

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE FÍSICA

A FÍSICA DA MÚSICA:

Relato da aplicação de uma unidade didática sobre ondulatória e acústica sob uma perspectiva  
ausubeliana no Colégio de Aplicação - UFRGS

Edgard Kretschmann

Porto Alegre

2019

Edgard Kretschmann

A FÍSICA DA MÚSICA:

Relato da aplicação de uma unidade didática sobre ondulatória e acústica sob uma perspectiva  
ausubeliana no Colégio de Aplicação - UFRGS

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto de Física da  
Universidade Federal do Rio Grande do  
Sul, como requisito parcial para obtenção  
do título de Licenciado em Física.  
Orientador: Prof. Dr. **Ives Solano Araujo**

Porto Alegre

2019

## **Agradecimentos**

À minha mãe e ao meu pai, Sônia Maria Spengler Domingues Kretschmann e Egon Kretschmann, que sempre me dão todo o suporte que preciso, e que, por todos os lugares que passamos, sempre forneceram um lar. Agradeço por sempre despertaram em mim o gosto pela Ciência, pela curiosidade e pela leitura. Tenho a sorte de tê-los sempre por perto.

Ao meu irmão e à minha irmã, Endel Kretschmann e Sâmia Kretschmann, com os quais compartilho muitas experiências desde minha infância. Tenho o prazer de ser o irmão do meio, onde sempre tenho a oportunidade de aprender e de ensinar. Me orgulho deles por ver as pessoas que se tornaram, são pessoas extremamente boas no que fazem.

À minha companheira, Rafaela Godoy Ponzi, que me acompanhou desde o início da minha trajetória como professor e aluno de licenciatura, e está sempre ao meu lado. Tenho a oportunidade de compartilhar momentos maravilhosos ao lado dela.

Aos meus professores do Ensino de Física, Leonardo Heidemann (paraninfo da nossa turma de formandos), Neusa Teresinha Massoni, Fernanda Ostermann, Magale Brückmann, Eliane Angela Veit e Ives Araujo Solano, que com todo o seu otimismo e paixão pela docência e pelo ensino de Física, mostram que é possível, um dia, termos um ensino de qualidade. Eles fazem um excelente trabalho formando docentes para encarar a profissão.

Às minhas colegas de faculdade e de formatura, Letícia Tasca Pigosso, Gabriela Gomes Rosa, Isadora Santos da Silva, Priscila Farias Csizmar e Lucas Elivelton Silva Severo, com as quais pude compartilhar disciplinas, seminários e angústias. Ajudaram a tornar a graduação mais leve e divertida. Tenho certeza de que estarei me formando ao lado de excelentes docentes e que exercerão a profissão com grande empenho e paixão.

Aos meus colegas de trabalho do Anglo-RS, em especial, Marcos Milan, Ronaldo Diniz, Luciano Mentz, Alexandre Saraiva de Maria, Thiago Nunes Cestari, André Fozzy, Alexandre Schiavoni, Flávio Schifino, Arthur Barcellos Bernd, Rafael Burd e Diego Biegler de Oliveira, excelentes professores que me acolheram e confiaram no meu trabalho. Tenho certeza que ao lado da Família Anglo-RS, um dia, serei um grande professor.

Ao meu professor homenageado Paulo Machado Mors, que com todo seu conhecimento de Física e História da Física, nos forneceu seminários maravilhosos que eu dificilmente esquecerei, e, também, pôde contribuir muito em nossos seminários. Apesar de não ser a proposta das disciplinas de transposição didática, ele sempre me deu espaço para trazer uma carga matemática de nível superior (a qual me desperta muito interesse) para meus seminários. Agradeço a todos os seus ensinamentos.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	8
2.1. Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel.....	8
2.2. O método de Ensino Instrução pelos Colegas.....	10
2.3. O método do Ensino sob Medida.....	12
3. OBSERVAÇÕES.....	13
3.1. Caracterização da Escola.....	14
3.2. Caracterização do Tipo de Ensino.....	15
3.3. Caracterização da Turma.....	18
3.4. Relatos de Observação.....	18
3.4.1. Observação 1 – Dia 03/09/19 – Terça-feira.....	19
3.4.2. Observação 2 – Dia 09/09/19 – Segunda-feira.....	21
3.4.3. Observação 3 – Dia 17/09/19 – Terça-feira.....	22
3.4.4. Observação 4 – Dia 24/09/19 – Terça-feira.....	27
3.4.5. Observação 5 – Dia 01/10/19 – Terça-feira.....	31
3.4.6. Observação 6 – Dia 08/10/19 – Terça-feira.....	36
4. PLANOS DE AULA E RELATO DE REGÊNCIA.....	39
4.1. Aula I.....	39
4.1.1. Plano de Aula.....	39
4.1.2. Relato de Regência.....	41
4.2. Aula II.....	44
4.2.1. Plano de Aula.....	44
4.2.2. Relato de Regência.....	45
4.3. Aula III.....	48
4.3.1. Plano de Aula.....	48
4.3.2. Relato de Regência.....	50

4.4. Aula IV .....	53
4.4.1. Plano de Aula .....	53
4.4.2. Relato de Regência .....	55
4.5. Aula V .....	59
4.5.1. Plano de Aula .....	59
4.5.2. Relato de Regência .....	61
4.6. Aula VI .....	64
4.6.1. Plano de Aula .....	64
4.6.2. Relato de Regência .....	66
4.7. Aula VII.....	69
4.7.1. Plano de Aula .....	69
4.7.2. Relato de Regência .....	70
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	72
6. REFERÊNCIAS .....	75
7. BIBLIOGRAFIA .....	75
APÊNDICES .....	76
APÊNDICE A – Questionário sobre opiniões de Física .....	76
APÊNDICE B – Texto e questões da tarefa de leitura para Aula II.....	77
APÊNDICE C.1 – Questões conceituais do PI para Aula II .....	79
APÊNDICE C.2 – Questões conceituais do PI para Aula V .....	80
APÊNDICE D.1 – Simulação no <i>Geogebra</i> da Aula III – Sobreposição de ondas .....	81
APÊNDICE D.2 – Simulação no <i>Geogebra</i> da Aula III – Ondas Estacionárias .....	82
APÊNDICE D.3 – Simulação no <i>Geogebra</i> da Aula VI – Diferença de caminhos.....	83
APÊNDICE E.1 – Questões da avaliação da Aula III.....	84
APÊNDICE E.2 – Questões da avaliação da Aula IV.....	85
APÊNDICE E.3 – Questão da avaliação da Aula VI .....	86
APÊNDICE F – Lista de exercícios .....	87

APÊNDICE G – Avaliação Final .....	88
APÊNDICE H – Slides da primeira metade da primeira aula .....	90
APÊNDICE I – Cronograma da Regência .....	94

## 1. INTRODUÇÃO

Para finalizar o curso de Licenciatura em Física na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), os alunos devem realizar a disciplina de Estágio Docente, que visa inserir o futuro professor de física em contato com a dinâmica de uma sala de aula de uma turma de Ensino Médio em uma escola pública, e, ainda, experimentar metodologias de ensino aprendidas e fundamentadas ao longo do curso de licenciatura. Este trabalho tem como principal finalidade relatar as 20 horas-aula de observações e monitorias realizadas e as 14 horas-aula de experiências durante a regência em uma turma dessa escola. A escola escolhida para esse fim foi o Colégio de Aplicação da UFRGS e a turma escolhida foi a turma 201, as quais me receberam calorosamente e com muita curiosidade a respeito do trabalho que eu iria desenvolver.

A disciplina de Estágio Docente foi realizada em algumas etapas. A primeira delas foi onde ocorreu um período de leituras sobre metodologias, teorias e outros conceitos que auxiliaria ao longo do período do estágio na escola. A segunda etapa foi a definição do conteúdo que eu trabalharia com a turma e o planejamento das quatorze horas-aula de regência. Nesse planejamento distribuí os tópicos do conteúdo e quais metodologias eu utilizaria em cada aula para abordar cada tópico. Na terceira etapa ocorreu as apresentações dos microepisódios de ensino. O microepisódio de ensino é um recorte de vinte minutos de uma aula planejada, e, de forma teatral, era apresentada ao meu orientador e aos meus colegas de disciplina, e, após a apresentação, recebíamos críticas construtivas e sugestões dos colegas e orientador para melhorarmos as nossas aulas. Cada um, entre eu e meus colegas, apresentamos um total de quatro microepisódios. Concomitante a segunda e a terceira etapas, já havia sido iniciada o período de observação e o período de regência.

Para contextualizar um pouco minha caminhada até aqui, contarei um pouco sobre como escolhi este curso e como foi essa trajetória para chegar até esse momento. Ao longo do meu período de Ensino Médio, realizei um trabalho voluntário como monitor das disciplinas de Matemática e Física na minha escola, era um trabalho e um ambiente que eu gostava muito. Quando decidi entrar no Ensino Superior, optei pela Engenharia Civil, pois queria aplicar a Física de alguma forma no meu cotidiano e, ainda, ter uma boa remuneração. Contudo, ao chegar na metade do curso, percebi que a Física era pouquíssimo utilizada, e nessa época, eu havia começado a trabalhar como monitor em um cursinho pré-vestibular de Porto Alegre. Logo percebi que era ali onde eu conseguiria aplicar a Física no meu cotidiano: ensinando. Não demorei muito para investir nessa carreira e troquei de curso por transferência interna para o de Licenciatura em Física, este que estou prestes a finalizar. Percebi, ao longo do curso, que

ensinar física é muito mais do que apenas aplicar a física no meu cotidiano. A docência é uma profissão bonita que me surpreende a cada momento, por conta disso, sinto que estou realizado profissionalmente.

A música sempre foi muito importante para mim. Aprendi a tocar teclado aos meus sete anos de idade e, de forma muito significativa, escolhi esse como meu tema para permear as minhas aulas de Física nesse Estágio que aqui relatarei. Não é por acaso que optei por ministrar aulas para uma turma de segundo ano do Ensino Médio, uma vez que os assuntos de ondulatória e de acústica se encontram no currículo desse ano.

Neste trabalho, está relatado uma unidade didática a respeito de acústica e ondulatória sob a luz da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. A unidade didática foi inspirada em três capítulos do livro didático Física Conceitual, 9ª edição, escrito por Paul Hewitt: Vibrações e Ondas, Som e Sons Musicais.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

Nesta seção, está descrito os referenciais teóricos que utilizei para fundamentar a minha unidade didática.

### **2.1. Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel**

A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1918 – 2008) é uma teoria cognitiva de aprendizagem. Ausubel, nascido nos Estados Unidos da América, era formado em Medicina, Psicologia e Psiquiatria, e tinha interesse na área da psicologia educacional; ele buscava uma forma de facilitar a aquisição de conhecimentos em um ambiente e contexto de ensino; com essa finalidade, ele elaborou essa teoria. Nessa teoria, segundo Moreira e Massoni (2015, p. 18) há dois pontos importantes para ocorrer a aprendizagem significativa: o sujeito deve estar predisposto a aprender um novo conhecimento e ele só aprenderá significativamente um novo conhecimento se ele o relacionar com seus conhecimentos prévios, estes são chamados de subsunçores, pela literatura.

Uma das funções do subsunçor é servir como uma “âncora cognitiva” para um novo conhecimento sendo apresentado para o aluno, ambos deverão interagir e ambos irão modificar-se, o novo irá ganhar significados na estrutura cognitiva enquanto o subsunçor irá se tornar mais estável, mais rico. “É um processo interativo onde os dois conhecimentos se modificam, o novo ganha significados e o subsunçor fica mais rico em significados, mais estável, ‘mais forte’.” (MOREIRA e MASSONI, 2015, p. 18). Porém, é possível que um subsunçor sirva como um

obstáculo epistemológico, trazendo dificuldades para novas aprendizagens. Segundo Moreira e Ostermann (1999, p. 45), é imprescindível, então, que o professor faça um mapeamento dos subsunçores dos alunos para que possa proporcionar a aprendizagem significativa.

Para mapear os subsunçores, ao longo da unidade didática, é utilizado algumas metodologias ativas de ensino. Em um momento de Instrução pelos Colegas (ARAÚJO e MAZUR, 2013, p. 367-370), o mapeamento ocorrerá tanto na primeira rodada de votos, onde o professor tem a relação das respostas da turma, quanto no momento de interação entre os alunos, onde o professor vai de grupo em grupo observando o que está sendo discutido e interagindo com o grupo. Já com a metodologia do Ensino sob Medida (ARAÚJO e MAZUR, 2013, p. 370-375), é possível mapear seus subsunçores com as respostas à tarefa de leitura.

Na perspectiva ausubeliana, essa interação apenas ocorrerá quando houver intencionalidade e predisposição por parte do aluno, pois nessas condições ele gerará conexões do conhecimento novo com os seus subsunçores. Conforme Moreira e Massoni (2015, p.19), quando isso não ocorre, o aluno irá apenas decorar e memorizar o conhecimento novo, sem conferir-lhe significados. Esse tipo de aprendizagem é dito aprendizagem mecânica. Contudo, a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica não formam uma dicotomia, e sim, um espectro. Para um aluno, a aprendizagem pode ocorrer uma parte mecânica e outra parte significativa, isso depende, como dito antes, da intencionalidade e predisposição do aluno. O papel do professor no espectro de aprendizagem do aluno é tão importante quanto, pois o ensino é uma atividade intencional por parte de quem ensina. Dessa forma, o professor deverá facilitar a aprendizagem significativa. Para tal, o professor deve motivar o aluno para que haja predisposição por parte deste.

Em minha unidade didática, trarei como um tema motivador, a música. Música é uma arte que estamos em constante contato no nosso cotidiano, e cada pessoa, em sua individualidade, tem suas preferências musicais. Trarei elementos da música que são facilmente percebidas por qualquer pessoa como o timbre de instrumentos musicais, a intensidade com que uma nota é tocada e, também, a diferença entre notas agudas e notas graves. Com essa base, planejo desenvolver os assuntos de ondulatória e acústica nessa unidade didática.

Os processos da estrutura cognitiva para que ocorra a aprendizagem significativa, sob a óptica ausubeliana, são dois: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. Segundo Moreira e Massoni (2015, p. 20), ambos processos ocorrem simultaneamente, um novo conhecimento deve ser diferenciado e integrado à estrutura cognitiva, e são processos dinâmicos que ocorrem durante a aquisição de novos conhecimentos. O indivíduo deve diferenciar as diferenças e integrar as semelhanças em relação aos seus subsunçores.

Moreira e Massoni (2015, p. 20) discorrem a respeito de uma forma de proporcionar esses dois processos:

*Para facilitar a aprendizagem significativa em situação de ensino, as ideias e proposições centrais dos tópicos a serem abordados devem ser apresentados no início da atividade: é mais fácil dar significado a partes de um corpo de conhecimentos quando já se tem uma visão do todo.*

A contextualização e a problematização são dois pontos importantes para auxiliar nesses processos. Se o professor apresenta contextos e problemas que estão integrados no cotidiano do aluno, fica facilitado o processo de dar significação para os conceitos necessários para resolver os problemas ou ajudar na contextualização do assunto.

Com esse fim, levarei em todas as aulas dessa unidade didática, alguma pergunta inicial sobre alguma situação ou algum vídeo a respeito de um assunto, buscando respaldo em conceitos que serão vistos na aula para trazer uma resposta. Para tratar a respeito da música, tratei a respeito de videoclipes de músicas (Aula I e III), de *shows* de bandas e percepção da plateia (Aula II), de características de instrumentos e características do som (Aula IV e V) e de características de uma sala de cinema (Aula VI).

## **2.2. O método de Ensino Instrução pelos Colegas**

Na tentativa de, em um contexto de ensino de Física, proporcionar uma aprendizagem significativa a todos os alunos, Eric Mazur, físico e educador holandês, propôs o *Peer Instruction* (PI), em tradução literal, Instrução pelo Par.

Esse método tem como premissa analisar um conceito básico do conteúdo a ser estudado a partir da resposta a uma questão conceitual, com os próprios alunos elaborando suas explicações e, assim interagindo com seus colegas, tentando convencê-los de que a sua linha de raciocínio é a correta. Conforme Araujo e Mazur (2013, p. 367) descrevem, o método inicia com o professor dando uma breve explicação oral a respeito do assunto, em torno de 15 minutos. Em seguida, o professor propõe uma questão conceitual sobre o assunto com algumas alternativas, geralmente quatro. É importante que a questão seja inteiramente conceitual, sem envolver segundas habilidades, como aplicar valores em fórmula, por exemplo. Para o aluno responder, ele deve apenas articular os conceitos estudados. As questões não devem conter “pegadinhas”, se o aluno errar, ele deve errar por não ter entendido o conceito. A questão deve ser elaborada de forma que o aluno, ao escolher uma alternativa, ele deve elaborar uma explicação convincente de por qual razão a que ele escolheu é correta.

Apresentada a questão, o aluno escolhe, sem conversar com os colegas, uma alternativa. O professor deve utilizar um método de votação para mapear as alternativas escolhidas pelos alunos, sem que eles copiem a resposta de um colega. Existem vários métodos de votação, dos mais simples como utilizar folhas A4 ou de caderno onde o aluno escreve a sua alternativa e a ergue, juntamente com seus colegas, e o professor faz uma leitura rápida das alternativas mais votadas; aos mais elaborados como a utilização de *clickers*, um pequeno controle contendo as alternativas e o aluno escolhe a sua alternativa apertando no botão correspondente, cada *clicker* de cada aluno está conectado com o computador do professor, onde será feito o mapeamento das respostas.

