunas estavam tentando. Na primeira mediação no grupo, conversei com elas sobre o fenômeno. Em outro momento, após elas prosseguirem com as ideias do guia, elas estavam pedindo alguma ajuda para capturar a frequência. Visto que elas possuíam o vídeo, emprestei meu celular para utilizarem o *spectroid*. Por último, apenas me chamaram para tirar dúvidas sobre uma operação matemática.

Outro grupo com uso de bons raciocínios estava localizado no fundo e era composto por parte dos alunos que se atrasaram na aula anterior e estavam mais agitados. No primeiro momento em que os auxiliei, eles perguntaram sobre a interferência da distância da câmera à pista no resultado. Após eu lembrar os alunos de algumas ideias sobre o Efeito Doppler com o exemplo do carro, uma das alunas fez uma explicação para conferir seu entendimento utilizando objetos em sua mesa para representar a pista e a câmera; associando o seu gestual com a intensidade do efeito que é percebida. Um dos integrantes atribuiu um aumento na frequência à medida que o carro fica mais próximo; argumentei que a modificação percebida é a intensidade, causando uma confusão. Na coleta de dados, eles me chamaram novamente apontando para a falta de material; por isso, emprestei meu *tablet* onde havia ambos os vídeos e o celular, visto que o grupo anterior já havia feito a coleta. Houve também um auxílio posterior em função da dificuldade de coletar a frequência no instante em que o carro estava parado.

Dois grupos fizeram a prática com o vídeo referente à fórmula 1. Um deles me mostrou a função *Efeito Doppler* no próprio *phyphox*. Apesar da proatividade do grupo ser merecedora de elogios, argumentei que teriam bastantes dificuldades para o entendimento dessa função, visto que se trata de um experimento *muito pronto*. Um aluno argumentou não ter o aplicativo que sugeri. Por

isso, utilizei o celular pessoal como ponto de acesso a *internet* para que ele adquirisse o mesmo. Depois, com o *spectroid*, o grupo indicou para mim uma dificuldade de coletar a frequência do carro parado. Por isso, sugeri que ele pegasse frequências de aproximação e afastamento para calcular a velocidade a partir de uma expressão obtida com a aplicação do Efeito Doppler nos dois casos.

Um grupo trouxe os dados de casa e iniciou o trabalho na parte final: no cálculo de velocidade do carro a partir das informações. Entretanto, tiveram bastantes dificuldades nas operações matemáticas; além de usar dados em que a frequência de aproximação entre a fonte e o observador era menor do que a frequência própria da fonte. Em um dos momentos que atendi o grupo, lembrei da situação física e questionei sobre a plausibilidade da relação entre essas frequências.

Uma dupla próxima ao grupo descrito a pouco usou os mesmos dados, embora fizesse as outras etapas entre si. Em várias situações em que me chamaram, apresentaram ideias relacionando o fenômeno com os vídeos através das grandezas físicas. O objetivo delas era em geral confirmar seus raciocínios e operações matemáticas. Em grande parte das vezes apenas concordei; com exceção ao dado de frequência do som em aproximação ser maior do que a frequência do som parado e de uma operação matemática realizada de forma equivocada. Para aquele erro, emprestei também o celular para que elas fizessem a captura da frequência.

Por fim, com exceção de uma dupla do fundo que desistiu em função das dificuldades, todos os grupos conseguiram concluir; com distintos níveis de aprofundamento. Em geral, acredito que a aula trouxe uma experiência marcante para mim e para os alunos; onde estes tiveram a oportunidade de, além de coletar dados, refletir um pouco sobre isso. Entretanto, com a limitação temporal, a atividade teve pouco tempo para essa reflexão; fazendo com que muitas vezes eu direcionasse demasiadamente os alunos e, principalmente, não insistindo na atenção na fase de primeiras ideias. Faltaram também às apresentações finais, onde os grupos poderiam relatar suas dificuldades e entendimentos; o que acredito que traria muita aprendizagem aos alunos em função da pluralidade de raciocínios dos discentes.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em muitos momentos durante a graduação, senti uma responsabilidade social de trabalhar em escola pública e colaborar com a minha parcela para o rompimento ou diminuição das gritantes

desigualdades sociais no Brasil. Por trás dessa necessidade, há a crença de que a qualificação do ensino público pode contribuir muito para o combate às desigualdades sociais.

Entretanto, a qualificação do ensino público envolve fatores que não estão ao alcance imediato de um professor: a falta de um plano de carreira qualificado para os professores e a precarização do ensino público. Entretanto, acredito que o professor que consiga estimular o interesse pela educação dos estudantes de situação precária pode auxiliar na construção de um país mais igualitário. Esse auxílio do professor se torna cada vez mais fundamental na medida em que a tendência do estado e do país é de valorização do ensino privado, limitando o acesso à educação cada vez mais às elites.