O método de votação adotado por mim, nessa unidade didática, foram os *Plicker cards*, utilizando as ferramentas do site *Plickers*<sup>1</sup>. Esse site fornece gratuitamente os *Plicker cards* (Figura 1), os *slides* para apresentação das perguntas e alternativas e, com o aplicativo no *smartphone*, ele conecta as operações no site e no aplicativo. Com a câmera do *smartphone*, é feito o mapeamento das respostas dos alunos. Para registra-las, o aluno ele deve deixar seu *flashcard* levantado de maneira que a letra da sua resposta esteja apontando para cima, por exemplo, se ele deseja marcar a letra C, ele deve dispor seu cartão com a letra C voltada para cima (Figura 1).

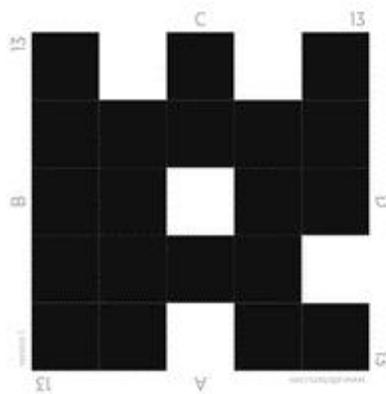


Figura 1 - Plicker Card, da maneira que está disposto, o aluno estaria marcando a letra C como correta. O número ao lado é o número atribuído ao aluno. Retirado de: <http://physiquechimiecollege.eklablog.com/plickers-a122933458>, acessado em: 01/12/2019

Araujo e Mazur (2013, p. 369-370) recomendam uma das seguintes ações, após o mapeamento das respostas dos alunos: se menos de 30% da turma acertou a questão, o professor deve realizar uma nova explicação para que possa clarear quaisquer dúvidas que possam ter ficado e realizar nova questão; se mais de 70% da turma acertou a questão, o professor pode avançar em sua aula apresentando novos conceitos; por fim, se a turma se situou entre 30% e

<sup>1</sup> [www.plickers.com](http://www.plickers.com)

70%, o professor encaminha a discussão entre colegas. Para isso, ele deve incentivar a formação de pequenos grupos, entre dois e cinco alunos, de preferência alunos que tenham respondido alternativas diferentes entre si. Por sua vez, eles devem, com os argumentos elaborados na escolha da alternativa, convencer seus colegas de que a sua alternativa está correta, e, enquanto os alunos discutem, o professor deve observar e interagir com esses grupos. Após a discussão, o professor deve fazer nova votação e mapear novamente a turma, e, para finalizar o processo, realizando uma discussão com a turma toda, é discutido as alternativas. Na figura 2, está descrito um fluxograma do passo-a-passo do IpC.

Nessa unidade didática, utilizei esse método em dois momentos, na Aula II, unindo com metodologia do Ensino sob Medida, e na Aula V, juntamente com exposição dialogada e demonstração experimental.

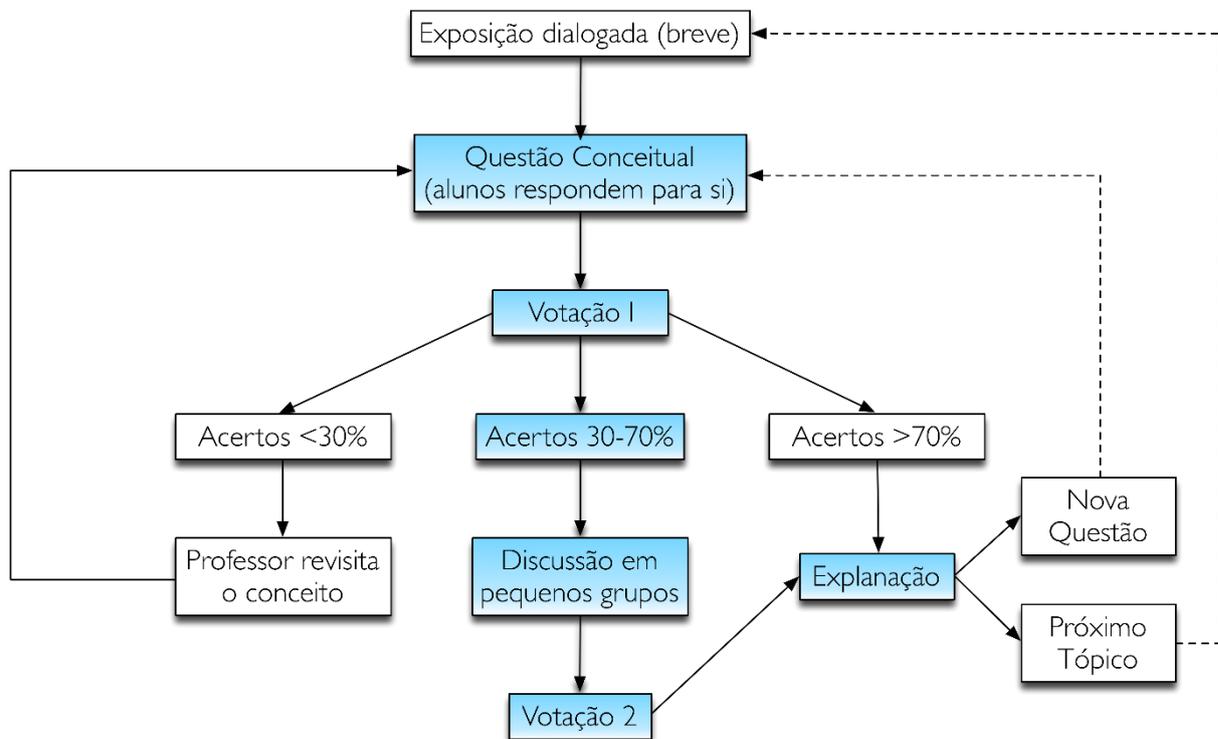


Figura 2 - Fluxograma de uma sessão de Instrução pelos Colegas. Retirada de Araujo e Mazur (2013)

### 2.3. O método do Ensino sob Medida

Um outro método que é conveniente segundo uma perspectiva ausubeliana é o Ensino sob Medida. Esta é uma metodologia que operacionaliza o levantamento de conhecimentos prévios dos alunos e o professor pode montar a sua aula de acordo com os subsunçores dos alunos. O nome, Ensino sob Medida, vem traduzido e adaptado do inglês *Just-in-Time Teaching*, uma analogia ao *Just-in-time*, um sistema de produção que visa a compra de matéria-

prima apenas sob medida, apenas para o uso necessário, sem necessidade de criar estoque. Nessa analogia, o Ensino sob Medida, é uma metodologia que adapta a aula apenas para necessidade do aluno, apenas para aqueles pontos que não ficaram tão claros sobre um assunto.

Este método possui três etapas centradas no aluno (ARAUJO e MAZUR, 2013, p. 371), a primeira consiste em um “exercício de aquecimento” que é uma atividade prévia para a preparação da aula, geralmente, em forma de uma tarefa de leitura. O aluno, em casa, deve ler um texto escolhido ou criado pelo professor a respeito do assunto a ser estudado na aula e ele deve responder algumas questões a respeito do texto. O limite da data de resposta às questões deve ser tal que o professor possa se preparar para selecionar algumas das respostas para construir a sua aula em cima. O objetivo dessa tarefa é colocar o aluno para elaborar um pensamento crítico e argumentos a respeito do tema trabalhado, pois a tarefa de leitura deve ser respondida com as próprias palavras do aluno. Em minha unidade didática, utilizei esta metodologia em minha Aula II, eu elaborei um texto a respeito da propagação das ondas em um meio, e utilizei como ferramenta para os alunos me entregarem as suas respostas o *Google Forms*<sup>2</sup>. Essa ferramenta do *Google* permite o aluno escrever as suas respostas e eles têm a garantia de que apenas eu as lerei, e ainda, mantém os envios organizados para mim.

A segunda etapa é a discussão em sala de aula da tarefa de leitura e com as respostas selecionadas pelo professor. O professor deve unir a explicação a respeito do assunto com as respostas dos alunos, assim ele favorece o esclarecimento das principais dúvidas e pode trabalhar em cima as maiores dificuldades dos alunos. Para que o aluno possa responder com as suas próprias palavras e se sentir à vontade para expressar as suas ideias, o professor deve ser cauteloso ao ler às transcrições das respostas dos alunos, evitando a identificação do aluno, tom jocoso. Logo, sabendo as dificuldades dos alunos e conhecendo as concepções prévias dos alunos sobre o assunto, o professor pode adaptar o restante da aula com alguma outra metodologia que facilite os processos da estrutura cognitiva, segundo Ausubel. Em minha aula, optei por continuar esse momento com a Instrução pelos Colegas, assim como sugerem Araujo e Mazur (2013, p. 373-375), para reforçar os conceitos vistos na tarefa de leitura.

### **3. OBSERVAÇÕES**

Nesta seção, estão descritas as minhas observações e percepções quanto à escola, ao tipo de ensino desenvolvido pelo professor de Física dos segundos anos, à turma e ao cotidiano dos alunos durante as aulas de Física e outras disciplinas.

---

<sup>2</sup> <https://www.google.com/forms/about/>

### 3.1. Caracterização da Escola

A escola que escolhi para a realização do meu estágio foi o Colégio de Aplicação da UFRGS (CAp – UFRGS) que se situa no Campus do Vale – UFRGS, na Avenida Bento Gonçalves, 9500 – Porto Alegre, RS. Os motivos dessa escolha foram pela localização do colégio ser dentro do Campus em que tenho a maior parte das minhas aulas, então foi uma boa união de espaço e tempo para meu cotidiano, e pela boa recepção e relação da escola com os estagiários, uma vez que esta é uma das principais características do colégio.

O Colégio de Aplicação da UFRGS teve as suas atividades iniciadas no ano de 1954, e foi ganhar um espaço no Campus do Vale, apenas em 1996. Os Colégios de Aplicação surgiram no contexto do movimento “Escola Nova” e hoje tem um propósito de auxiliar na formação docente na Educação Básica. No site institucional do colégio<sup>3</sup> diz que:

*Os Colégios de Aplicação foram criados na esteira do movimento educacional conhecido como Escola Nova. O movimento começou na Europa entre o final do século XIX e o início do século XX, e chegou aos Estados Unidos através do educador John Dewey.*

*A Portaria Nº 959/2013 trata das diretrizes e normas gerais de funcionamento dos Colégios de Aplicação, estabelecendo-os como unidades de educação básica mantidas e administradas pelas universidades federais e que têm como finalidade desenvolver, de forma indissociável, atividades de ensino, pesquisa e extensão voltadas para a inovação pedagógica e para a formação docente na Educação Básica.*

A escola possui uma boa infraestrutura, contando com salas de aula muito bem equipadas com projetor de *slides*, tela para a projeção, computador com caixas de som de boa qualidade e acesso à *internet*. A boa estrutura da sala de aula contribuiu para o bom andamento das minhas aulas. Durante minhas observações, ocorreu a pintura do salão principal do colégio, processo que demorou menos de três semanas e pouco atrapalhou na rotina da escola. A escola possui biblioteca com mesas para estudos e com um acervo considerável para um colégio de educação básica. Possui uma horta, onde os professores de biologia e ciências fazem projetos com os alunos. Possui uma quadra poliesportiva coberta e uma quadra de futebol com grama. O prédio principal, que abriga as turmas dos alunos mais velhos, é identificado como o prédio A e possui andares, a maioria das aulas ocorre no primeiro andar. No segundo andar, além de haver salas de aulas, há as salas dos professores, organizadas por disciplinas; a secretaria e a sala do diretor e da vice-diretora. O colégio conta com um refeitório onde é oferecido lanche nos dois turnos e almoço nos dias em que os alunos têm turno dobrado. A Figura 3 é um mapa do Colégio, ele se encontra no “Manual do Novato” no *site* do Colégio<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> Disponível em: <https://www.ufrgs.br/colégiodeaplicacao/>, acessado em: 30/11/2019

<sup>4</sup> Disponível em: <https://www.ufrgs.br/colégiodeaplicacao/dicas-para-os-novatos-no-cap/>, acessado em: 28/11/2019



Figura 3 - Mapa do Colégio de Aplicação – UFRGS presente no manual do novato. Retirado de: <https://www.ufrgs.br/colégiodeaplicacao/wp-content/uploads/2019/02/MANUAL-DO-NOVATO-revisado.pdf>, acessado em: 01/12/2019.

O método de ingresso no Colégio de Aplicação é por sorteio e conta com aproximadamente 750 alunos, divididos entre Ensino Fundamental, Médio e EJA, nos três turnos do dia. Por conta dessa aleatoriedade, o Colégio possui uma diversidade racial e de classes sociais. A escola divide os anos em forma de Projetos de Ensino: Unialfa (para alunos entre o 1º e 5º anos do Ensino Fundamental), Amora (para alunos entre o 6º e 7º anos do Ensino Fundamental), Pixel (para alunos entre o 8º e 9º anos do Ensino Fundamental), Ensino Médio em Rede (para alunos do Ensino Médio) e EJA (para alunos de Educação de Jovens e Adultos), este último é o único que ocorre no turno da noite.

### 3.2. Caracterização do Tipo de Ensino

O professor de Física das turmas 201 e 202 (aqui identificado como Professor F) possui um cargo administrativo no colégio, e, por conta disso, estava há 2 anos no cargo e sem dar aula no Ensino Médio. Acontece que no fim do primeiro semestre o professor de Física de todas as turmas de ensino médio e nonos anos havia se aposentado, deixando os outros dois professores de Física na escola, sobrecarregados, pois uma é professora de Física no Ensino Fundamental, com várias turmas, e o outro é o Professor F que tem um cargo dentro da escola que demanda muito do seu tempo. Foi aberto um edital para a seleção de um professor substituto, contudo, o primeiro colocado da seleção não assumiu o cargo, pois estaria se mudando em pouco tempo para outro país, enquanto o segundo colocado, que estava para

assumir o cargo, se acidentou e ficaria por um bom tempo hospitalizado e afastado de suas atividades (mais tarde, durante a minha regência, esse professor assumiu o cargo de professor substituto de Física). Sem outras opções, esses dois professores da escola se dividiram com os períodos do antigo professor, tentando suprir as suas próprias demandas mais os novos períodos.

Nesse contexto, observei que as aulas do Professor F eram aulas com pouca preparação ou, às vezes, até improvisadas. Porém, como ele tem experiências anteriores e é um doutor em Ensino de Física, as suas aulas não pecavam quanto ao conteúdo. Quando conversávamos em sua sala, após algumas aulas, era visível o quão exausto o professor estava com a alta demanda e, com pesar, ele admitia o quão pobre as suas aulas eram. Acredito que o meu estágio veio em bom momento para auxiliar o professor nesse quesito, apesar de ele ganhar mais uma atribuição no seu rol de demandas, que era me orientar dentro do colégio. O Professor F, contudo, sempre se mostrou receptivo à minha presença e muito prestativo às minhas necessidades com o estágio, e sou muito grato por isso.

A relação do Professor F com os alunos é ótima, em sala de aula, ele estava majoritariamente de bom-humor, brincando sempre que podia com os alunos, escondendo completamente qualquer traço de exaustão por conta de todo o cenário que descrevi acima. Como diretor em sala de aula, mantinha uma cobrança a respeito das exigências da escola quanto aos uniformes dos alunos e os mantinha atualizados com as decisões da direção que lhes competia como, por exemplo, a pintura da escola, instalação de um toldo na entrada do colégio e a respeito de algumas datas do colégio.

A Tabela 1 pretende caracterizar o tipo de ensino, baseadas nas minhas observações em sala de aula, a respeito do trabalho desenvolvido pelo Professor F. Essa é uma tabela disponibilizada pelo professor da disciplina de Estágio Docente para auxiliar na caracterização do tipo de ensino do professor na escola.