Em contrapartida, o professor se vê numa situação em que há vários obstáculos que dificultam a realização de boas aulas que consigam estimular o interesse dos alunos. Entre os obstáculos atuais, destacam-se os financeiros e aqueles relativos às condições de ensino, como a falta de tempo para planejamento e recursos educacionais.

Diante dessas dificuldades docentes particulares da rede pública e da função social do professor no combate às desigualdades, cheguei ao final do curso com um dilema entre a dúvida da minha capacidade de lutar em um cenário desses em função das várias renúncias que serão necessárias e à indignação com o cenário atual. Esse dilema surgiu durante algumas aulas frustradas no PRP, onde senti algumas das dificuldades passadas pelos professores.

Em frente a esse dilema e com o objetivo de rompê-lo ou buscar um meio termo, tornou-se fundamental para eu adquirir a confiança como docente nesse cenário e equipar-me com estratégias, recursos e metodologias educacionais que acrescentem na minha habilidade didática. Para isso, a experiência vivida na disciplina de estágio colaborou em vários aspectos.

No uso de EsM, percebi o quanto esse método tem uma excelente capacidade de instigar os alunos nas aulas. Por exemplo, na aula 2, tive a vontade de abandonar a contextualização baseada no vídeo 2 em função do interesse apresentado pelos alunos já na TL, embora tenha seguido o plano. Na aula 6, consegui engajar uma aluna na discussão do assunto e fazê-la querer entender o conteúdo quando projetei a sua resposta na lousa. Além disso, essas tarefas possibilitam o aluno ter uma base nas discussões que são geradas nas aulas, funcionando como organizadores prévios ou mesmo um subsunçor mais inclusivo.

Ainda sobre as TL, confesso que é trabalhoso avaliá-las e procurar as dificuldades e conhecimentos dos alunos, especialmente em uma turma numerosa. Entretanto, considereei fácil a sua preparação. Devem ser mais rápidos ainda exercícios de aquecimento baseados em vídeos. Ou

seja, atribuo o maior trabalho na avaliação da mesma. Contudo, mesmo assim, acredito que os benefícios do método nas aulas compensam esse trabalho.

Em relação ao IpC, avalio que iniciei utilizando o mesmo em alguns conceitos em que não surgiram resultados, por má escolha minha. Por exemplo, ao realizar testes conceituais sobre a natureza e o tipo de propagação ondulatória. Entretanto, isso me tornou mais cuidadoso na escolha dos conceitos, visto que essa escolha é fundamental para o sucesso do método. Pretendo utilizá-lo novamente com conceitos que gerem argumentos entre os alunos. Por exemplo, o conceito de Intensidade, como aplicado na aula 5, permitiu uma discussão rica entre os alunos. O próprio conceito de Comprimento de Onda, visto na aula 2, teve um sucesso com respeito à riqueza de discussão entre os alunos. Embora tenham sido percebidos neste caso muitos argumentos equivocados, por causa desses argumentos, pude identificar ao prestar atenção na discussão dos alunos quais eram as confusões dos mesmos.

Outro aspecto importante no IpC é o domínio das ferramentas e dos métodos. Na aula 2, em função de alguns erros mencionados no capítulo anterior e também do discutido a pouco, o resultado do método não surgiu. Na próxima aula, consegui minimizar consideravelmente os erros, ainda que tivessem alguns. Na aula 5, considero que utilizei com muita segurança e tranquilidade as ferramentas e a sequência proposta.

Quanto ao uso do POE, acredito que errei na escolha do fenômeno. Quando fiz o plano, acreditei nas concepções alternativas que surgem em ondas de que a mesma transporta matéria. Em contrapartida, essas concepções alternativas não foram suficientes para que houvesse discussões ricas sobre o fenômeno. Entretanto, acredito que o uso de experimentos pode motivar os alunos a se aproximar do estudo da Física. Por outro lado, nem sempre é viável trazer experimentos que sejam disponíveis a todos os alunos, principalmente na situação da rede pública. Essa foi uma motivação minha para que insistisse em apenas usar as demonstrações, visto que não vislumbro ir muito, além disso, na rede pública. Apesar disso, quando as demonstrações são bem realizadas, pode motivar os estudantes também. E, para isso, o POE pode auxiliar na medida em que pode instigar o aluno a entender o fenômeno.

Considero, então, que devo ainda aprender situações mais instigantes aos estudantes a serem demonstradas. Por exemplo, uma situação que aprendi na disciplina de estágio com auxílio dos colegas Carlos e Isadora é apresentada no vídeo⁴⁴ “*A luz que faz curva na água (EXPERIÊNCIA de FÍSICA)*”. Essa situação, acredito, tem um potencial instigar em muitos contextos.

⁴⁴ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=F69tWoZa4ic>>.

A outra metodologia utilizada, de meu interesse particular há alguns semestres, foi o Ensino por Investigação. Durante as férias, realizei leituras cuidadosas sobre essa visão de ensino, além de procurar exemplos. Antes de a disciplina iniciar, já estava convicto de propor uma investigação sobre algum tema. Hesitei sobre várias investigações, além de procurar auxílio de colegas e de professores do instituto.

Entre as hesitações, as considerações mais frequentes eram sobre a aplicabilidade e o caráter motivador aos alunos. Entretanto, a meu ver, na medida em que uma investigação tinha mais deste fator, tinha menos daquele. Infelizmente, gastei muito tempo procurando uma boa investigação e, também, exagerei a cobrança pessoal sobre isso. Não é conveniente agora avaliar se a decisão da investigação foi a apropriada, contudo, vale a pena analisar a investigação realizada.

Com respeito à aula 7, fiquei muito contente visto que consegui realizar excelentes mediações das quais considerei, em alguns momentos, que não seria capaz de realizar. Tive a calma necessária para deixar os alunos trazerem as ideias e os conceitos com suas palavras. Esse foi o ponto mais difícil para mim porque o meu tempo para a investigação foi curto e isso me pressionou em muitas situações psicologicamente.

Na investigação para estimar a velocidade do veículo com Efeito Doppler, acredito que para alguns alunos o nível de abertura foi o suficiente para que eles realizassem as ações com a mínima ajuda minha. Entretanto, houve os dois casos extremos mencionados no capítulo 2. Parece que em alguns casos, acabei direcionando muito a tarefa dos alunos, prejudicando a efetividade da investigação. Por outro lado, dois alunos desistiram da investigação em função das dificuldades encontradas. Apesar de acontecer os dois extremos, a minha análise final é de que consigo realizar mediações, instigando os alunos. Contudo, devo melhorá-las durante o plano de ação a fim de que os alunos atinjam um maior nível de liberdade intelectual. Para isso, acredito que devo direcionar menos nas mediações e fornecer tempo e condições para que os alunos evoluam no plano de trabalho.

De forma geral, acredito que fui ousado em usar tantas metodologias em uma curta unidade didática, especialmente, visto que não havia nenhuma experiência com POE, IpC e EsM e pouca experiência com EI. Isso pode ter trazido alguns equívocos como discutido anteriormente e, com isso, prejudicado as qualidades das aulas. Por outro lado, essa experiência abriu um leque de várias possibilidades onde dentro das quais possuo experiências com acertos e erros, dos quais pretendo levar para a minha profissão em um futuro próximo.

Quanto aos aspectos negativos, acredito que a abordagem utilizada nas minhas aulas poderia ter sido melhor. Em especial, superestimei a importância do entendimento de oscilações para o

entendimento das ondas, visto que na graduação foi visto dessa maneira e consegui ter uma boa compreensão com essa sequência. Entretanto, na graduação havia o suporte matemático que fortalecia as conexões necessárias. Apesar disso, acredito que na aula 4 em diante tive um saldo geral positivo em termos de aprendizagem.

Um aspecto que interferiu de forma relevante no andamento das aulas foi a liberação dos alunos por parte da direção nas aulas 3, 5 e 8 em função dos motivos relatados no capítulo anterior. Em geral, metade da turma permanecia na aula. Além disso, na aula 5 e 8 tive menos tempo do que o previsto no plano. Evidentemente, os fatores que aconteceram e causaram a liberação dos alunos são possíveis de acontecer, principalmente na rede pública. E, também, o plano de aula certamente difere do que acontecerá nas aulas. No entanto, senti dificuldade em conviver e assimilar essas alterações.

Cabe salientar que não pretendo apontar culpados em expressar que esses fatores extraclasse dificultaram a aplicação do plano. Além disso, é fundamental ter um olhar mais humanista sobre a educação. Por consequência, imprevistos e modificações no planejamento vão acontecer e todo professor deve estar na medida do possível atento a essas situações. Por isso, apesar do desconforto causado no surgimento desses imprevistos, creio que colaboraram de certa forma para a minha experiência.

Em relação aos alunos, compreendo a atitude de optarem por irem pra casa mais cedo em vez de assistir à aula, visto que tinham essa opção. A carga horária diária de 5h10min na escola é extremamente cansativa e desgastante. Dependendo da situação, o mero interesse em aprender não é suficiente para permanência em sala.

Também é importante ressaltar o quanto os alunos me trataram com respeito e, ao mesmo tempo, com convívio descontraído e com bastante proximidade. Destaco que nunca tive isso em uma turma. Esse certamente é o meu resultado mais positivo do estágio. Participei inclusive uma confraternização com os estudantes no dia 05 de dezembro, onde conversamos e lanchamos com o professor A.