*Tabela 1 - Caracterização e atitudes do tipo de ensino*

<b>Comportamentos negativos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Comportamentos positivos</b>
Parece ser muito rígido no trato com os alunos			X			Dá evidência de flexibilidade
Parecer ser muito condescendente com os alunos					X	Parece ser justo em seus critérios
Parece ser frio e reservado				X		Parece ser caloroso e entusiasmado
Parece irritar-se facilmente			X			Parece ser calmo e paciente
Expõe sem cessar, sem esperar reação dos alunos				X		Provoca reação da classe

Não parece se preocupar se os alunos estão acompanhando a exposição				X	Busca saber se os alunos estão entendendo o que está sendo exposto
Explica de uma única maneira				X	Busca oferecer explicações alternativas
Exige participação dos alunos			X		Faz com que os alunos participem naturalmente
Apresenta os conteúdos sem relacioná-los entre si			X		Apresenta os conteúdos de maneira integrada
Apenas segue a sequência dos conteúdos que está no livro				X	Procura apresentar os conteúdos em uma ordem (psicológica) que busca facilitar a aprendizagem
Não adapta o ensino ao nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos			X		Procura ensinar de acordo com o nível cognitivo dos alunos
É desorganizado		X			É organizado, metódico
Comete erros conceituais				X	Não comete erros conceituais
Distribui mal o tempo da aula				X	Tem bom domínio do tempo de aula
Usa linguagem imprecisa (com ambiguidades e/ou indeterminações)			X		É rigoroso no uso da linguagem
Não utiliza recursos audiovisuais	X				Utiliza recursos audiovisuais
Não diversifica as estratégias de ensino	X				Procura diversificar as estratégias instrucionais
Ignora o uso das novas tecnologias		X			Usa novas tecnologias ou refere-se a eles quando não disponíveis
Não dá atenção ao laboratório		X			Busca fazer experimentos de laboratório, sempre que possível
Não faz demonstrações em aula	X				Sempre que possível, faz demonstrações
Apresenta a Ciência como verdades descobertas pelos cientistas			X		Apresenta a Ciência como construção humana, provisória
Simplesmente “pune” os erros dos alunos				X	Tenta aproveitar erro como fonte de aprendizagem
Não se preocupa com o conhecimento prévio dos alunos			X		Leva em consideração o conhecimento prévio dos alunos
Parece considerar os alunos como simples receptores de informação			X		Parece considerar os alunos como perceptores e processadores de informação
Parecer preocupar-se apenas com as condutas observáveis dos alunos			X		Parece ver os alunos como pessoas que pensam, sentem e atuam

### **3.3. Caracterização da Turma**

A turma onde fiz a maior parte das observações e minha regência foi a Turma 201. Esta é uma turma que possui 33 alunos, 16 meninos e 17 meninas, com idades entre 15 e 19 anos. Os alunos, no geral, são bem tranquilos, com boa participação e com poucas conversas paralelas durante as aulas. Os alunos, apesar de se dividirem em alguns grupos, possuem certa união. Alguns alunos costumam se xingar com palavrões, mas eles dão a entender que é em tom de brincadeira.

Há um grupo de alunos que se senta próximo a mesa do professor e que também é muito engajado com as aulas e faz perguntas muito interessantes que, às vezes, colocam o professor para pensar para dar uma resposta. Me vi, algumas vezes, nessa situação também. Há um grupo em um canto da sala que é afastado socialmente do resto da turma, que faz perguntas com uma curiosidade peculiar a respeito de plasmas. Geralmente, as suas perguntas geram brincadeiras de mal gosto ou protestos pelo restante da turma, que é uma atitude que eu repudio e tive que repreender a turma certa vez. Um outro grupo que se localiza na fileira do meio da sala que se esforça para entender o assunto, e em suas perguntas é possível perceber que eles se confundem com algumas definições, conceitos e grandezas físicas. Por último, o grupo mais afastado da mesa do professor, é um grupo mais desinteressado com a aula, ele faz poucas perguntas em relação ao resto da turma e geralmente eu via alguns desses alunos mexendo em seus celulares.

Um fator que os une é a questão de a turma ter algum dinheiro guardado que os alunos contribuem, de tempos em tempos, para realização de eventos da turma, inclusive, para a realização da formatura que acontecerá no próximo ano. No período das minhas observações, estava para ocorrer as Olimpíadas do Colégio de Aplicação (a OCA) e a Festa da Primavera, que seria uma festa que a turma organizaria para eles mesmos na escola, então os alunos estavam se organizando e administrando esse dinheiro para a confecção das camisetas da turma e para a realização dessa festa. Por conta disso, algumas discussões entre alguns alunos aconteceram durante as minhas observações a respeito da utilização desse dinheiro e a respeito de alguns colegas não estarem contribuindo. Mas depois dessa época, pareceu que esses conflitos entre os alunos já haviam sido resolvidos.

### **3.4. Relatos de Observação**

Nesta seção, estão os relatos de observação de vinte horas-aula ao longo de seis semanas, onde doze horas-aula foram observadas em aulas de Física; duas horas-aula, em aulas de Alemão e as outras seis horas-aula, em aulas de Matemática. Todas as observações foram feitas

na turma 201, a turma onde eu fiz a minha regência, exceto por um dia (09/09/2019), onde observei a aula de Física na outra turma de segundo ano, a turma 202.

### **3.4.1. Observação 1 – Dia 03/09/19 – Terça-feira**

**Períodos:** 1º e 2º (8h – 9h30min) – **Disciplina:** Física

**Turma:** 201

**Alunos Presentes:** 31

A aula começou com o Professor F me apresentando à turma: *“Este é o Edgard e ele vai observar a nossa aula hoje”*. Logo após, os alunos, preocupados com suas notas, perguntaram para o professor a respeito. Ele respondeu que teria que pensar como as entregaria.

A recente aposentadoria de um professor deixou os outros dois professores de Física da escola sobrecarregados: um é professor nos anos finais do Ensino Fundamental na escola e o outro, que estava ministrando essa aula, ocupa um cargo administrativo há 2 anos e agora está com acúmulo de trabalho. Havia um ar de preocupação na sala, tanto por parte dos alunos quanto do professor que estava esperando a resposta de um professor substituto.

Logo após, antes de começar a sua aula, o Professor F cobrou o uso de uniformes e o porte das carteirinhas de identificação dos discentes, itens obrigatórios para o aluno estar na escola. Sem maiores problemas quanto ao assunto, ele começou a sua aula de Física perguntando se o professor antigo havia falado sobre a 1ª Lei da Termodinâmica. Os alunos afirmaram que sim, e então o professor começou sua aula.

O docente perguntou para a turma o que significava a 1ª Lei da Termodinâmica e eles folhearam seus cadernos para encontrar a resposta, causando a seguinte reação no professor: *“Não procurem nos cadernos. Se vocês entenderam a aula dele, vocês sabem me dizer”*. Os alunos pararam e pensaram, mas ninguém respondeu, então o professor jogou palavras-chaves para os alunos: *“Lei”, “de conservação”, “de...”*, e um aluno rapidamente respondeu: *“de Energia”*.

Com esse conceito explicitado, o professor analisou com eles a palavra “Termodinâmica”, e como o termo “Termo” e “Dinâmica” estão associados, respectivamente, com os conceitos de Calor e Trabalho. A partir desse ponto, ele trabalhou bem esses dois conceitos: mostrou que, apesar de ambos serem medidos na unidade joule (J), não são grandezas de energia, e sim, processos de transferência de energia; e, ainda, lembrou como esses dois conceitos estão associados com a diferença de temperatura entre vizinhança e sistema e com a realização de força sobre o sistema, respectivamente. E, por fim, montou a equação da 1ª Lei

da Termodinâmica e mostrou como os processos de transferência de energia estavam associados com a variação da Energia Interna do sistema.

A aula do professor, em termos de Física conceitual, é ótima, pois o professor tem bom conhecimento nessa área e consegue transpor bem para a sala de aula. A intensidade da sua voz varia bastante, acredito ser um artifício seu para manter os alunos focados e não se tornar uma aula com uma voz monótona. No seu vocabulário, utiliza, de forma descontraída, palavras em inglês como “*Energy*”, “*Heat*”, “*Work*” e “*System*”; palavras do cotidiano do aluno, como “Mano” e, ainda, palavrões (aqui não explicitarei exemplos). A utilização desse último, tenho certo receio, pois o professor poderia ser mal interpretado causando complicações para si, porém, como um recurso para chamar a atenção dos alunos, acho válido.

Quanto aos alunos, estes são muito participativos, respondendo às perguntas do professor, fazem associações da aula teórica com os seus cotidianos e trazem perguntas e observações interessantes para a sala de aula. Esse fato é evidenciado pelo professor com um comentário dirigido a mim: “*Viu, Edgard? Aqui só tem fera! Tu tá preparado?*”. Como comentários e questionamentos ao longo da aula, destaco as observações a respeito que eles fizeram sobre o Universo: “*Então, professor, se nosso sistema é o Universo, o  $\Delta U = 0$ , logo a energia é constante*”, “*Professor, mas se  $\Delta U = 0$ , então a energia do universo vai acabar*”. Esse comentário e esse questionamento animaram o professor, e ele explicou que há apenas um valor para a energia do Universo e este valor se transforma em diversas formas de energia e o que acaba não é a energia, e sim, as trocas de energia em forma de calor, falando a respeito da “Morte térmica do Universo”.

No geral, os alunos se comportaram bem em sala de aula, observei apenas duas alunas em conversa paralela por um curto intervalo de tempo, o que não pareceu ter incomodado o professor. Observei um aluno dormindo na classe, e quando acordado, não olhava para o professor ou não prestava atenção na aula. Quanto ao uso de celular, foi necessário que o professor chamasse a atenção apenas de uma aluna logo no começo do 1º período. Notei, também, que quando o professor faz contas no quadro, os alunos perdem interesse e participam menos.

Ao fim do segundo período, o professor explicou como os alunos deveriam proceder para receber suas notas, como e quando seria a entrega dos pareceres trimestrais dos alunos.

Neste contato inicial com a escola, tive uma impressão positiva. Os alunos pareceram muito comprometidos com a proposta do Colégio, aparentando ter boas relações entre si, com os professores e com o espaço. Os servidores me receberam e atenderam bem, desde a minha chegada ao colégio. Gostaria de ter conhecido o Colégio de Aplicação antes na minha

graduação, já que ele se encontra no mesmo campus em que tenho a maior concentração de disciplinas.

### **3.4.2. Observação 2 – Dia 09/09/19 – Segunda-feira**

**Períodos:** 1º e 2º (8h – 9h30min) – **Disciplina:** Física

**Turma:** 202

**Alunos Presentes:** 32

Ao chegar ao Colégio, me posicionei na frente da sala de aula, aguardando o professor chegar para entrar com ele. Após o sinal do primeiro período soar, os alunos entraram na sala de aula e aguardaram o professor conversando e brincando de forma não moderada. Diversos alunos, notando uma demora fora do comum, vieram me perguntar se eu era o professor novo (o professor substituto), e eu respondi negativamente. Eles em resposta, perguntavam para mim ou o colega ao lado: *“Ué, cadê o professor, então?”*. Após 15 minutos do sinal ter soado, resolvi ir até a sala do professor procurá-lo e lá estava ele. Me cumprimentou e ainda conversou sobre assuntos corriqueiros. Eu, sem jeito, o lembrei: *“Professor, os alunos estão te esperando na aula.”*, e ele me respondeu prontamente: *“Mas minha aula é apenas às 8h45min.”*, e eu perguntei se não começava às 8h, e foi aí, então, que ele se lembrou que a sua aula começava às 8h, pegou rapidamente seus materiais e voltou comigo para a sala de aula. No caminho ele se justificou: achou que estávamos no dia de quinta-feira, portanto, a sua aula começaria apenas às 8h45min, ficou se sentindo mal pelo ocorrido, nunca se atrasou para dar uma aula dessa maneira. Notei que o aumento de carga horária, devido a aposentadoria do antigo professor, estava afetando negativamente os professores do colégio.

Chegando à sala de aula, os alunos haviam fechado a porta. Abrimos a porta e eles bateram palmas para o professor: queriam brincar com ele por conta do seu atraso. Em resposta, ele entrou na brincadeira com os alunos e desculpou-se diversas vezes. Contudo, repentinamente, ficou sério e aguardou por uns cinco minutos os alunos se aquietarem por conta própria, sem chamar-lhes a atenção. Com a sala em silêncio, ele desculpou-se novamente e iniciou a sua aula, que era de exercícios sobre a Primeira Lei da Termodinâmica. O primeiro exercício, tirado do livro didático, foi resolvido por ele com a turma. Era um exercício que cobrava a aplicação de valores na equação da Primeira Lei da Termodinâmica e a transformação de unidades de energia, de calorias (cal) para joules (J). Como complementação, o docente relacionou os valores fornecidos e obtidos na questão com o que acontece com o gás, como uma revisão da aula anterior.

Observei que, relativamente a outra turma, na minha primeira observação, houve mais conversas paralelas entre os estudantes, e o professor se sentiu incomodado com uma aluna, pedindo para que ela se sentasse em um lugar mais à frente da sala, isolada de seus colegas. Ela, então, arrastou a sua carteira até o local indicado, e, aparentemente, anotava a resolução do exercício em seu caderno. Esse fato não intimidou os outros, que mantinham um nível moderado de conversas paralelas à explicação do professor. Para ele, este nível pareceu razoável, pois não chamou a atenção de mais ninguém. A turma participou da mesma forma e intensidade que a outra, houve perguntas interessantes e pertinentes para um bom entendimento da matéria. Destaquei algumas delas feitas por eles: “*O que acontece com o gás quando ele não realiza trabalho?*”, “*O que significa o trabalho ser negativo?*”, “*O trabalho realizado pelo gás é sempre proporcional ao Volume dele?*”. O professor respondeu a todas dúvidas de forma muito clara e calma.

Ao finalizar o exercício, faltando trinta minutos para o fim do segundo período, o professor falou sobre projetos a serem realizados na escola, os quais foram propostos pelos próprios estudantes, como a revitalização do saguão do Colégio e a instalação de um toldo que se estenderia da entrada do prédio até o portão das escolas. Os alunos, muito contentes, aplaudiram o professor, recebendo muito bem a notícia.

Por fim, ele pediu para que os alunos realizassem seus exercícios, sem a utilização de celulares. Enquanto isso, ele chamou os alunos individualmente a sua mesa para divulgar as suas notas. Esporadicamente, chamou a atenção de um ou outro aluno que não estava realizando as suas tarefas, contudo, a grande maioria as realizava. Ao fim da aula, o professor se despediu dos alunos pedindo desculpas mais uma vez pelo seu atraso.

### **3.4.3. Observação 3 – Dia 17/09/19 – Terça-feira**

**Períodos:** 1º e 2º (8h – 9h30min) – **Disciplina:** Física

**Turma:** 201

**Alunos Presentes:** 27

O professor de Física nesse dia não veio para a aula, pois estava em viagem a trabalho pelo seu cargo administrativo da escola. Para não deixar os alunos ociosos, o professor deixou uma atividade avaliativa com questões subjetivas e objetivas a respeito de máquinas térmicas, da 1ª e 2ª Leis da Termodinâmica. A atividade poderia ser finalizada em aula ou na próxima aula e os alunos puderam realizar consultas em seus livros, cadernos e *internet* no celular. O professor substituto (Professor B), um professor da disciplina de Biologia do Colégio foi o

professor responsável pela aplicação da atividade. Aproveitando a oportunidade, apliquei juntamente com a atividade avaliativa um questionário a respeito das atitudes dos alunos em relação à Física (APÊNDICE A).

Os alunos, sentindo a necessidade da consulta ao livro, pediram ao Professor B por livros didáticos, já que eles não estavam em portes dos seus. Por essa razão, ele me pediu para que eu procurasse por livros na sala dos professores de Física. Fui até lá, sem sucesso, a sala estava trancada. Voltei, então, para a sala de aula.

Em grande parte, a turma se empenhou para responder ao meu questionário e à atividade avaliativa. Aos poucos, eles me entregaram os questionários. Concomitantemente, eles me pediram ajuda para a resolução da atividade, o Professor B e eu não vimos problema, uma vez que era uma atividade com consulta, inclusive fui encorajado por ele a auxiliá-los.

Os dois períodos foram em torno dessa dinâmica: resolvia dúvidas de um grupo de alunos, enquanto outro grupo de alunos me chamava para não perder a vez. O Professor B, por vezes, me sinalizou que alguns grupos me chamavam e que eu não havia percebido. Senti-me sobrecarregado pela demanda dos alunos e de explicar as mesmas dúvidas várias vezes. Pensei diversas vezes de ir ao quadro explicar questão por questão, mas pensei que a atividade pudesse perder a qualidade de avaliação, proposto inicialmente pelo professor e a aula se tornaria uma aula de resolução de exercícios, que foi o caráter da aula da semana anterior. Apesar disso, senti-me feliz, pois eles puderam contar comigo para tirar as suas dúvidas e, também, a monitoria é um dos trabalhos de professor que, particularmente, eu gosto.

As dúvidas que os alunos tiveram eram todas semelhantes entre si: suas dificuldades foram em torno da utilização da equação para o dado problema; relacionar as grandezas em uma regra de três; transformar unidades de medida; identificar qual calor provinha da fonte quente e qual calor era rejeitado para a fonte fria e, então, por conservação de energia, relacioná-los com o trabalho realizado pela máquina térmica; e articular o conceito de rendimento de uma máquina térmica.

**Período:** 3º (9h30min – 10h15min) – **Disciplina:** Alemão

**Turmas:** 201 e 202

**Alunos Presentes:** 11

No terceiro período das terças-feiras, está marcado aula de línguas. Cada aluno escolhe uma língua previamente para estudar na escola, nesse período, os alunos dos dois segundos anos do ensino médio se direcionam para as salas de aulas correspondentes à sua língua de

escolha. Informado de que na sala de aula da turma 201, que observei mais cedo, seria a aula de Alemão, eu escolhi observar esta aula, uma vez que já fiz Alemão por um semestre e, também, que seria na mesma sala da turma que estou observando.

A professora de Alemão (Professora A) entrou na sala com um “*Gutten Morgen!*” (“Bom dia!”, em português) bem animado, enquanto ainda havia alunos saindo para as suas aulas e os alunos da outra turma do segundo ano estavam entrando para a aula de Alemão. Apresentei-me para ela, e ela ficou feliz que eu a estaria observando. Rapidamente, pediu para os alunos se sentarem e abrirem seus livros e escreveu no quadro a data do dia em alemão e, em forma de tabela, alguns verbos na linha superior e os pronomes pessoais na primeira coluna. Os alunos, automaticamente e em uníssono, conjugaram os verbos no tempo verbal pedido pela professora, enquanto ela os escrevia no quadro.