Por fim, destaco que essa experiência na disciplina de estágio me trouxe muitos aprendizados e uma convivência harmoniosa com uma turma que me acolheu muito bem. Este trabalho também me proporcionou a oportunidade de refletir sobre os erros cometidos nesta experiência e, dessa forma, tornar-me mais atento a esses erros no futuro. Todavia, apesar dessa disciplina ter exigido uma jornada de trabalho exaustiva em alguns momentos, ela é essencial para o curso e traz muitos benefícios ao licenciando. O problema é quando a cobrança da disciplina se mistura com uma cobrança pessoal para que sejam realizadas excelentes aulas. Apesar da disciplina

apenas nos cobrar o nosso melhor, não necessariamente excelentes aulas, o mais difícil para mim foi saber equilibrar a minha cobrança durante as aulas em função das minhas expectativas iniciais. Em muitos momentos, percebi que estava exigindo de mais de mim; ao me deparar com dificuldades para dormir, por exemplo. Esse exagero se deu um pouco para o grande significado atribuído por mim à última unidade didática aplicada por mim antes de ser um professor com formação inicial completa.

Como resultados do estágio para a minha vida profissional serão as boas lembranças de uma convivência harmoniosa com a turma A1, uma cobrança exagerada em muitos momentos sobre as aulas na qual deverei estar sempre em alerta e experiências com metodologias estimulantes ao aprendizado de Física que me serviram de pontapé inicial.

7 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, 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**, vol. 30, n. 2, p. 362-384, 2013.

AUSUBEL, D.P. **A Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

CARVALHO, A.M.P. et al. **Ensino de Física**, Cap. 3, p. 53-78, Coleção Ideias em Ação, São Paulo: Cengage Learning, 2010.

CARVALHO, A. M. P.; SASSERON, L. H. Ensino de física por investigação: referencial teórico e as pesquisas sobre as sequências de ensino investigativas. **Ensino em Re-vista**, Uberlândia, A Universidade, v. 22, n. 2, p. 249-266, 2015.

GASPAR, A. **Compreendendo a física: Ondas, Óptica e Termodinâmica**. 3. ed. São Paulo: Ática, 2016.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 11. ed. Porto Alegre: bookman, 2011.

MACHADO, N. **Espectro e Nível Sonoro.** Disponível em: <www.aulas-fisica-quimica.com/8f_07.html>. Data de acesso: 06 dez. 2019.

MARIM, M. **Superposição de ideias em Física ondulatória.** 2014. 155f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

SANTOS, M. **Uma sequência didática com os métodos Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) e Ensino sob Medida (Just-in-time Teaching) para o estudo de Ondulatória no Ensino Médio.** 2016. 174f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

SANTOS, R. J.; SASAKI, D. G.G.. Uma metodologia de aprendizagem ativa para o ensino de mecânica em educação de jovens e adultos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, vol. 37, n. 3, p. 3506-1-3506-9, Set. 2015.

8 APÊNDICES

8.1 Apêndices A - Questionário sobre atitudes em relação à Física e concepções científicas

(adaptado do questionário original entregue aos alunos)

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) Você trabalha? Se sim, em quê?
- 9) Qual profissão você pretende seguir?
- 10) Pretendes fazer algum curso superior? Qual? Em que instituição?
- 11) O que é Ciência para você?
- 12) Comente alguma situação interessante (do seu cotidiano, filmes, séries, jogos, ou similares) em que você tem curiosidade de entender do ponto de vista da ciência?
- 13) Você toca algum instrumento musical?

8.2 Apêndices B - Tarefas de Leituras

8.2.1. Tarefa de Leitura I

A tarefa de leitura foi composta pelas páginas 11 e 12 do livro didático fornecido pela escola onde há duas seções do *capítulo 1 Movimento ondulatório*. As duas seções são a seção *1. Introdução* e *2. Características das ondas mecânicas*. Após a leitura, os alunos deveriam responder quatro questões. Uma versão adaptada das questões é apresentada a seguir.

Com base na leitura e nos seus conhecimentos prévios, responda:

- 1) O que você entende por meio na explicação do livro?
- 2) Uma onda pode ser entendida como uma vibração que está se propagando. Em algumas ondas, essa vibração acontece na mesma direção da propagação (caso a); e em outras ondas, a vibração acontece em uma direção perpendicular à direção de propagação (caso b). Dê pelo menos um exemplo de onda para cada caso.
- 3) Caso você tivesse um microfone de uma potência imensamente grande com um som que fosse capaz de viajar milhares de quilômetros e você pretendesse produzir um som que viajasse até Marte. Segundo a sua leitura, até onde o som gerado com esse microfone viajaria? Por quê?
- 4) Descreva brevemente qual(is) ponto(s) você teve mais dificuldades na Tarefa de Leitura, ou ainda o que achou confuso no material. b) Indique também os pontos que mais chamaram sua atenção. c) Sinta-se à vontade para fazer perguntas que possam auxiliar sua aprendizagem.

8.2.2. Tarefa de Leitura II

A tarefa de leitura apresentada a seguir foi produzida com base no livro didático e no *site* de Machado disponível em <www.aulas-fisica-quimica.com/8f_07.html>. São apresentadas a primeira e a segunda página da tarefa respectivamente.

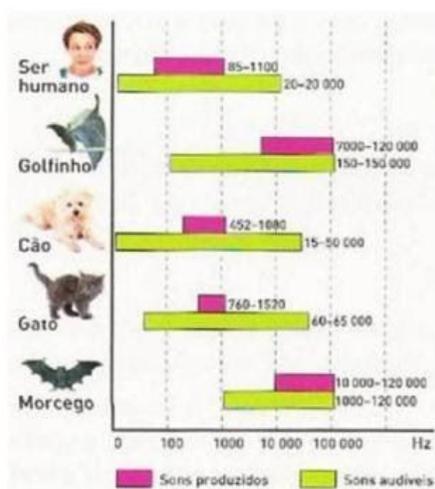
Sons Audíveis:

Designam-se por sons audíveis aqueles que o Ser Humano é capaz de ouvir. O Ser Humano apenas consegue captar vibrações com frequências compreendidas entre os 20 Hz e os 20.000 Hz. Os sons de **20 Hz** são os mais **graves** que os nossos ouvidos captam e os sons de **20.000 Hz** são os mais **agudos** que os nossos ouvidos captam. Sons graves são ditos sons baixos e sons agudos são ditos sons altos.

As frequências compreendidas abaixo do mínimo percebido pelo ouvido humano (20 Hz) são denominadas de **infrassons**. Animais como cães e gatos, por possuírem uma maior capacidade auditiva, podem perceber sons que para os humanos são considerados infrassons.

As frequências compreendidas acima do máximo percebido pelo ouvido humano (20 kHz = 20.000 Hz) são denominadas de **ultrassons**. Animais como morcegos e golfinhos produzem ultrassons para sua locomoção e caça. Utilizamos as **ondas ultrassônicas**, por exemplo, em **ultrassonografias**, diagnósticos por imagens.

Sons Captados pelos Diferentes Animais



Para além do Ser Humano, também uma grande variedade de outros animais consegue captar sons. Alguns destes animais têm uma sensibilidade auditiva bastante melhor do que a nossa. Na imagem ao lado, é apresentada uma comparação entre os sons captados e emitidos por diferentes animais:

Há animais que conseguem captar sons em intervalos de frequências diferentes dos do Ser Humano. Por exemplo o Golfinho capta sons entre os 150 Hz e os 150.000 Hz.

Intensidade sonora

A intensidade sonora está associada àquilo que nós comumente chamamos de volume. A diferença entre um som intenso - ou forte - e um som fraco vem da amplitude de vibração da onda. Quanto **maior a amplitude** da onda, **maior a pressão**

que a onda irá exercer no ar. Isso faz com que os nossos **tímpans vibrem de maneira mais intensa**. A intensidade I de qualquer onda é dada pela expressão matemática a seguir.

$$I = \frac{P}{A}$$

Essa expressão define que a intensidade I de uma onda é dada pela potência P da fonte dividida pela área A da superfície que está recebendo a onda sonora. No Sistema Internacional, a intensidade de uma onda sonora é dada pela unidade W/m^2 .

O limiar da audição humana (menor intensidade que o ouvido humano percebe) corresponde a intensidade de $10^{-12} W/m^2$, mas normalmente não se usa o W/m^2 para medição da intensidade sonora. Para se medir a intensidade sonora ou a sonoridade usa-se o **bel** ou o **decibel**, mas no cotidiano ouvimos falar mais do decibel. O cálculo da sonoridade em decibéis é dado por uma expressão logarítmica que é conhecida como lei de Weber-Fechner. Mas não é preciso conhecê-la para entender a conversão de W/m^2 em decibel.

O valor $10^{-12} W/m^2$ é definido como intensidade sonora de referência e é chamada de 0 bel. A sonoridade de 1 bel, ou 10 decibéis, corresponde a um som 10 vezes mais intenso ao som de 0 bel. Sendo assim, 10 dB correspondem a uma intensidade de $10^{-11} W/m^2$.

Se tivermos um som de 20 decibéis, então temos um som 100 vezes, ou seja, 10^2 vezes, mais intenso que a sonoridade de referência e isso corresponde a uma intensidade de $10^{-10} W/m^2$. Usando o mesmo raciocínio, 30 decibéis correspondem a um som 10^3 vezes mais intenso que o limiar da audição e a uma intensidade de $10^{-9} W/m^2$.