Observei uma dinâmica entre os alunos e a professora que achei peculiar: por vezes, ela fez perguntas a respeito da matéria e os alunos as responderam corretamente, e logo, um aluno fez uma piada com outro colega ou até com a professora, e em seguida a professora fez “*Shiu!*”, pedindo por silêncio. Esse roteiro se repetiu diversas vezes ao longo da aula, era quase automático. Mas a aula foi descontraída, às vezes os alunos brincavam com ela e vice-versa. E, apesar dessa dinâmica, os alunos perguntaram bastante a respeito da matéria e a Professora A os respondeu de boa vontade.

Mais para o fim da aula, ela pediu para que os alunos respondessem às questões do livro, e, enquanto isso os alunos perguntaram a respeito de algumas cidades da Alemanha, como Berlim e Munique, a professora os respondeu com muito entusiasmo e ainda acrescentou os sentimentos dos suíços e austríacos, que também tem o Alemão como língua oficial, mas o resto do mundo esquece desse fato. Após essa breve curiosidade que a professora trouxe, ela pediu que os alunos lessem os textos do livro em voz alta, e assim o fizeram da melhor forma que puderam, mesmo com a dificuldade na pronúncia. O sinal soou para o intervalo da manhã e a professora se despediu deles, e logo mais, a sala se encheu com os alunos da turma 201 buscando suas coisas para sair para o intervalo, no pátio da escola.

Observei que os alunos são bem engajados com as atividades da professora, credito à boa relação entre a professora e a turma, apesar dessa dinâmica peculiar entre eles. Ter uma boa relação com os alunos é um bom passo para o professor ter a atenção dos alunos e a predisposição deles para aprender e se engajar. Mas, é preciso saber como pedir para os alunos fazerem silêncio quando necessário sem afetar na boa relação. Acredito que essa dinâmica da professora não afeta na relação entre eles, mas também, não é eficiente para pedir que eles façam silêncio.

**Períodos:** 4º e 5º (10h40min – 12h10min) – **Disciplina:** Matemática

**Turmas:** 201

**Alunos Presentes:** 26

Resolvi observar a aula de Matemática pela minha conveniência de horário, uma vez que nesse dia eu estaria na escola a manhã inteira. Contudo, acabou sendo uma aula útil de se observar, pois como a disciplina de Matemática é uma disciplina onde os alunos devem se concentrar para fazer exercícios em aula, eu pude conhecer como era o estilo dessa turma frente a uma aula nesse estilo.

Ao entrar na sala, antes do sinal do fim do intervalo soar, a professora de Matemática (Professora M) da turma já estava na sala. Apresentei-me a ela como o estagiário da Licenciatura em Física, ela disse que tudo bem, porém que na aula dela havia apenas uma regra: *“Ninguém come e nem bebe”*. Eu estava com uma taça de café que havia comprado na cantina da escola no intervalo, eu, sem contestar, voltei para o corredor da sala de aula e tomei meu café apressadamente antes da aula dela começar. Particularmente, acho uma regra exagerada, pois ela utiliza essa regra para que os alunos não percam o foco da aula com outras coisas.

Assim que todos os alunos voltaram do intervalo, a professora reclamou da demora dos alunos e pediu que eles voltassem para a sala antes do sinal tocar, pois ela perdia muito tempo de aula esperando por eles. E enquanto ela fez esse pedido aos alunos, alguns alunos chegaram atrasados, deixando ela um pouco mais irritada com a situação. O tom da Professora M era autoritário ao longo do seu discurso.

Após isso, ela iniciou a sua aula, que seria de resolução no quadro de questões da lista de exercícios. Ela pediu por sugestões de exercícios e alguns alunos, prontamente, disseram o número daqueles exercícios que mais tiveram dificuldades, e que, aparentemente, era dúvida de todos na turma. Dessa forma, a Professora M conseguiu um total de cinco questões para a sua aula. Ela estava acompanhada de uma estagiária (Estagiária M) e a Professora M combinou com todos de que a resolução dos três primeiros exercícios seria ela mesma que resolveria e a Estagiária M resolveria os dois últimos.

E assim a aula se seguiu, as questões eram a respeito de Progressões Aritméticas (PA). A turma estava em silêncio e quase não respondeu às perguntas da professora, e a aula se tornou maçante, quase que um monólogo. Acredito que os alunos estavam chateados com a Professora M devido ao discurso inicial dela, e em represália não a respondiam. Mas aos poucos, alguns alunos começaram a responder, até que um momento a pergunta da professora foi a respeito de

uma soma, e uma aluna que acompanhava a aula atentamente respondeu um certo valor, a professora escreveu aquele valor no quadro e continuou a resolução da questão, até que, ao fim da questão, ela encontrou um valor diferente do esperado e anunciou: “*Tem coisa errada aqui*”. A Estagiária M logo identificou o erro da questão, que estava na soma da aluna, e então a professora comentou com a sua estagiária em tom que todos pudessem ouvir: “*Viu só? Eu ouço eles e faço bobagem*”. Achei um comentário muito negativo para os alunos, pois além de diminuí-los, desprezou as poucas respostas que ela recebeu durante a sua aula. Me perguntei: “Qual seria a motivação dos alunos de seguirem participando da aula?”.

Após terminar as suas questões, a Professora M abriu espaço para a Estagiária M fazer as duas últimas questões. A estagiária, nervosa, começou a resolução das questões com a turma, e, diferentemente, da Professora M, ela não fez perguntas para a turma responder, ela tinha o seu roteiro de resolução pronto em um papel. Em um momento da aula da estagiária, a Professora M, que circulava pela sala de aula, interrompeu repentinamente para ameaçar os alunos que utilizavam celular em aula. A estagiária terminou as suas resoluções e a professora interveio a respeito da última questão feita. Ela falou para a turma que o jeito da estagiária era complicado de resolver aquela questão, e mostrou outro jeito, que ela julgava ser mais fácil, de resolver a mesma questão.

Nos últimos vinte minutos de aula, a professora iniciou um assunto novo, a Progressão Geométrica (PG), distribuiu uma folha com questões, e ainda pediu para que os alunos fizessem um exercício inicial a respeito do assunto que era montar a sua própria PG e aquela que fosse mais elaborada iria ser colocada no quadro e ainda daria uma nota extra ao seu criador. Ela olhou para mim e disse: “*Skinner na veia, né? Só no reforço positivo com esses daqui*” se referindo aos alunos. A Professora M circulou pela sala procurando as PGs que seriam “premiadas”, e pediu para a estagiária anotar os nomes dos alunos. Sei que, às vezes, os professores não têm muito tempo para a preparação de aulas, e que a utilização de um viés *behaviorista* se faz necessário por ser uma metodologia simplória, apesar de ser metodológica e epistemologicamente inadequada em um contexto de ensino que pretende se afastar do “tradicional”, mas o que me impressionou na fala da Professora M é que ela comentou em aula possuir um doutorado em Ensino de Matemática e ainda expor que se utilizaria do método comportamentalista sem receios.

Ao fim da aula, a professora ainda comentou com a turma a respeito dos alunos de outras épocas e como eles faziam perguntas difíceis para ela e que ela não se sentia desafiada fazia tempos, após uma pergunta interessante de um dos alunos da sala ao longo da aula. A Professora

M rebaixou os alunos durante toda a sua aula, e esses fatos relatados me deixaram muito incomodado com a aula dessa professora.

Observei, durante a aula, que os alunos pegavam um chocalho que havia em cima da mesa da professora e saíam da sala logo em seguida, e quando voltavam, um colega pedia o chocalho e saía da sala também. Essa foi uma dinâmica constante entre os alunos na sala. E eu, sem entender, fui perguntar para a Professora M, ao fim da aula, o que significava o chocalho e ela me contou que era um método dela para que os alunos pudessem sair da sala de aula sem pedir para ela, para que não atrapalhasse a sua aula, e que fosse um por vez, e ainda, que passassem vergonha nos corredores portando tal objeto nos corredores da escola. Inicialmente, antes do chocalho, o objeto era um ursinho de pelúcia o qual foi substituído pelo chocalho pois ela relatou que aquele estava muito sujo. Acredito ser um método falho, pois houve um fluxo constante de alunos se levantando, saindo e entrando na aula, atrapalhando mais a aula do que se eles levantassem a mão para pedir para sair.

#### **3.4.4. Observação 4 – Dia 24/09/19 – Terça-feira**

**Períodos:** 1º e 2º (8h – 9h30min) – **Disciplina:** Física

**Turma:** 201

**Alunos Presentes:** 28

Nesse dia, esperei pelo professor dentro da sala, e ele chegou pontualmente, e ainda chamando atenção de uma aluna que comia em sala de aula: *“Não é permitido comer em sala de aula aqui na escola”*. A aluna guardou o seu lanche, e eu, aparentemente, julguei mal a Professora M na observação passada, achando que era mais uma de suas regras. Logo, uma segunda aluna abordou o professor pedindo alguma coisa para ele, e, então, ele fala para turma: *“Pessoal, a colega de vocês tem um aviso!”*. A colega pediu para a turma que as camisetas da turma deveriam ser pagas o quanto antes para ela. Percebi, com esse discurso, que os alunos e a escola estavam se preparando para a semana de olimpíadas do colégio, a OCA (Olimpíadas do Colégio de Aplicação).

O professor, como de costume, deu alguns recados para a turma: alertou sobre o uso de celular e que estes deveriam estar guardados nas mochilas; pediu para que os alunos deixassem os cadernos em cima da mesa para que eles *“pudessem anotar coisas interessantes que ele pudesse dizer em aula”*; avisou, ainda, sobre a situação do novo professor que estava no hospital, pois ele se acidentou e estava esperando a alta do hospital para assumir a posição; e, por fim, comentou que eu entraria para dar estágio no fim de Outubro.

Em seguida, ele iniciou a aula dando um panorama sobre os assuntos trabalhados até o momento. Ele havia iniciado com o assunto de Máquinas Térmicas, foi para a Primeira e Segunda Leis da Termodinâmica, e, naquela aula, ele apresentou um quadro geral do que seria trabalhado nas próximas aulas, que seriam os efeitos da transferência de Calor.

Ele comentou que esses efeitos poderiam ser de quatro tipos: realizar trabalho (relacionado com a Primeira Lei, portanto esse efeito já foi visto), alterar a temperatura ou a energia interna de um sistema, alterar as dimensões de um corpo ou alterar o seu estado físico. Ao falar desse último, os alunos fizeram perguntas muito curiosas, como: “*Como que é aquilo de um gás ser um gás até certo ponto, e depois vira plasma?*” e “*Por que a água evapora se ela não atinge a temperatura de ebulição?*”. O professor respondeu as duas de forma muito clara, com vários exemplos. A primeira, ele interpretou que a aluna queria saber a diferença entre os estados gás e vapor, e a aluna confirmou, dando a explicação devida, ele ainda comentou um pouco a respeito do plasma, já que a aluna havia mencionado. Já na segunda questão, achei interessante que a própria pergunta se responde: ebulição e evaporação são processos diferentes; mas, o professor explicou com exemplos de secagem de roupa e os fatores que contribuem. Achei importante o professor se dedicar para responder as perguntas dos alunos, pois ele não perdeu o momento de pergunta do aluno, respondeu a perguntas que partiram espontaneamente dos próprios alunos.

Ao início do segundo período, o professor iniciou a matéria do dia que seria dilatação térmica. Deu uma breve explicação do que acontece a nível microscópico com as moléculas de um corpo e começou a relacionar as grandezas relacionadas em uma dilatação linear. Nesse instante, o nível de conversas paralelas dos alunos estava ultrapassando os limites que o professor considerou aceitável e parou a sua aula para pedir que todos ficassem em silêncio, pois ele “*estava perdendo a sua paciência e concentração*”. Os alunos se silenciaram e permaneceram assim pelo resto da aula.

Ele apresentou, com pouca contextualização, a equação da dilatação linear e o que cada grandeza da equação representava. Frisando bem, brincou com a turma repetindo diversas vezes “*Por analogia*” que as dilatações superficiais e volumétricas tinham equações muito semelhantes. E antes que aula terminasse, apagou todo o quadro, colocou as equações uma ao lado da outra, e sem muitas explicações, escreveu as relações entre os coeficientes de dilatação linear, superficial e volumétrica. E, ao fim, deu um descanso de cinco minutos antes do sinal para o próximo período.

Entendo que por estar sobrecarregado de funções na escola, que o Professor F faz esses tipos de aulas: aulas com poucas contextualizações, e apenas exposição dialogada, sem nem

utilizar os recursos computacionais que a própria escola oferece. Mas observo que ele tenta aproveitar ao máximo esses momentos de pergunta dos alunos, para tentar manter ao máximo a atenção e interesse dos alunos nas aulas de Física.

**Período:** 3º (9h30min – 10h15min) – **Disciplina:** Alemão

**Turmas:** 201 e 202

**Alunos Presentes:** 11

Nesta aula, a professora me avisou que seria uma aula de pesquisa. Os alunos estavam montando apresentações rápidas sobre Berlim, eles escolheram um local, construção ou monumento que julgavam interessante da cidade e procuraram por cinco informações da história, da geografia e da cultura desse objeto de estudo. Eles deveriam apresentar as suas pesquisas no dia seguinte a essa aula.

A professora direcionou alguns alunos para a sala dos computadores da escola, enquanto outros ficaram em sala pesquisando em seus próprios celulares e alguns, no computador da sala. Esse fato, fez com que a Professora A ficasse transitando entre ambas salas. Enquanto ela estava na sala de aula, os alunos fizeram várias perguntas para ela, de curiosidades e de pronúncia de algumas palavras, e enquanto ela estava na outra sala, os alunos conversaram entre si sobre os mais diversos assuntos como *Youtubers*, filmes e seriados.

Observei que havia um aluno em um canto isolado dos outros colegas, ele era da turma 202 e estava com os pés em cima de uma outra cadeira mexendo em seu celular, sem parecer estar pesquisando. Já havia notado ele na aula de Alemão da semana anterior e o considerei apenas um aluno alheio à escola e aos conteúdos e que não gostava da escola e não queria estar ali. Nessa aula, observei ele fazendo um risco a lápis na parede ao lado de diversos outros que já estavam lá, como se ele estivesse contando os dias. Em um dado momento, a Professora A foi falar com ele, perguntando a respeito do trabalho e do que ele havia escolhido e o aluno conversou com ela de boa vontade falando a respeito de lugares de Berlim. Logo mais, a professora levantou-se e circulou pela sala de aula monitorando o trabalho de outros alunos. Até que este aluno em questão se levantou, arrumou as suas coisas e saiu da aula, andando de um jeito brincalhão. A professora veio falar comigo: *“Ele é um aluno com necessidades especiais: tem dificuldade para se relacionar com os outros e tem várias coisas passando pela sua cabeça, como se chama o nome disso mesmo?”*, e eu respondi que ele poderia possuir o transtorno do espectro autista, e ela complementou que ele era muito inteligente também, e eu,

com o conhecimento mínimo sobre o assunto, lembrei a professora que talvez pudesse ser Síndrome de Asperger, e ela concordou comigo.

A aula seguiu normalmente com essa dinâmica da professora transitando entre as salas, e chegando perto do fim do seu período, passou por todos os alunos perguntando pelo andamento dos trabalhos e, pela sua reação, conclui que todos estavam bem encaminhados para a apresentação no dia seguinte. A aula terminou e os alunos levantaram-se para sair da sala para o intervalo.

Após essa situação com esse menino, refletindo a respeito, analisei como estamos mal preparados para lidar com alunos com necessidades especiais, apesar de termos uma disciplina na Faculdade de Educação a respeito, pouco estamos preparados para lidar com eles e proporcionar momentos de inclusão.

**Períodos:** 4º e 5º (10h40min – 12h10min) – **Disciplina:** Matemática

**Turma:** 201

**Alunos Presentes:** 29

A Professora M e a Estagiária M entraram na sala e aguardaram a turma se acomodar após o intervalo da manhã. A professora iniciou a sua aula pedindo silêncio por parte da turma, pois não queria ser incomodada durante a aula que ela precisava dar continuidade e, em seguida, continuou a sua explicação a respeito de Progressão Geométrica (PG) e iniciou a sua aula com as PGs “premiadas” da aula anterior, encontrou em cada uma delas a razão e o termo inicial. Os alunos que estavam interessados participavam da aula fazendo perguntas e a Professora M os respondia de forma séria.

A professora resolveu uma conta de divisão com números decimais transformando-os em frações, e ela observou rostos com dúvidas no que havia sido feito e ela respondeu àquilo: *“Pessoal! Vocês são alunos de segundo ano indo para o terceiro e ainda não entendem essa divisão?”*. Apesar do comentário, armou a divisão em um canto do quadro e mostrou a resolução da divisão de outra forma. Vários alunos conseguiram relacionar aquela divisão que eles conheciam com a divisão de frações que a professora realizou anteriormente.

Enquanto os alunos copiavam os exemplos e resoluções, eles conversavam entre si, e a professora tirava dúvidas individuais no meio disso, e não pareceu se importar com as conversas. Após isso, ela apresentou um problema de juros compostos e quis relacionar, juntamente com os alunos, a matemática financeira com a PG. Eles procuraram obter os quatro primeiros termos com os juros dados e tinham que obter a equação geral dos juros compostos

e como ela se relacionava com a equação do termo geral da PG. Os alunos estavam engajados na resolução do problema proposto e enquanto isso, o sistema do chocalho da Professora M se mantinha: fluxo constante de alunos se levantando, saindo, entrando e sentando.