Com base na leitura e nos seus conhecimentos prévios, **responda**:

- 1) Comente a seguinte sentença "um som de 60 decibéis tem o dobro de intensidade de um som de 30 decibéis".
- 2) É possível ouvirmos os morcegos? Por quê?
- 3) O que é um som alto?
- 4) Descreva brevemente qual(is) ponto(s) você teve mais dificuldades na Tarefa de Leitura, ou ainda o que achou confuso no material. b) Indique também os pontos que mais chamaram sua atenção. c) Sinta-se à vontade para fazer perguntas que possam auxiliar sua aprendizagem.

8.3 Apêndices C- Testes Conceituais

Os testes conceituais IV, V, VI, VII e IX foram retirados da dissertação de Santos (2016). O restante foi de autoria própria.

Complete: com relação às ondas sonoras, podemos afirmar que elas são ondas _____ e por isso elas _____ de um meio para se propagar. Dessa forma, ___ possível ouvir no vácuo.

- A Eletromagnéticas - não precisam - é
- B Eletromagnéticas - precisam - não é
- C Mecânicas - precisam - não é**
- D Mecânicas - não precisam - é

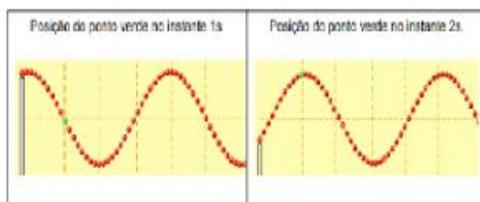
Teste I

A “olá mexicana” pode ser considerada uma onda?

- A Não, porque ela tem um comprimento de onda muito grande.
- B Não, porque nenhum corpo oscila.
- C Não, porque não tem energia se propagando.**
- D Sim, a onda mexicana pode ser considerada exatamente como uma onda

Teste III

Um oscilador agita a extremidade de uma onda esticada produzindo ondas. Uma parte da corda é pintada de verde. Qual é o período das ondas?



- A B
- B 4**
- C 2
- D 0,5

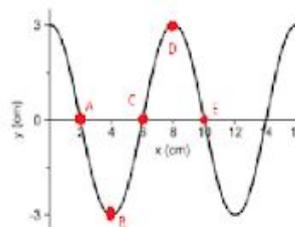
Teste V

Uma onda eletromagnética é u oscilação de campos elétrico e magnético que se propaga em _____

- A um vácuo
- B um meio material
- C Ambas as alternativas**
- D Nenhuma das alternativas

Teste II

A figura a seguir representa uma onda transversal propagand espaço, indicando alguns pontos. Quais desses pontos estão en



- A A e C
- B A e E**
- C B e D
- D nenhum dos pontos

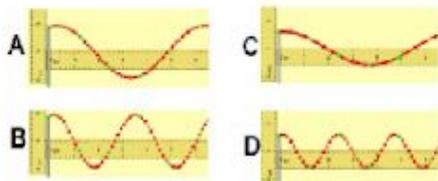
Teste IV

Uma goteira está sobre uma piscina e produz ondas i superfície da água. Caem 2 gotas por segundo. Numa situação posterior, caem 5 gotas por segundo. As oncas produzidas nessa segunda situação terão:

- A Maior período que na primeira situação.
- B Menor período que na primeira situação.**
- C O mesmo período que na primeira situação.
- D Maior velocidade que na primeira situação.

Teste VI

As figuras a seguir representam quatro ondas se propagando em cordas idênticas. Em qual delas o comprimento de onda é maior?

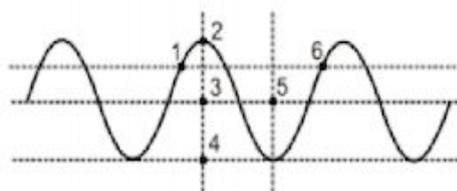


- A A
 C C

- B B
 D D

Teste VII

(Adaptado de ACAFE 2012) A figura abaixo representa uma onda que se propaga em um meio com velocidade constante. O comprimento de onda está contido entre os pontos



- 1 e 6
 2 e 4

- B 2 e 6
 D 2 e 3

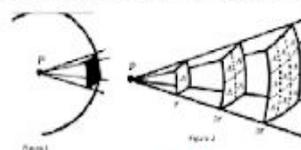
Teste IX

Imagine uma onda de energia E atingindo uma placa de área A . Ao distribuir essa energia E em uma placa de área $2A$, o que acontecerá com a intensidade?

- A Permanece igual
 B Dobra
 C Cai pela metade
 D nenhuma das alternativas

Teste VIII

Uma fonte P emite uma onda, conforme a figura 1. Na figura 2, é mostrado um recorte da propagação da onda. A energia e a intensidade da onda em uma distância igual a $2r$ da fonte são, respectivamente



- A Menor e menor do que em r
 C Menor e igual do que em r
- B Igual e menor do que em r
 D Igual e igual do que em r

Teste X

8.4 Apêndices D - Guia de Investigação

A seguir é apresentada uma versão adaptada do guia de investigação entregue aos alunos

Em aula, descrevemos o que acontece com a onda quando sua fonte e um observador estão em um movimento relativo. No exemplo visto, percebemos a mudança de frequência causada quando um carro se aproxima ou se afasta da câmera. Por fim, chamamos esse fenômeno de Efeito Doppler

Sabendo desse efeito, **faça uma estimativa da velocidade de um veículo se baseando no som produzido pelo mesmo**. Para isso, use algum dos vídeos disponibilizados pelo professor e escolha qual momento será usado para estimar a velocidade.

Para auxiliá-los na estimativa, é proposta uma divisão entre fases. Apesar da divisão, pode ser necessário constantemente rever essas fases. Em cada uma, há uma pergunta principal e discussões sugeridas para organizar a resolução do problema. Todas as perguntas principais devem ser respondidas e entregues no fim da atividade. Na seção de discussões, as perguntas apresentadas servem para que conversem e discutam com os seus colegas de grupo. Essas discussões são fundamentais para o prosseguimento da investigação.

Fase 1 – PRIMEIRAS IDEIAS

Discussões:

- a) Considerando a aula sobre Efeito Doppler, o que acontece com o som do carro no vídeo? Como a velocidade interfere nisso?
- b) Como a distância da câmera à pista interfere no Efeito Doppler percebido?

Pergunta:

- 1) Qual relação (ou quais relações) entre grandezas físicas permite(m) calcular a velocidade de um carro usando o som? Explique o fenômeno por trás dessa relação e faça um desenho representando.

Fase 2 – PLANEJE SUAS MEDIDAS

Discussões:

- a) A partir da resposta da pergunta 1, quais grandezas você precisa medir para calcular a velocidade do carro e quais maneiras há de medi-las?
- b) Na discussão anterior, deve ter sido percebido que há algumas aproximações (ou simplificações). O que é possível fazer ao medir para que sejam diminuídas essas aproximações?

Pergunta:

- 2) Quais serão os procedimentos realizados para coletar os dados necessários?

Fase 3 – DADOS

Discussões:

- a) Há alguma comparação entre os dados que devem ser encontrados com base no fenômeno físico?

Pergunta:

- 3) Quais foram os dados encontrados? Procure apresentar de uma maneira organizada.

Fase – RESULTADOS

Calcule a velocidade do carro usando seus dados, comente e justifique se é plausível esse resultado e escreva sobre aspectos que possam ter influenciado no mesmo.

8.5 Apêndices E - Exercícios

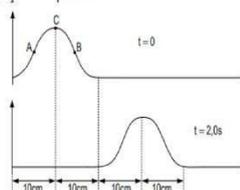
I - Exercícios sobre a natureza e o tipo de propagação da onda

EXERCÍCIOS AULA 2 - Parte B

- 1) Em um relógio analógico, qual a frequência dos ponteiros dos segundos, minutos e horas?
- 2) Uma onda sonora tem uma frequência de 100 Hz. (a) Qual o número de oscilações por segundos? (a) Quanto tempo demora para realizar uma oscilação?
- 3) Faça um desenho de uma onda: (a) longitudinal (b) transversal

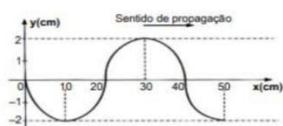
II - Exercícios sobre velocidade de propagação da onda

1) (adaptado FUVEST) A figura abaixo representa, nos instantes $t = 0$ e $t = 2,0$ s, configurações de uma corda sob tração constante, na qual se propaga um pulso cuja forma não varia. Qual a velocidade de propagação do pulso?

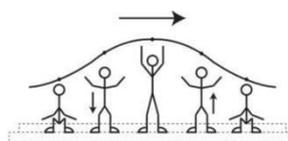


2) (adaptado UFJF) Uma onda estabelecida numa corda oscila com frequência de 500 Hz, de acordo com a figura ao lado.

- a) Qual a amplitude dessa onda?
- b) Com que velocidade a onda se propaga?



3) (ENEM 2013) Uma manifestação comum das torcidas em estádios de futebol é a *ola mexicana*. Os espectadores de uma linha, sem sair do lugar e sem se deslocarem lateralmente, ficam de pé e se sentam, sincronizados com os da linha adjacente. O efeito coletivo se propaga pelos espectadores do estádio, formando uma onda progressiva, conforme ilustração.

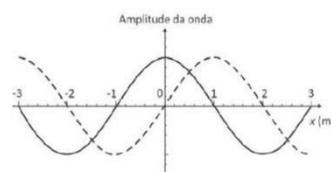


Calcula-se que a velocidade de propagação dessa "onda humana" é 45 km/h, e que cada período de oscilação contém 16 pessoas, que se levantam e sentam organizadamente e distanciadas entre si por 80 cm.