Ao terminar o problema, a professora deu exercícios para os alunos resolverem e ela e a Estagiária M se colocaram a andar pela sala para auxiliá-los. A Professora M lembrou os alunos a respeito do Laboratório de Matemática a tarde, onde eles poderiam tirar dúvidas. Chegando próximo ao fim do segundo período, a professora repassou o seu planejamento de aulas com os alunos até as suas provas finais do trimestre. E antes que a aula terminasse, a aluna que estava organizando a turma para as OCA repetiu os avisos a respeito das camisetas da turma e deu novos avisos sobre a Festa da Primavera da escola que eles estavam organizando.

Faltando cinco minutos para o sinal do último período, os alunos já haviam recolhido seus materiais e a Professora M sem ter o que fazer nos últimos minutos anunciou: “*Nem eu aguento esperar pelo sinal, vamos embora!*”, e tomando a dianteira, abriu a porta e saiu de aula liberando todos os alunos.

Acredito que esse estilo de aula da professora não seja muito benéfico para criar uma boa relação entre ela e seus alunos. Sinto que esse estilo autoritário afasta os alunos e os desmotiva a estudar a sua matéria. O ensino ocorre de uma interação entre pessoas, se a interação não é boa, o ensino também não.

### **3.4.5. Observação 5 – Dia 01/10/19 – Terça-feira**

**Períodos:** 1º e 2º (8h – 9h30min) – **Disciplina:** Física

**Turma:** 201

**Alunos Presentes:** 29

Nesse dia, entrei na sala com o professor, e enquanto eu me ajeitava em uma carteira, ele ligou o projetor e o computador da sala, e procurou por “1000 questões de dilatação” no *Google*. O docente buscava um *site* que ele havia, previamente acessado e abriu um arquivo com centenas de questões sobre dilatação térmica. Pesquisando pela página, encontrou os exercícios que havia selecionado para resolver em aula com os alunos.

Então, ele se direcionou para a turma, cumprimentando-os, pedindo para deixar seus celulares guardados em suas mochilas e bolsas e para que abrissem seus cadernos. Os alunos se organizaram, pegando seus cadernos e se acomodando em seus lugares. A primeira questão que o professor havia separado era de um vestibular de Uniube-MG, ano não informado, em que fornecia dados do comprimento de um trilho de trem na Europa e do material do qual era

constituído e seu respectivo coeficiente de dilatação linear, e comentava das grandes variações térmicas ao longo do ano, onde no inverno fazia temperaturas de  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  e no verão,  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  e perguntava qual seria a variação do comprimento desse trilho em questão. O professor resolveu a questão no quadro para a turma, o primeiro passo que ele adotou foi calcular a variação da temperatura ao longo do ano, pelos dados da questão, fazendo a conta de cabeça colocando no quadro “ $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ”. Ele perguntou se todos entenderam de onde saiu os  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , e uma aluna respondeu firmemente que não. Então, o professor desenvolveu a conta da variação de temperatura, e ainda incrementou a sua explicação falando sobre a reta dos reais e como o  $-10$  e o  $30$  estavam separados de  $40$  unidades.

Quando o professor aplicou as informações do problema na equação da dilatação, um aluno pergunta: “*O que significa o  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ?*”. Na aula passada, havia sido muito rápida a explicação da dilatação e o professor não havia conseguido explicar as unidades de medida de cada termo. Com uma breve análise dimensional, sem escrever nada no quadro, ele mostrou porque o coeficiente de dilatação teria essa unidade. O aluno, indo mais adiante, perguntou: “*E se a temperatura estiver em kelvin, o coeficiente de dilatação estaria em  $\text{K}^{-1}$ , e então o valor seria diferente?*”. O professor o respondeu positivamente. Contudo, ele não explicou que a variação de temperaturas na escala Celsius e na escala Kelvin são as mesmas, e, portanto, o coeficiente de dilatação em  $^{\circ}\text{C}^{-1}$  e  $\text{K}^{-1}$  possuem o mesmo valor. Analisei que o professor estava com pressa para terminar a primeira questão e por isso esqueceu-se de comentar sobre esse fato para o aluno. Por fim, deixou os alunos terminarem a conta, após aplicado os valores na equação, e saiu repentinamente da sala, sem falar nada: ele estava à procura de uma professora e ela devia ter passado na frente da sala. Ao voltar para a sala, sem comentar nada sobre a sua saída inesperada, terminou de fazer as contas com a turma, e procurou pela questão seguinte.

A segunda questão era de nível difícil, do vestibular do Mackenzie-SP, apesar do professor ter comentado em aula que era nível médio, observei que ele queria deixar os alunos atentos. Acredito que essa estratégia pode ter dois efeitos nos alunos: Ou eles podem se sentir mal por não conseguir resolver uma questão de nível “médio”, ou eles podem se sentir motivados a buscar a resolução da questão sozinhos, já que nível médio é uma questão passível de ser resolvida sem grandes dificuldades. Esta questão que o professor propôs deu informações do comprimento inicial de duas barras à temperatura  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  e o coeficiente de dilatação térmica do material que constitui cada barra (eram materiais diferentes), e perguntou em qual temperatura ambas barras teriam o mesmo comprimento. Julgo difícil, pois o aluno deve utilizar o fato de que  $L_f = L_0 + \Delta L$  e utilizar a equação da dilatação e comparar o  $\Delta T$  e  $L_f$  de cada uma.

O professor iniciou a resolução dessa questão explicando o que significa uma barra ter maior coeficiente de dilatação em comparação com a outra e que, para o objetivo da questão, a barra que tivesse menor comprimento era a barra que devia ter maior coeficiente; ainda, fez uma analogia com dois carros de velocidades diferentes um tentando alcançar o outro em uma pista retilínea. Um aluno no meio da explicação perguntou se as barras eram inversamente proporcionais entre si. Creio que o aluno tenha entendido a explicação do professor, e que também tenha entendido que a coeficiente e comprimento inicial são grandezas inversamente proporcionais, porém, não soube expressar a sua dúvida, pois não dizemos que dois corpos guardam relações de proporcionalidade, e sim, as grandezas físicas guardam essas relações. O professor pediu para que os alunos tentassem resolver, e depois de cinco minutos avançou na resolução, organizando em uma tabela as informações que a questão trazia. Novamente pediu para que os alunos continuassem trabalhando, mas os alunos apresentavam dificuldades em relacionar o  $\Delta T$  e  $L_f$  de cada barra. Até que o professor, no quadro, demonstrou a equação que relacionava ambos:  $L_f = L_0 + L_0 \cdot \alpha \Delta T$ . Uma aluna perguntou se o jeito que ela havia feito estava certo, descreveu detalhadamente o passo a passo e os valores que ela utilizou e os valores encontrados em cada conta até que o professor a interrompeu, pois todos estavam ficando muito confusos. Ele pediu para que a aluna viesse ao quadro explicar, e ela, prontamente, levantou-se e pegou a caneta com o professor e começou a colocar no quadro as contas que fez, onde uma delas era obter a diferença dos comprimentos iniciais mas notou que, a partir desse ponto, ela não sabia o que fazer com esse resultado e desistiu de continuar, então, ela devolveu a caneta ao professor e sentou-se. Após essa iniciativa da aluna, o professor fez as contas e obteve a resposta da questão e apontou para o raciocínio da aluna que estava em um bom caminho, pois em suas contas, ao isolar o  $\Delta T$ , havia uma parcela da conta onde se tomava a diferença dos comprimentos iniciais.

Quando o professor vai ao computador buscar por uma terceira questão, nota que uma outra aluna estava concentrada em seu celular, e chamando a sua atenção, ele toma o celular dela, o qual ela entregou sem nenhuma resistência. Observei que, no resto da aula, ela pegou o seu caderno e anotava as contas feitas no quadro pelo professor. A terceira questão proposta era uma questão de um vestibular do Ceará, de nível fácil, na qual eram fornecidos valores do comprimento inicial de uma barra e o comprimento final dessa mesma barra após ela ter sofrido uma variação de temperatura, a questão era sobre o valor do coeficiente de dilatação linear do material dessa barra. O professor deixou a turma resolvendo por um tempo essa questão, a qual, em sua maioria, não teve dificuldades de resolver. Logo, ele foi ao quadro e resolveu a questão em poucos passos.

A quarta questão que ele propôs para a turma mudou de dilatação linear dos sólidos para a dilatação superficial dos sólidos, uma questão de nível fácil também, do vestibular do Mackenzie-SP. Eram fornecidos variação de temperatura e de área de uma chapa metálica, e o coeficiente de dilatação linear, e perguntava qual era a área inicial da chapa metálica. Após ler com os alunos a questão ele chamou a atenção para o coeficiente: *“Se esta é uma questão de dilatação superficial, por que ele está falando de coeficiente de dilatação linear nessa questão?”*, alguns alunos se deram conta, olhando para as suas equações no caderno de que o coeficiente de dilatação superficial era o dobro do coeficiente de dilatação linear, e então a questão ficou, para muitos, fácil de ser resolvida. Alguns alunos se ajudaram explicando o fato do coeficiente de um ser o dobro do outro pelas equações que tinham anotadas e não pelo seu significado físico. Com poucos minutos para acabar a aula, o professor, rapidamente, escreveu a equação de dilatação superficial no quadro, calculou o coeficiente de dilatação superficial, e aplicou as informações na equação e obteve o valor para a área inicial de  $100.000 \text{ cm}^2$ , contudo, a área inicial estava em unidades de centímetros quadrados, e não metros quadrados como a questão solicitava, então, o professor desenhou um quadrado no quadro e perguntou: *“Quais são os lados do quadrado que dão área  $100.000 \text{ cm}^2$ ? É  $100 \text{ cm}$  por  $100 \text{ cm}$ , não é? Logo, cada lado tem  $1 \text{ m}$ . E  $1 \text{ m}$  vezes  $1 \text{ m}$  é  $1 \text{ m}^2$ , então a resposta final é  $1 \text{ m}^2$ ”*. E o sinal da escola para o terceiro período tocou, terminando a aula do professor.

Entendo que pelo contexto do professor e da escola, ele não pôde planejar uma aula de dilatação com o objetivo de proporcionar uma aprendizagem mais significativa para os alunos, e teve que recorrer a questões prontas de vestibulares antigos que cobram a mera aplicação de valores em uma fórmula. É claro que para alguns estudantes que pretendem prestar o concurso vestibular nos anos seguintes, esse tipo de aula pode ser interessante para que os alunos conheçam o que é cobrado em uma prova de vestibular. Mas para um contexto em que se pretende dar um significado maior para os valores e dados utilizados nas questões, essa não é uma das melhores estratégias.

**Períodos:** 4º e 5º (10h40min – 12h10min) – **Disciplina:** Matemática

**Turma:** 201

**Alunos Presentes:** 31

A Professora M iniciou a aula dando instruções para os alunos sobre como funcionaria os laboratórios didáticos já que a data de uma prova de matemática se aproximava e o fluxo de alunos nos laboratórios seria mais intenso. Eles deveriam colocar seus nomes em uma lista que

a professora iria passar durante a aula. Após esse comunicado inicial, ela explicou que a aula desse dia seria uma avaliação, em duplas, da entrega da resolução de questões selecionadas pela professora da lista de exercícios entregue aos alunos na aula anterior. Contudo, para não haver conferência de resolução com as duplas vizinhas, ela organizou dois blocos de questões com cinco questões cada uma e cada dupla recebeu da professora um desses blocos. Ela deixou claro para os alunos que o que contaria na avaliação era a resolução da questão e não a resposta final, uma vez que a lista de exercícios já continha o gabarito das questões.

Em poucos minutos, após o início da tarefa da resolução, o barulho das conversas entre as duplas se intensificou e a professora pediu: “*Ambiente de prova, pessoal! Façam o máximo de silêncio possível!*”, e logo barulho se amenizou, mas ainda constante, pois os alunos precisavam conversar entre si. Todos se mostraram engajados para resolver as cinco questões.

Após distribuir os blocos de questões para cada dupla, ela pegou um bloco de notas e os alunos levantavam a mão pedindo por auxílio na resolução, e ela escrevia os seus nomes nesse bloco. Entendi que esse era mais um dos sistemas dessa professora: era um sistema de fila, para ser justa com quem chamasse pela sua ajuda primeiro, apesar de, às vezes, atrapalhar a sua explicação para uma dupla, pois os alunos a interrompiam pedindo para colocar os seus nomes na lista, foi um sistema que funcionou e ninguém se sentiu injustiçado com ele. Uma dificuldade recorrente que a professora explicava para as duplas com dúvidas era a resolução de equações exponenciais. Enquanto isso, a Estagiária M foi designada pela professora para auxiliar duas alunas que estavam voltando de uma viagem e haviam perdido algumas aulas, e a estagiária deu aulas sobre o PGs.

A aluna que havia sido tomada o celular pelo professor no primeiro período daquele dia, recebeu duas chamadas de atenção da professora. A primeira, foi quando ela chamou por auxílio da professora uma segunda vez, em que a professora reagiu de forma ríspida: “*Tem dúvida? Ainda?*”. E a segunda vez, foi quando esta aluna estava voltando do banheiro cabisbaixa e a professora notando comentou: “*Hoje tu tá lenta, quase parando, hein?*”. Notei que não estava sendo um dia bom para esta aluna mesmo, pois o professor de Física já havia reclamado da sua falta de atenção mais cedo em sua aula. Talvez ela pudesse estar com algum tipo de problema pessoal nesse dia, ou não estava bem física ou mentalmente, mas essas reações da professora que estava se disponibilizando para ajudar os alunos, são desnecessárias para qualquer aluno.

Nos trinta minutos finais, a professora entregou pareceres aos alunos a respeito dos laboratórios didáticos e, ainda, se pôs a receber as avaliações das duplas sentada à mesa do professor. Quando uma dupla de meninos entregou a sua folha, a professora passou os olhos pelas resoluções e perguntou apontando para algo na folha: “*Certeza que quer entregar*

*assim?*”. Os meninos olhando para a avaliação responderam positivamente, e em tom de ameaça a professora respondeu com *“Então, tá!”*. Ela chamou, ainda, um outro rapaz, e conversou em privado com ele, porém, esta parecia uma conversa mais amistosa e, aparentemente, conversaram a respeito de suas avaliações, pois ela segurava a avaliação dele e apontava para pontos específicos da folha, e ao fim ela acrescentou de forma que consegui ouvir: *“Tem que melhorar isso, tá bem?”*. O aluno concordou com ela e voltou para sentar-se.

Nos cinco minutos finais, a professora foi verificar o trabalho da estagiária com as alunas e perguntou para elas como havia sido a viagem, e as alunas com grande entusiasmo contaram para a professora e a estagiária. Enquanto isso a turma organizou seus materiais e se arrumou para sair, quando a professora terminou sua conversa, liberou a turma para sair antes de o sinal tocar.

#### **3.4.6. Observação 6 – Dia 08/10/19 – Terça-feira**

**Períodos:** 1º e 2º (8h – 9h30min) – **Disciplina:** Física

**Turma:** 201

**Alunos Presentes:** 32

Os alunos se organizavam em suas carteiras, no início da aula, quando o professor chegou à sala de aula, caminhando passo-a-passo, como se não quisesse fazer barulho, para brincar com os alunos. Então, ele parou, olhou para a turma e deu um vigoroso *“Bom dia!”* para os alunos, para deixá-los em alerta. Como de costume, ele cobra de alguns alunos o uniforme ou o porte da carteirinha da escola e pega suas canetas e começa a escrever no quadro. A ideia dele era retomar tudo o que foi visto até o momento sobre termodinâmica, então ele fez uma lista dos efeitos da troca de calor entre sistemas: *“Realização de Trabalho”*, *“Alteração das dimensões”*, *“Alteração de temperatura”* e *“Alteração de estado físico”*; e ao lado dessa lista, escreve *“Sólido”*, *“Líquido”* e *“Gasoso”* com flechas ligando essas palavras. Pressenti que a aula seria a respeito de calor latente.

Enquanto o professor terminava de escrever no quadro, a turma estava em silêncio, e dois alunos, uma menina e um menino, começaram a discutir a respeito de uma questão financeira da turma. Pelo contexto da discussão, pude entender que a turma possui um fundo em que os alunos contribuem mensalmente para a organização de eventos da turma, como, por exemplo, as Olimpíadas da escola, que estavam para ocorrer em uma semana, e por conta de uma festa que a turma organizou, a Festa da Primavera, houve despesas extras e a turma deveria contribuir com um valor a mais naquele mês e alguns colegas não estavam contentes com isso. A discussão

foi pacífica, sem xingamentos, mas criou um clima desconfortável na turma. Quando o professor percebeu que os dois alunos estavam prestes a levar a discussão para outro lado, ele se virou do quadro e apenas encarou os alunos. Os dois alunos, percebendo, a atitude do professor, pararam a discussão e ele esperou alguns instantes e disse calmamente: *“Devo lembrá-los que vocês estão em uma aula de Física, vocês devem estar com seus cadernos abertos em cima da classe e com celulares guardados. Essas discussões vocês deixam para outro momento.”*

Para começar a sua aula, de fato, o professor recapitulou conceitos importantes da Termodinâmica, como a Temperatura e o Calor. Utilizou aproximadamente quinze minutos para lembrar que a temperatura está relacionada com a energia cinética média das moléculas de um sistema e como esta é uma grandeza macroscópica que representa um comportamento microscópico, que o calor é uma forma de transmitir energia através de diferença de temperaturas. Nessa linha de raciocínio, lembrou que a energia interna de um sistema pode ser de dois tipos, cinética ou potencial, quando o calor causa uma variação na energia cinética, há variação na temperatura e quando ele causa uma variação na energia potencial, uma energia de posição, armazenada pela interação entre dois corpos, haverá, então, não uma alteração de temperatura, e sim uma alteração de estado de agregação da matéria. Ou seja, quando há alteração do estado físico da matéria, não há alteração do estado físico da matéria. Particularmente, eu gostei dessa linha de explicação e diferenciação entre calor sensível e latente e as suas relações com as energias cinéticas e potenciais, estas estudadas no ano anterior. Boa parte da turma, sem conversas paralelas, prestou atenção na explicação do professor, a outra parte estava com olhares distantes, sem prestar atenção, mas sem dormir em sala de aula, também.

Seguindo adiante na matéria, o professor falou sobre as mudanças no estado físico da matéria e quais são os nomes dos processos de mudança, perguntando para a turma, a qual respondeu sem dificuldades. Tomando como exemplo a água, falou sobre as temperaturas em que ocorriam cada um desses processos. Quando ele comentou que a vaporização acontecia a 100 °C, uma aluna apontou, corretamente, que a 100 °C é, na verdade, a temperatura de ebulição, e que a evaporação que está inclusa na vaporização, ocorre a qualquer temperatura. O professor se corrigiu em frente a turma, e disse que a evaporação é um efeito importante, mas que nessa aula eles iriam desconsiderá-la. Essa mesma aluna, perguntou sobre o que ocorre na realidade, pois dependendo de como o sistema é aquecido, diversas coisas podem ocorrer ao mesmo tempo. O professor concordou com a aluna, porém, lembrou que isso que eles estavam estudando era a teoria, os modelos que foram criados para descrever a realidade.

Se encaminhando para a última parte da matéria, desenhou um gráfico de  $T$  vs  $Q$ , como se comporta a temperatura de um sistema conforme calor é fornecido a ele, evidenciando as trocas de temperatura nos três estados da matéria e as duas trocas de estado à temperatura constante no gráfico e em cada trecho do gráfico, escreveu as fases presentes e explicou o tipo de calor, sensível ou latente, presente em cada trecho. Um aluno fez uma pergunta bem interessante, a respeito de como seria esse mesmo gráfico para uma situação de sublimação. O professor lembrou que o gráfico que ele desenhou era para uma dada substância a uma dada pressão, portanto, a substância não sofreria esse tipo de mudança de estado, tendo que passar pelo estado líquido para alcançar o estado gasoso e lembrou que há outras substâncias nas condições ambiente, as quais ele se referiu como *“pressãozinha de nada que estamos sofrendo”*, que podem passar diretamente do estado sólido para o estado gasoso, sofrendo a sublimação. Quando terminou a explicação, ele olhou para mim e perguntou: *“Edgard, tu lembra de um exemplo onde isso ocorre?”*. Ele me pegou de surpresa, pois eu estava concentrado em minhas anotações, e o encarei por um breve instante de tempo, pois se passou algumas ideias na minha cabeça: não gosto de interferir na aula enquanto observo pois não é essa a minha função como observador, porém, como o professor me introduziu na turma, ele realmente queria que eu interferisse; após isso pensei que ele poderia estar brincando, mas ele não tinha expressão de que estava brincando, e sim, que estava realmente esperando uma resposta; e por fim, tive que repensar na pergunta e pensar em uma resposta correta. Até que, após esse breve intervalo de tempo, com silêncio em aula, e todos na expectativa da minha resposta, respondi: *“Naftalina!”*. E o professor se virou para a turma e perguntou: *“Vocês sabem o que é naftalina? É aquelas bolinhas brancas no armário que se tu comer, tu morre! Mentira, comi um monte quando eu era pequeno e ‘tô’ aí até hoje!”*, ele finalizou brincando. Após isso, explicou como funcionava a naftalina e para que servia. Após isso, os alunos fizeram algumas perguntas interessantes como: *“Então existe substância sem ponto de fusão?”* e *“E como funciona o gelo seco?”*.

Por fim, pegou o seu livro de Física, escolheu um exercício no livro e transcreveu no quadro o enunciado da questão. O exercício pedia para calcular a quantidade de energia que 200 g de gelo a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  deveria receber para se transformar em 200 g de vapor d’água a  $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ . É uma questão comum a esse tipo de matéria, pois o gelo sofrerá três variações de temperatura (uma em cada estado físico), sendo necessário utilizar a equação do calor sensível, e sofrerá duas variações de estado no processo (fusão e vaporização), sendo necessário utilizar a equação do calor latente. O professor desenhou uma reta dos reais horizontal no quadro para a escala da temperatura para ilustrar o que ocorre com o gelo conforme vai absorvendo energia em forma

de calor, e quais os tipos de calor associados a cada alteração nas características do gelo (estado físico e temperatura). Como a aula estava acabando, o professor mesmo realizou os cálculos, no quadro, sem deixar os alunos resolverem primeiro.

Quando terminou as contas e obtendo o resultado final, um aluno perguntou sobre a prova, e o professor respondeu que na próxima aula eu estava combinado para assumir a regência da turma e que ele iria, então, aplicar a prova depois do meu período de regência. Mas, um aluno me perguntou até que dia iria a minha regência, e eu respondi que iria até o início de dezembro, e toda a turma comemorou, pois estavam acostumados com estagiários aplicando apenas trabalhos, e eu os respondi que para ganhar nota eles deviam entregar os trabalhos (pois sei que às vezes eles deixam de entregar trabalhos e vão mal na disciplina). Nesse clima de expectativa para o início da minha regência, o sinal bateu para o fim da aula, e, assim como a turma, eu fiquei ansioso e feliz por, finalmente, estar próximo de começar a dar as aulas que estive preparando por um bom tempo.

#### **4. PLANOS DE AULA E RELATO DE REGÊNCIA**

Nesta seção está descrito aula a aula, os planos de ensino planejados por mim com os seus conteúdos e a sua estruturação. Na continuação de cada plano, está o meu relato e as minhas percepções quanto às aulas ministradas por mim. No APÊNDICE I, se encontra o cronograma da regência e como os conteúdos foram distribuídos ao longo de sete encontros. No APÊNDICE H, se encontram os *slides* da primeira metade da primeira aula, que buscam sintetizar a unidade didática.

##### **4.1. Aula I**

###### **4.1.1. Plano de Aula**

**Conteúdo:** Descrição de uma onda e Frequência de uma onda

**Objetivos de ensino:** Apresentar os conteúdos que serão trabalhados relacionando com os conteúdos já vistos e sua importância nas aplicações; mostrar onde as ondas podem ser presenciadas no cotidiano, principalmente no campo da Música e dos instrumentos musicais; relacionar a propagação da onda com um movimento periódico e a frequência de um movimento periódico.

**Atividade Inicial:** Como esta será a primeira aula da unidade didática, farei uma apresentação pessoal, do conteúdo e das metodologias que utilizarei, embasada nas respostas que os alunos trouxeram no questionário (APÊNDICE A)

A partir daí, iniciarei a aula propriamente dita, apresentando o seguinte problema para os alunos: “Você é um diretor criativo contratado para fazer o videoclipe de uma banda, e a banda pede que você utilize ondulações na superfície de um lago que estejam no mesmo ritmo da música. Como você geraria essas ondulações, quais características ela deverá ter?”. Apresentarei um exemplo de clipe<sup>5</sup> em que há uma sincronia da batida da música com o desenho do clipe. Nessa discussão inicial, pretendo anotar as ideias dos alunos no quadro. Espero que surja alguns termos como “Ondas” e “Frequência”.

**Desenvolvimento:** Para a continuação da aula, apresentarei um *slide* com exemplos de onda que percebemos no dia-a-dia, como uma *Ola Mexicana* em um estádio de futebol, a vibração de uma corda de violão, o movimento anda-para de um tráfego intenso e ondulações em uma superfície de um lago. Perguntarei por semelhanças e diferenças nesses quatro fenômenos. Com o auxílio de uma mola de brinquedo, explicarei para a turma o que é uma onda, e duas formas de classificar as ondas, quanto à natureza e quanto à direção de vibração e propagação. Voltando às imagens, classificaremos as ondas representadas.

Após isso, em um próximo *slide*, apresentarei alguns movimentos periódicos, como a rotação de um disco, o movimento de um pêndulo e movimento de ondas estacionárias. Mostrarei para eles que todos os movimentos de oscilação/periódicos sempre possuem um período e uma frequência associada, e explicarei esses conceitos. Utilizarei a mola para um rápido experimento: pedirei para um aluno cronometrar no celular o movimento e para um outro contar o número de repetições do movimento que eu fizer na mola. A partir disso, calcularemos um período e uma frequência para esse movimento.

**Fechamento:** Voltando para o problema inicial, mostrarei uma música para eles, com batida constante, e procurarei pela partitura da música onde podemos obter o ritmo da música em batidas por minuto (bpm). Concluindo, com um exercício final, com a turma, iremos calcular a frequência das ondas que devemos gerar na superfície da água. Com um simulador do *PhET*<sup>6</sup>, mostrarei ondas sendo formadas em uma corda infinita na frequência da batida da música e mostrar como o movimento oscilatório sincroniza com a batida da música.

---

<sup>5</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=bpOSxM0rNPM>

<sup>6</sup> [https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_pt_BR.html)

**Recursos:** Quadro branco e canetas, computador e projetor de slides, mola de brinquedo, celular para cronometrar e reproduzir músicas, ou caixas de som no computador.

#### **4.1.2. Relato de Regência**

**Dia 22/10/2019 – Terça-feira**

**Períodos:** 1º e 2º (8h – 9h30min)

**Alunos presentes:** 30

Quando cheguei a escola, com uns vinte minutos de antecedência, procurei pelo professor em sua sala, lá estava ele atendendo uma outra professora, e me pediu que eu aguardasse por uns instantes. Após dez minutos, a professora saiu da sala e eu entrei e percebi que o professor estava atrapalhado entre as suas coisas, ele mal conseguiu falar comigo, apesar de eu ter puxado alguns assuntos, perguntando como havia sido a semana de olimpíadas da escola, a OCA, mas ele foi lacônico. Faltando uns cinco minutos para o início da aula, ele me acompanhou até a sala de aula, me ajudou a ligar o computador, a pegar as canetas e o apagador e a ajustar o projetor.

O sinal bateu, e eu aguardei os alunos se organizarem em suas carteiras, enquanto o Professor F cobrava dos alunos o porte da carteirinha e o uso do uniforme do colégio. Assim que todos estavam prontos, o professor fez uma breve introdução ao meu trabalho. Pediu que os alunos colaborassem comigo, uma vez que eu havia preparado uma unidade didática com muito carinho e empenho – e isso não é mentira –, e ele passou a palavra para mim, e eu comecei então a minha aula e a minha unidade didática, e o professor se sentou em uma carteira ao fundo para assistir a minha aula.

Comecei minha aula me apresentando, falei um pouco da minha trajetória como professor e falei das minhas preferências musicais (uma vez que a minha unidade didática está baseada em música) e ainda, disse que gosto muito da banda *Coldplay*, alguns alunos balançaram as cabeças positivamente aprovando e se identificando comigo, e um aluno ainda perguntou: “*Tu foi no show deles ‘sor’?*”, e eu respondi que sim, que havia ido duas vezes, deixando claro para eles que eu sou fã da banda. Dessa forma bem-humorada, continuei minha apresentação de *slides*, mostrando para eles as respostas deles ao questionário que eu havia aplicado durante as minhas observações. A partir daí, como alternativas às respostas deles no questionário a respeito dos seus problemas que eles tinham com a Física, apresentei o que pretendia fazer durante a unidade didática, como algumas contextualizações e problematizações que trataríamos ao longo

das sete aulas, algumas práticas metodológicas e as matérias e assuntos que trabalharíamos. Essa apresentação tomou os primeiros 30 minutos da aula. Após isso, comecei com a matéria.

Iniciei a parte dessa aula com a apresentação da seguinte problematização: “Você é o diretor criativo de uma banda. Para criar um videoclipe, você utiliza ondulações na superfície de um lago no ritmo dessa música. Quais devem ser as características dessas ondulações?”. Então, falei um pouco sobre ondulações na superfície de um lago, e como elas precisavam de um estímulo para serem criadas e, quanto ao clipe, mostrei o da música “*Do I wanna know?*”, da banda *Arctic Monkeys*. Alguns alunos soltaram exclamações sobre como eles conheciam a música e gostavam dela e do clipe, mostrei para eles como o criador do clipe teve que pensar em algo parecido com a nossa problematização para criar a arte desse vídeo, pois a cada batida da música o formato de uma onda surge na tela. Então, para caracterizar a onda do clipe que eles deveriam criar, entrei no assunto sobre as características de uma onda e suas classificações.

Para caracterizar uma onda, apresentei quatro *gifs*: uma *Ola* de uma torcida de futebol, uma corda de guitarra vibrando, uma onda longitudinal em uma mola e as ondulações em uma superfície de um lago. Explorei com eles algumas características: a propagação de uma informação, a forma como ela se propagava (transversal e longitudinal) e o transporte de energia e não de matéria. Mostrei como classificar as ondas, quanto à sua natureza e quanto à sua direção de vibração, neste com a utilização de uma mola de brinquedo. Durante a explicação a respeito da direção de vibração, uma aluna me fez uma pergunta interessante: “*Se na propagação transversal ela vibra em uma direção diferente da propagação, então ela é uma onda bidimensional?*”. Durante os meus planejamentos, não julguei importante falar a respeito da classificação das dimensões de propagação, mas como surgiu a pergunta expliquei essa outra forma de classificar as ondas com alguns exemplos cada um dos três casos: unidimensional, bidimensional e tridimensional. Para finalizar essa parte, pedi para a turma classificar a onda na superfície de um lago que precisávamos criar para o clipe, e eles em uníssono me responderam que a onda deveria ser mecânica e transversal.

A segunda parte da resposta à problematização era falar a respeito do movimento oscilatório de uma onda, com alguns *gifs* de movimentos oscilatórios como pêndulo simples, sistema massa-mola e movimento circular da Lua ao redor da Terra, mostrei como todos tinham um movimento repetitivo, e que esse movimento era descrito pelas grandezas físicas frequência e período. Antes de definir as duas grandezas, eu apresentei mais um *gif* de uma onda harmônica e discuti aí, como identificar um período, dando a ideia de que o movimento deve repetir seu padrão para contabilizar um período. E então, eu defini as duas grandezas, lembrando das unidades de medida de cada uma. Para exemplificar numericamente, eu segurei cada ponta da

mola de brinquedo em cada mão, e fiz um movimento de sobe-desce, criando uma onda estacionária (mas sem falar desse conceito para a turma). Acordei com a turma de que iríamos fazer vinte repetições desse movimento, para ter uma boa média do movimento, já que certamente teria variações de tempo no meu movimento. Outro ponto importante era definir o ponto de partida, o ponto em que contabilizaríamos uma repetição, e a turma concordou que o melhor ponto seria o mais alto (em outras palavras, quando o ventre estivesse em sua máxima altura), enquanto eu fazia o movimento, pedi para que alguém cronometrasse o tempo, e uma aluna distraída em seu celular, se propôs a realizar essa tarefa. Realizado o experimento, conseguimos calcular uma frequência e um período para o meu movimento.

Para o fechamento da aula, voltei à pergunta inicial, dizendo que deveríamos fazer o clipe da música “*The Scientist*”<sup>7</sup> da banda *Coldplay*. Mostrei essa música para eles no *YouTube* e discuti com eles que, com a finalidade de as ondulações estarem sincronizadas com o ritmo da música, deveríamos saber o ritmo da música e, para isso, saber a frequência das batidas da música. Comentei que essa informação pode ser encontrada em uma partitura, onde é informado quantas batidas por minuto (bpm) devem ocorrer. Busquei na *internet* (com o projetor mostrando todo o processo) para eles a partitura da música em questão, e em posse desse valor calculamos a frequência das ondas na superfície do lago, tomando cuidado para transformar minutos em segundos. Para a visualização, utilizei um simulador do *PhET*, onde podemos visualizar a onda em uma corda, o que seria muito semelhante a uma ondulação na superfície de um lago, e ainda, definir a frequência de vibração dessa corda. Consegui mostrar para a turma, como a vibração da corda ficou sincronizada com a música. Como havia sobrado mais dez minutos para o fim da aula, fizemos o mesmo para a música que apresentei no início da aula, e sincronizei a vibração da corda com a batida da música.

Com o fim da aula, o professor me ajudou a organizar a sala para o próximo professor, e elogiou a minha aula se despedindo de mim ali na sala. Eu saí da aula muito satisfeito, pois os alunos se engajaram na minha proposta, fizeram as contas que propus, respondiam às minhas perguntas e faziam perguntas desafiadoras. Em específico uma das alunas, que já havia constatado nas minhas observações, tinha um interesse em especial para entender o que é o estado físico plasma, e na minha aula não foi diferente, perguntando se o plasma emite ondas eletromagnéticas. Uma das minhas motivações como professor é as perguntas que os alunos me fazem, e com essa aula, acredito que tenha conseguido motivá-los e ter dado condições para que eles me fizessem essas perguntas.