Nessa *ola mexicana*, a frequência da onda, em hertz, é um valor mais próximo de:

- a) 0,3
- b) 0,5
- c) 1,0
- d) 1,9
- e) 3,7

4) (FUVEST 2017) A figura representa uma onda harmônica transversal, que se propaga no sentido positivo do eixo x , em dois instantes de tempo: $t = 3$ s (linha cheia) e $t = 7$ s (linha tracejada).



Dentre as alternativas, a que pode corresponder à velocidade de propagação dessa onda é, em m/s:

- a) 0,14
- b) 0,25
- c) 0,33
- d) 1,00
- e) 2,00

III - Exercícios sobre Intensidade da Onda

1. Toda a luz de uma lâmpada é direcionada para um quadrado de lados iguais a 10 cm. A intensidade da onda luminosa captada por um sensor no quadrado é de 1000 W/m^2 . No Sistema Internacional de unidades (SI), qual a potência da luz emitida pela lâmpada?
2. Marque a Verdadeiro (V) ou Falso (F) nas seguintes alternativas:
 - () De acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI), a intensidade sonora é uma grandeza determinada em dB (decibel).
 - () A intensidade mínima audível pelo ouvido humano corresponde a 1 W/m^2 .
 - () A intensidade mínima audível pelo ouvido humano corresponde a $1 \cdot 10^{-12} \text{ W/m}^2$.
 - () A intensidade sonora está diretamente relacionada com a frequência das ondas sonoras.
 - () A intensidade sonora determina o comprimento de onda das ondas produzidas por uma fonte sonora
 - () Sons altos são sons com grande intensidade
 - () A partir de 20 dB, é possível ouvir sons de qualquer frequência entre 20 Hz e 20000 Hz
3. Durante um jogo de futebol, a intensidade sonora é próxima de 80 dB. Supondo que o time da casa:
 - a. Faça um gol e a intensidade sonora torne-se 1000 vezes maior no momento do gol, qual é o valor do nível sonoro, em dB, no momento do gol?
 - b. Leve um gol e a intensidade sonora torne-se 10 vezes menor no momento do gol, qual é o valor do nível sonoro, em dB, no momento do gol?

8.6 Apêndices F - Outros materiais

8.6.1 Aula 3

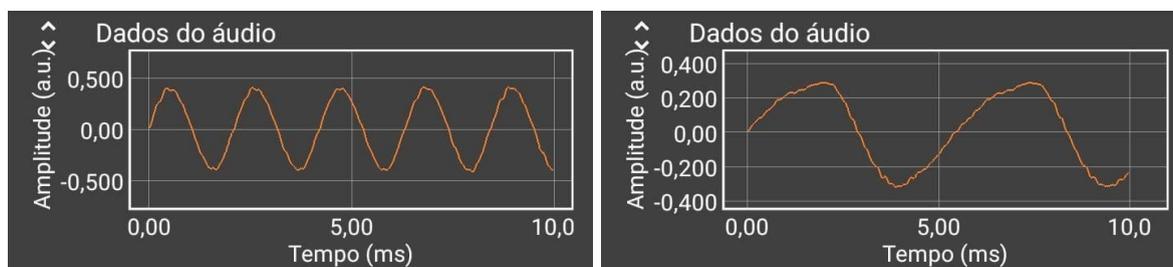


Imagem I - *Printscreen* capturados por mim através da função *Osciloscópio do Som* do *phyphox* com o caso grave à direita e o caso agudo à esquerda.

<p>Nome _____ Turma _____</p> <p>Data _____</p> <p style="text-align: center;">Agudo</p> <p style="text-align: center;">Explique o que você analisou do gráfico, justificando o Cálculo</p> <p style="text-align: center;">Cálculo das frequência</p>	<p style="text-align: center;">Grave</p> <p style="text-align: center;">Explique o que você analisou do gráfico, justificando o Cálculo</p> <p style="text-align: center;">Cálculo das frequência</p>
--	--

Imagem II - Esquema utilizado para realizar o encaminhamento

8.6.2 Aula 6

A seguir é apresentada a tabela utilizada na aula 6. A tabela foi construída por mim com base em uma tabela do livro composta pelas duas colunas da esquerda.

Fonte de Som	dB	W/m ²
Limite da audição humana	0	0,000 000 000 001
Murmúrio a 1m; farfalhar de folhas	20	0,000 000 000 1
Chuva; restaurante tranquilo	50	0,000 000 1
Conversa normal a 1m; escritório; restaurante	60	0,000 001
Tráfego intenso	70	0,000 01
Música em alto volume; tráfego pesado	80	0,0001
Furadeira manual a 2m; secador de cabelos	100	0,01
motocicleta acelerando a 5m; motosserra a 1m	110	0,1
concerto de rock; jato decolando a 100 m	120	1
Disparo de fuzil	140	100
Motor a jato a 30 m	150	1000