---

<sup>7</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=RB-RcX5DS5A>

## 4.2. Aula II

### 4.2.1. Plano de Aula

**Conteúdo:** Velocidade de uma onda e comprimento de onda, propagação do som e ouvido humano.

**Objetivos de ensino:** Avaliar a dependência da velocidade do som com as características do meio e avaliar a dependência da frequência e formato da onda com as características da fonte; relacionar o comprimento de onda com a velocidade e a frequência; descrever como se dá a propagação de uma onda sonora e a interação com o ouvido humano; observar a propagação de ondas sonoras com a utilização de um aplicativo de celular – o *Phyphox*<sup>8</sup>.

**Atividade Inicial:** No início da aula, apresentarei um problema para a turma: “Você está em um festival de música e está a uma grande distância do palco, pois não gosta de ficar no meio do tumulto. Você e uma pessoa que se encontra na grade, na frente do palco, ouvem a música simultaneamente ou existe um atraso em relação um ao outro? Se for o primeiro, por quê? Se for o segundo, quem ouve primeiro e qual seria o intervalo de tempo (o *delay*) entre as percepções do som?”.

Com a tarefa de leitura prévia a esta aula (APÊNDICE B), espero que os alunos sejam capazes de responder que não será simultâneo e irei propor para calcularmos o quanto de tempo de diferença será entre ambos. Para isso, iremos fazer um trabalho de estimar a distância da pessoa incomodada com multidões até o palco e, depois, procurar pela velocidade do som no ar, e utilizar a equação  $d=v.t$  para obter a diferença de tempo.

**Desenvolvimento:** Nesse momento, com o auxílio de uma mola de brinquedo para a visualização, voltarei aos conceitos de propagação e vibração e de natureza de uma onda e explicarei como uma onda sonora se propaga e iremos classificá-la como mecânica e longitudinal, lembrando que ocorrem rarefações e compressões de ar. E ainda, mostrarei como o ouvido humano capta as ondas sonoras mostrando a sua estrutura interna com imagens em um *slide*.

---

<sup>8</sup> <https://phyphox.org/>

A partir desse ponto, iniciarei a atividade de Instrução pelos Colegas. Para isso, explicarei como será o funcionamento da atividade e distribuirei os cartões para cada aluno. E a partir daí, farei as perguntas que eu elaborei para esta aula (APÊNDICE C.1)

**Fechamento:** Para o fechamento da aula, farei um delineamento experimental juntamente com a turma. A ideia será medir a velocidade do som, utilizando um cronômetro acústico, ou seja, que dispara a contagem do tempo ao perceber um som e que para a contagem do tempo ao perceber um segundo som. Para isso, o experimento deve ser ao ar livre, utilizando dois celulares com o aplicativo *Phyphox* instalado, e uma trena para medir a distância na qual esses celulares estarão um do outro. A ideia será que um aluno ao lado de cada celular bata uma mão contra a outra de forma ordenada. Assim, como o som leva um instante para ir de um celular ao outro, os cronômetros em cada celular terão uma diferença de tempo, este é o tempo que levou para o som percorrer duas vezes a distância entre os celulares, podendo ser calculado, então a velocidade do som:  $v = 2.d/t$ . E depois, iremos comparar com a velocidade do som, segundo a equação da tarefa de leitura. E discutiremos possíveis fontes de erro.

**Recursos:** Quadro branco e canetas, computador e projetor de slides, mola de brinquedo, celular com aplicativos *Phyphox* e *Plickers* e uma trena.

**Avaliação:** Engajamento na atividade de Instrução pelos Colegas. (APÊNDICE C.1)

#### 4.2.2. Relato de Regência

**Dia 29/10/2019 – Terça-feira**

**Períodos:** 1º e 2º (8h – 9h30min)

**Alunos presentes:** 32

Neste dia, cheguei à escola e procurei pelo professor, ele estava ajeitando diários de classe das suas turmas, e inclusive as da turma em que eu estava realizando a minha regência: ele estava deixando tudo preparado para me entregar o diário de classe dessa turma. Ele me entregou as chaves do armário de utensílios da sala de aula para que eu fosse na frente e ir ajeitando a sala para a minha aula, e assim o fiz.

Iniciei minha aula com uma problematização: “Você está em um festival de música e está a uma grande distância do palco, pois não gosta de ficar no meio do tumulto. Você e uma pessoa que se encontra na frente do palco ouvem a música simultaneamente ou existe um atraso em relação um ao outro?”, alguns alunos rapidamente me responderam que existiria um atraso entre

um e outro, e eu os instiguei com “*Por quê?*”, e eles, corretamente, me responderam que era por causa da velocidade de propagação da onda, levaria um tempo para a onda sair da frente do palco e chegar até onde a pessoa estaria nessa problematização. E então, eu perguntei qual é o valor da velocidade de propagação de uma onda e eles tentaram lembrar do valor da velocidade que estava na tarefa de leitura. Vendo que eles não iriam lembrar, eu falei o valor para a velocidade do som no ar a 20 °C, que é 343 m/s. Em um *slide* mostrei a imagem de uma multidão em um festival, e marquei a distância entre duas pessoas, uma na frente do palco e outra a 400 m de distância para o fundo do palco, e pedi que calculassem o tempo de atraso entre uma pessoa e outra. Alguns pegaram as calculadoras no celular e me deram a resposta. Discuti rapidamente se a resposta era um valor considerável para um atraso do som, e alguns concordaram que seria.

Partindo desse ponto, apresentei de que forma a onda sonora se propaga, falando a respeito das zonas de compressão e rarefação, e como isso faz dela uma onda longitudinal. Mostrei como eu iria representar as ondas sonoras graficamente: como se ela fosse transversal, porém enfatizei bem que a onda sonora não é transversal e sim longitudinal como eu havia acabado de explicar. Aproveitando o desenho da onda senoidal que eu havia desenhado no quadro, expliquei alguns pontos conhecidos como a crista, o vale, e a amplitude. Após, apresentei diversas formas de produzir som, como a nossa voz, uma corda de violão e um alto-falante, este último utilizei uma simulação do *PhET*<sup>9</sup> para tal. Aproveitando as funcionalidades da simulação, mostrei como as partículas vibram ao redor do alto-falante, e fiz variar a frequência e amplitude para sinalizá-los quais as principais diferenças entres ambos. Fiz questão de mostrar para eles, que quando diminuímos a frequência, aumentamos o comprimento de onda, conceito esse que eles haviam estudado na tarefa de leitura. Por fim, expliquei como o nosso ouvido capta o som e todo o processo que ocorre no ouvido externo, médio e interno; e apresentei o espectro sonoro, relacionando com o espectro eletromagnético e fazendo associações entre as cores e as notas musicais, e mostrei algumas frequências com o aplicativo *Phyphox*, para que eles pudessem ter a referência de algumas frequências e como algumas delas podem ser incômodas para nós.

Tendo dado essa introdução, nos primeiros quarenta minutos de aula, apresentei algumas das respostas que me foram dadas na tarefa de leitura prévia. A primeira pergunta era: “O que difere uma onda sonora de uma onda se propagando em uma corda tensionada? A sua natureza é a mesma? E a direção de vibração é a mesma?”, aqui surgiram algumas respostas dizendo que

---

<sup>9</sup> [https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro\\_en.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro_en.html)

a velocidade de uma onda sonora só poderia ser calculada pela variação temporal da distância, que onda sonora é a mesma coisa que onda mecânica (e não que a onda sonora é classificada como onda mecânica) e que onda eletromagnética depende da força de tração exercida sobre ela. Tentei elucidar essas confusões que surgiram, fazendo um esquema no quadro diferenciando onda mecânica de onda eletromagnética, e coloquei abaixo da onda mecânica que ela vibra o meio material e as ondas sonoras e ondas em uma corda tensionada, como dois exemplos de onda mecânica, e abaixo das ondas eletromagnéticas coloquei que ela vibra campos elétricos e magnéticos e escrevi “luz” e “ondas de rádio” como exemplos. Nesse momento uma aluna me perguntou se essas ondas de rádio não são as ondas que ouvimos do rádio, e eu a respondi rapidamente dizendo que as ondas de rádio eletromagnéticas são as ondas que o rádio capta como sinal e o próprio rádio transforma esse sinal em onda sonora para que possamos ouvi-lo.

A segunda pergunta da tarefa de leitura era: “Alguém que produz uma onda sonora aumenta a frequência dessa onda, o que acontece com o comprimento de onda dessa onda?”. Aqui, surgiram dúvidas quanto a relação entre comprimento de onda e frequência, alguns disseram que seriam diretamente proporcionais, alguns estavam relacionando o comprimento de onda com o alcance da onda e um aluno ainda relacionou a frequência com o volume da onda (a intensidade). Aqui, utilizei um tempo para explicar um pouco melhor a respeito da amplitude da onda e como ela estava relacionada com a intensidade da onda (e como isso estava relacionado com o “aumentar o volume da música”) e como ela se perde ao longo do caminho percorrido dela, e para falar do comprimento de onda, escrevi a sua equação no quadro, relacionando com a velocidade, que depende apenas do meio, e com a frequência, que depende apenas de quem gera a onda. E por último, a terceira pergunta, que pedia para que os alunos colocassem as suas dúvidas gerais, selecionei algumas, que eram a respeito da natureza das ondas, das unidades de medida da equação e, ainda, sobre os campos elétricos e magnéticos. Respondi a todas essas dúvidas que surgiram, exceto pelas ondas eletromagnéticas, pois estava receoso de ter que entrar muito a fundo sobre o que seriam os campos eletromagnéticos e de me tomar algum tempo da aula. Essa parte da aula, levou em torno de trinta minutos.

Encaminhando-me para a parte final do desenvolvimento da aula, comecei o método da Instrução pelos Colegas, onde trouxe algumas perguntas a respeito da aula para que eles respondessem nos quarenta minutos finais da aula. Apenas utilizei as quatro primeiras perguntas das que havia planejado. Distribuí os cartões para cada aluno, o que me tomou algum tempo da aula, pois havia dado um número específico para cada aluno e precisei olhar para o número do cartão e encontrar o aluno correspondente na sala. Expliquei rapidamente como

funcionava o método de votação. Alguns alunos já conheciam o método, então não precisei me demorar aqui. Na sequência, iniciei as perguntas. Os alunos se engajaram bem na atividade, mais do que eu esperava. Apesar de eu ter avisado que no primeiro momento era para apenas pensar em uma resposta, pois depois da votação eles discutiriam entre si, eles começaram a discussão nesse primeiro momento mesmo, e meus protestos não foram muito efetivos. Apesar disso, eles estavam gostando da atividade e dos desafios impostos pelas questões. Durante as discussões entre eles, eu passava entre os grupos e a maioria estava compenetrada tentando convencer os colegas, eu apenas intervia nos grupos em que os alunos estavam com celular na mão e claramente não estavam discutindo a respeito das questões.

No meu planejamento, constava uma última atividade de fechamento, um experimento para medir a velocidade do som no pátio da escola, mas por algumas questões resolvi não realizar esse experimento: o tempo no dia estava instável, podia chover a qualquer momento, e a turma estava um pouco agitada, achei que não seria uma boa ideia leva-los para fora de sala. Outro motivo, foi que havia ocorrido um imprevisto com a trena que eu utilizaria no experimento e eu acabei pedindo, na noite anterior, para que eles levassem uma, mas achei que ninguém conseguiria providenciar para o dia seguinte. Infelizmente, não consegui realizar essa atividade.

Apesar desse último fato, acredito que ocorreu tudo bem na aula, com uma boa participação e engajamento de toda a turma. Fiquei contente por eles terem se engajado em ambas metodologias, tanto o Ensino sob Medida quanto a Instrução pelos Colegas. São metodologias fascinantes que dão uma outra motivação para os alunos.

### **4.3. Aula III**

#### **4.3.1. Plano de Aula**

**Conteúdo:** Interferência Construtiva e Destrutiva, Reflexão e Ondas Estacionárias

**Objetivos de ensino:** Apresentar o fenômeno de superposição de ondas e como isso influencia na interferência das ondas; mostrar o efeito de reflexão de uma onda em uma extremidade fixa e em uma extremidade solta; descrever como ambos em uma corda ou em uma região confinada geram ondas estacionárias.

**Atividade Inicial:** Apresentarei um vídeo de 6 minutos<sup>10</sup>, de um videoclipe que apresenta experimentos relacionados com frequências e ondas estacionárias, e perguntarei para eles quais fenômenos estão por trás de dois dos experimentos do vídeo que são a respeito de ondas estacionárias. Dado o contexto das aulas, espero que eles me deem respostas iniciais como onda, frequência, velocidade e comprimento de onda. Como falta dois conceitos importantes para chegar na conclusão final começarei o desenvolvimento dessa aula.

**Desenvolvimento:** De início apresentarei uma simulação a respeito de sobreposição de ondas e interferência construtiva e destrutiva no *software Geogebra*<sup>11</sup> (APÊNDICE D.1), elaborado por mim. Mostrarei todos os efeitos em um encontro de ondas: soma de amplitudes e independência de movimentos dos pulsos. A partir disso, mostrarei o conceito de fase e como ondas em fase geram interferência construtiva e ondas em oposição de fase geram interferência destrutiva.

Com o auxílio de uma mola de brinquedo, apresentarei para eles o conceito de reflexão de uma onda em uma extremidade fixa e em uma extremidade livre. Utilizarei, também, uma simulação do *PhET*<sup>12</sup> a respeito do assunto.

Se encaminhando para a parte final do desenvolvimento, apresentarei, através do software *Geogebra* (APÊNDICE D.2), para a turma o que acontece quando ondas progressivas somadas a ondas regressivas geram ondas com um padrão interessante as quais chamamos de Ondas Estacionárias. Discutirei alguns pontos que identificamos em uma onda estacionária, como os nós (nodos) e os ventres (anti-nodos), mostrando como eles definem um comprimento de onda, e por fim, mostrarei como a razão da velocidade da onda com a frequência ainda levam ao cálculo do comprimento de onda.

**Fechamento:** Para a parte final, mostrarei os dois experimentos do vídeo e pedirei que os alunos, em duplas, realizem a avaliação da aula. Se houver, tempo na aula, ainda falarei a respeito da corda do violão como uma introdução para a aula seguinte.

**Recursos:** Quadro branco e canetas, computador e projetor de slides, mola de brinquedo, celular com aplicativo *Phyphox*, simuladores do *PhET*.

**Avaliação:** A turma deverá responder perguntas a respeito do experimento do tubo de Rubens que aparece no vídeo do início da aula (APÊNDICE E.1). A avaliação será feita em

---

<sup>10</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=Q3oItpVa9fs>

<sup>11</sup> <https://www.geogebra.org/?lang=pt>

<sup>12</sup> [https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string\\_pt.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_pt.html)

duplas, e será cobrado a entrega e as respostas corretas. A consulta e utilização de calculadores será permitida.

### **4.3.2. Relato de Regência**

**Dia 05/11/2019 – Terça-feira**

**Períodos:** 1º e 2º (8h – 9h30min)

**Alunos presentes:** 31

No meu terceiro encontro com a turma, fui enviado pelo professor diretamente para a sala de aula já que eu estava ambientado com a escola e com a turma. Então, organizei meus *slides*, minhas simulações computacionais que eu iria utilizar ao longo da aula e os meus materiais. Nisso, um aluno que estava por ali, me perguntou a respeito da velocidade em ondas longitudinais e transversais, se elas sempre eram a mesma ou se uma era maior que a outra. Para ilustrar sua dúvida, apresentei o caso das ondas P e S em abalos sísmicos, e como não sabia a fundo a respeito dessas ondas, abri o navegador de *internet* do computador e pesquisei com o aluno a respeito dessas ondas e mostrei que, para esse caso, uma onda se propaga mais rapidamente que a outra. O aluno se mostrou satisfeito com a resposta. E o sinal soou.

O Professor F, que havia assistido aos 90 minutos de cada uma das minhas duas primeiras aulas nas semanas passadas, assistiu, nesse dia, apenas ao início e ao fim da aula. Comecei a aula apresentando o vídeo<sup>13</sup> e falando brevemente a respeito dos experimentos que apareceriam no vídeo e como eles tinham relação com tudo o que está sendo trabalhado. Decorrido os seis minutos de vídeo, expliquei para eles alguns dos experimentos, e mostrei os dois experimentos do vídeo que iríamos dar mais atenção, pois esses experimentos estão envolvidos diretamente com ondas estacionárias. Para introduzir ao assunto, comecei falando sobre os fenômenos de reflexão e interferência.

Para falar sobre reflexão, utilizei um simulador do *PhET*. Apresentei como uma onda reflete em uma extremidade fixa e em uma extremidade livre, falando a respeito da inversão de fase de um caso para o outro e então, peguei a mola de brinquedo e pedi para que um aluno se voluntariasse para segurar uma extremidade da mola. Uma aluna saltou da cadeira dizendo que gostaria de segurar. Com essa mola, consegui mostrar o fenômeno da reflexão para a turma, a qual ficou maravilhada com o efeito que acontecia na mola. Enquanto eu explicava um pouco mais o fenômeno, a aluna começou a brincar com a mola e formou uma onda estacionária com

---

<sup>13</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=Q3oItpVa9fs>

quatro nós, e eu impressionado falei para a turma: “*Olha aí, é nisso que eu quero chegar com vocês hoje, explicar esse movimento que a colega está fazendo com a mola.*”.

Para falar a respeito da interferência, utilizei simulações elaboradas por mim no *software Geogebra*. A primeira simulação, com a finalidade de observar a interferência construtiva e destrutiva, ela simulou duas ondas com a mesma fase se sobrepondo, e com o programa, era possível mostrar a soma dessas ondas e o que ocorre quando elas se cruzam, o mesmo foi feito com duas ondas de fases opostas e mesma amplitude; já a segunda simulação, com o objetivo de simular a geração de uma onda estacionária, mostrou uma onda progressiva e uma regressiva se somando, gerando o padrão conhecido como onda estacionária. Alguns alunos se admiraram quando viram o padrão da onda estacionária. Então, nesse momento, levantei a tela onde eram projetados os *slides* e simulações (e eles seriam projetados no próprio quadro), e desenhei por cima da simulação projetada os principais pontos da onda estacionária (nó e ventre) e como identificar um comprimento de onda com esses pontos. Apresentei aqui, também, que a equação para o comprimento de onda, o que foi trabalhado aula passada, continua valendo para as ondas estacionárias.

Novamente, peguei a mola e chamei a aluna voluntária, brinquei com aluna que ela estava treinada em fazer as ondas estacionárias. Então, enquanto eu segurava uma das extremidades da mola e a aluna a outra, ela mesma começou a fazer o movimento da onda estacionária na mola. Inicialmente, uma onda com apenas dois nós, e eu expliquei como a reflexão e a interferência estavam gerando esse padrão. Logo em seguida, mostrei para eles como poderíamos calcular o comprimento de onda, sabendo o comprimento da mola. A aluna começou a fazer um movimento mais forte com a mola, e eu aproveitei para explorar o que estava implicando nas características da onda fazer um movimento mais forte. Terminado essa primeira parte, eu perguntei para a turma como fazer para surgir mais um nó na onda estacionária, ou seja, diminuir o comprimento de onda, e a turma, lembrando da equação do comprimento de onda, respondeu que a colega deveria aumentar a frequência de vibração. E assim ela o fez, gerando mais um nó. Com esse padrão, é visível que ele forma um comprimento de onda inteiro, e isso mostrei para a turma. Então, eu fui mais ousado e tentei diminuir mais ainda o comprimento de onda, mas, tentando movimentar a mola mais rapidamente, ela acabou se quebrando em quatro partes. A aluna se sentiu culpada, achando que foi por culpa dela, mas eu a tranquilizei lembrando que era uma mola de brinquedo, feito de material de baixa qualidade. Infelizmente, não pude ir adiante criando cada vez mais nós. Por fim, mostrei como seria uma onda estacionária no caso em que a onda se propaga longitudinalmente no maior pedaço das quatro partes da mola.

Com o fim da exposição dialogada e de todas essas demonstrações, voltei para o vídeo inicial, e expliquei o experimento da placa de Chladini<sup>14</sup>, o primeiro experimento que aparece no vídeo, e mostrei como a areia na placa se concentra onde a vibração é menor, ou seja, nos nós. Tomei um dos padrões que surge na placa, e tomei a sua diagonal, pois ao longo dessa reta, os nós estavam, aproximadamente, espaçados igualmente, e operei uma conta a respeito do comprimento de onda gerado nessa diagonal, e, dado uma frequência, calculei com eles a velocidade da onda na placa. Por fim, apresentei um pouco do experimento do Tubo de Rubens<sup>15</sup>, que era o objeto de estudo da avaliação deles: eles deveriam responder a oito perguntas que elaborei para eles e me entregar a folha com as respostas.

Faltando trinta minutos para o fim da aula, eles se organizaram em duplas e começaram a realizar a avaliação, e quase todos os grupos me chamaram para tirar dúvidas, e as suas dúvidas foram praticamente as mesmas. Apesar de eu ter dado uma breve explicação sobre o que acontece com o gás no Tubo de Rubens, e porque a chama alta estava associada com o nó da onda estacionária no gás do tubo, eles me voltaram a perguntar a respeito disso. Eles tinham dificuldades em contabilizar quantos comprimentos de onda havia entre os quatro nós que eu indiquei no problema; e, até onde pude observar, eles não conseguiram relacionar o comprimento do tubo indicado com a quantidade de comprimentos de onda inclusos ali. Faltando cinco minutos para o término da aula, eu pedi para que eles terminassem de resolver a avaliação em casa, pois pelo que pude observar, por conta das dúvidas, eles não conseguiram fazer mais da metade da avaliação. Vendo na prática, me pareceu uma avaliação mais difícil do que eu esperava, pois eles não compreenderam muito bem a ideia do experimento e, por conta disso, estavam se confundindo em alguns conceitos. Os alunos acharam que tiveram pouco tempo para realizar a atividade, e concordei com eles devido à grande quantidade de dúvidas, permiti que eles fizessem a atividade em casa e que me a entregassem na próxima aula.

Foi uma aula com poucas perguntas durante a parte expositiva, fato incomum para essa turma. Contudo essas poucas perguntas eram pontuais e, estranhamente sincronizadas com o

---

<sup>14</sup> A placa de Chladini é uma placa que possui um determinado formato, usualmente quadrado, e é posta para vibrar com um gerador de frequências. Para determinadas frequências, uma onda estacionária se forma nessa placa, e se colocarmos areia em sua superfície, a areia se concentrará nos nós da onda estacionária (onde não há vibração) formando figuras conhecidas como Figuras de Chladini.

<sup>15</sup> O tubo de Rubens é um experimento que consiste em tubo aberto em ambas extremidades, com furos espaçados igualmente em uma linha reta na sua lateral. Dispondo esse tubo na horizontal, de forma que os furos fiquem voltados para cima, um gás inflamável é inserido no interior do tubo. Queimando esse gás na saída do tubo, temos um efeito parecido com o do fogão. Porém, uma caixa de som é colocada em uma das extremidades emitindo uma frequência de forma que o gás no seu interior vibre conforme uma onda estacionária. A onda estacionária será visível no fogo acima dos furos, onde há um nó na onda de deslocamento da estacionária, o fogo é mais alto pois há mais gás sendo queimado nessa região, enquanto no ventre dessa onda estacionária, nenhum fogo será visível pois não há gás sendo queimado.

andamento da minha aula, deixando-a fluida. Um exemplo que destaco aqui foi quando eu iria entrar na identificação dos nós do Tubo de Rubens, uma aluna me perguntou a respeito disso: “*Os nós dessa onda estacionária estão onde o fogo é mais alto?*”. Foi uma boa pergunta para eu explicar como encontrar os nós da onda estacionária nesse experimento.

#### 4.4. Aula IV

##### 4.4.1. Plano de Aula

**Conteúdo:** Harmônicos, Cordas Vibrantes e Tubos Sonoros

**Objetivos de ensino:** Relacionar o fenômeno de ondas estacionárias em instrumentos musicais de cordas e de sopro e outros dispositivos do cotidiano; utilizar instrumentos musicais para mostrar as ondas estacionárias e os harmônicos; observar a formação de ondas estacionárias em um experimento de baixo custo.

**Atividade Inicial:** No início dessa aula, apresentarei a problematização da aula que será: “Você é um músico e gosta de criar sons e instrumentos diferentes, se você quiser criar um instrumento com sons graves, quais devem ser as características desse instrumento?”. Pedirei para que a turma me dê respostas e eu as escreverei no quadro. Após isso, mostrarei que o conceito importante para responder a essa pergunta é as ondas estacionárias e os harmônicos

**Desenvolvimento:** Primeiro, mostrarei uma corda sendo tocada no violão, e pedirei para cada aluno desenhar, em uma folha para ser entregue, como a corda do violão está vibrando. Então perguntarei: “*Se eu colocar meu dedo em qualquer lugar da corda vibrando, essa corda irá parar de vibrar?*”. Nesse ponto, eu mostrarei o que acontece se eu colocar o dedo em um lugar qualquer da corda, e ela de fato, parará de vibrar. E perguntarei de novo: “*E se eu colocar meu dedo, exatamente no meio da corda, ela irá parar de vibrar?*”. Mostrarei que não, alguma parte da corda ainda vibrará. E repetirei a pergunta para o caso em que eu colocar o dedo em  $\frac{1}{3}$  do comprimento da corda. Com isso explicarei, que na música isso é chamado de harmônico, e na Física, também.

Em exposição dialogada, irei apresentar os harmônicos das ondas estacionárias, os harmônicos fundamentais e os subsequentes, tanto para cordas vibrantes com duas extremidades fixas quanto para tubos sonoros com uma extremidade fixa e outra livre, e de

forma análoga, mostrarei os tubos sonoros com as duas extremidades fixas e como ela é análoga às cordas vibrantes com duas extremidades fixas.

Com essa explicação voltarei à pergunta inicial da aula. E perguntarei, se queremos produzir uma nota de 50 Hz no harmônico fundamental, qual deve ser o comprimento do instrumento? Esperarei que eles me perguntem pela velocidade da onda, e lembrarei a Aula 2, onde discutimos que a onda depende do meio onde se propaga, então, a velocidade dependerá do instrumento. Fornecerei para eles velocidades típicas de uma onda em uma corda de violão (100 m/s em uma corda grossa) e a velocidade da onda em um instrumento de sopro (340 m/s – a velocidade do som no ar). Repetirei a pergunta para altas frequências, como 1000 Hz, por exemplo.

**Fechamento:** Como parte da avaliação, realizarei um P.O.E. (Prever, Observar e Explicar), com um experimento de tubos sonoros para medir a velocidade do som. Utilizarei um cano de PVC, com um aplicativo de celular que gere frequências e com um recipiente alto que comporte água. O experimento consiste em gerar uma frequência (não tão alta para não ser incômodo e nem tão baixa para que possamos observar os efeitos desejáveis) com o alto-falante do celular em uma das pontas do cano de PVC, e a outra, mergulhar verticalmente no recipiente com água. Haverá níveis de profundidade em que a intensidade sonora irá ser ampliada, a diferença entre dois desses níveis corresponde a meio comprimento de onda, e como sabemos a frequência, podemos obter a velocidade de propagação, que será a velocidade do som no ar. O arranjo experimental está representado na Figura 4.



*Figura 4 - Arranjo experimental do experimento utilizado em aula. Submerso em determinado nível, com o alto-falante na extremidade superior emitindo uma determinada frequência, é formada uma onda estacionária em seu interior, facilmente identificável quando o som tem um pico de intensidade.*

Pedirei que eles escrevam qual das três situações estaremos tratando nesse experimento (extremidades fixas, extremidades livres ou extremidade fixa e aberta), perguntarei para eles o que estarei aumentando, diminuindo e mantendo constante conforme eu mergulho o cano de PVC entre as grandezas envolvidas: frequência, velocidade de propagação, comprimento de onda e comprimento do tubo. E após isso, realizarei a experiência, e pedirei para eles explicarem o que significa a diferença entre os dois níveis. Ao fim, eles devem me entregar a folha que contará como avaliação.

**Recursos:** Quadro branco e canetas, computador e projetor de slides, mola de brinquedo, celular com aplicativo *Phyphox*, violão, cano de PVC, recipiente fundo com água (uma garrafa PET de 2L).

**Avaliação:** Entrega da folha com o desenho da concepção prévia de uma corda de violão vibrando e com as respostas do P.O.E. Será avaliado a entrega, empenho em responder as questões e se as respostas do P.O.E. estão corretas. (APÊNDICE E.2)

#### **4.4.2. Relato de Regência**

**Dia 12/11/2019 – Terça-feira**

**Períodos:** 1º e 2º (8h – 9h30min)

**Alunos presentes:** 27

Nessa semana, cheguei à escola e fui para a sala de aula preparar todos os meus materiais que eu iria utilizar durante a aula, e quando já estava preparado, minutos antes de bater, um professor veio falar comigo na sala. Era o novo professor, o professor substituto de Física do Ensino Médio do colégio. Ele me perguntou sobre os assuntos que eu estava trabalhando e se eu gostaria que ele intervisse caso a turma estivesse conversando, eu o respondi que estava trabalhando ondulatória e acústica e pedi que não intervisse, apenas se a turma estivesse fora do controle (o que nunca ocorreu nessa turma) as pequenas conversas que atrapalhassem a aula eu iria conseguir administrar. Quando o sinal soou, e a turma se ajeitou para a aula, uma professora apareceu na sala, ela era a professora de Química da Turma 201, e queria avisar os alunos a respeito da prova que eles iriam fazer, como ela não teria mais aulas com eles até o dia da prova, ela me pediu esse espaço, e eu cedi. Em menos de cinco minutos ela conseguiu passar o seu recado.

Encaminhei-me, então, para o início da aula, onde fiz a seguinte pergunta para eles: “*Se vocês quisessem criar um instrumento, e gostaria que ele emitisse notas agudas, quais deveriam ser as características desse instrumento?*”. A turma ficou em silêncio pensando, com isso relembrei a eles a equação do comprimento de onda, escrevendo-a no quadro, e relacionei a frequência da onda com a nota emitida. Repeti a minha pergunta, e eles ficaram indecisos entre aumentar a velocidade da onda ou diminuir o comprimento de onda, tirei a dúvida deles lembrando que a velocidade do som irá depender do meio, e eles chegaram com a conclusão que deveríamos diminuir o comprimento de onda. Eu havia levado para essa aula algumas garrafas PET de diferentes tamanhos, e perguntei para eles: “*Se queremos construir instrumentos com essas garrafas aqui, para eu ter um comprimento de onda pequeno, devemos usar qual das garrafas, a menor ou a maior?*”, aqui a turma me respondeu a menor. Nesse momento, peguei a garrafa pequena e assoprei na sua boca de forma a emitir uma nota, e disse para eles que essa é uma nota aguda, e mostrei para eles que, em contrapartida, se quiséssemos fazer um instrumento que emite notas graves, deveríamos utilizar comprimentos de onda grandes, logo, utilizar um instrumento grande. Com isso, peguei a garrafa PET maior e assoprei na sua boca também, emitindo uma nota, mais grave que a garrafa pequena, e a turma se surpreendeu como a nota era mais grave de fato. Fiz a mesma relação com instrumentos conhecidos: falei a respeito do instrumento contrabaixo, um instrumento que emite notas graves e é um instrumento muito grande, em contraste, falei do violino, um instrumento pequeno que emite notas agudas. Para finalizar, disse que o objetivo da nossa aula seria encontrar qual a relação entre o comprimento do instrumento e a frequência emitida pelo instrumento.

Entrando no desenvolvimento da aula, peguei o meu violão e apresentei para eles um fenômeno em uma das cordas: eu toquei a corda solta e, em seguida, colocava a minha mão em qualquer posição da corda e a corda, naturalmente, parava de vibrar; em contraponto, fiz o mesmo, mas disse que iria colocar meu dedo exatamente no meio da corda, e assim o fazendo, mostrei que a corda continuava vibrando. Fiz exatamente o mesmo colocando o dedo no primeiro terço da corda, e a corda continuava vibrando. Uma aluna reclamou que não estava conseguindo ver o que eu estava fazendo de diferente, pois eu estava tirando o dedo da corda logo depois que eu o colocava – era uma mania minha, de músico. Melhorando, então, a apresentação do fenômeno para os alunos, pude perceber que outros alunos estavam conseguindo observar melhor o fenômeno dessa vez. Disse para eles que isso, na música, é chamado de Harmônico, e, na Física, também é denominado dessa forma.

Em seguida, iniciei o processo de desenhar no quadro, relacionar e caracterizar os harmônicos com duas extremidades fixas, chegando às equações de recorrência para a

frequência e para o comprimento de onda e como isso se relacionava com o comprimento do instrumento, pude mostrar aqui, como ele era inversamente proporcional à frequência. Nesse processo que achei um pouco maçante para a turma, eles me fizeram duas perguntas: uma partiu de uma aluna que não estava entendendo a minha forma de representação, pois optei por representar as ondas estacionárias com uma linha cheia e outra pontilhada, onde cada uma representa os limites de movimento da onda estacionária, a aluna estava entendendo que cada uma das linhas era uma onda diferente, eu não havia entendido muito bem a pergunta da aluna, e uma segunda aluna me ajudou a entender, e acredito que conseguimos esclarecer a dúvida; a segunda dúvida veio de um aluno que estava relacionando bem a matéria e queria saber se não havia um caso em que pudesse haver uma onda estacionária formada com apenas um nó, pois para duas extremidades fixas o mínimo que temos é dois nós, disse para ele que veríamos o caso com duas extremidades livres, ali, haveria uma onda estacionária com apenas um nó.

Continuando, apresentei os outros dois casos para formação de harmônicos: duas extremidades livres e uma extremidade fixa e outra livre. Nesses dois, apresentei com um ritmo mais rápido, pois a ideia principal já havia sido dada no primeiro caso. Então, na tentativa de trazer uma resposta à pergunta inicial, fiz um exercício com números para eles, queria produzir uma nota de 50 Hz e outra de 1000 Hz nos harmônicos fundamentais no violão, se uma onda na corda do violão se propaga com uma velocidade de 100 m/s, qual deveria ser o comprimento dessa corda do violão. Uma aluna não compreendeu como podemos enxergar a velocidade de 100 m/s na corda do violão, lembrei a ela que na aula da passada vimos que a onda estacionária é formada por interferência, onde uma onda avança (onda progressiva) e a reflexão dela nas extremidades do violão retornam (onda regressiva), formando o padrão da onda estacionária. Tentei ainda explicar que essa velocidade poderia ser observada em um pulso se propagando em uma corda muito grande, infinita, veríamos esse pulso viajando a 100 m/s.

Após fazer as contas com eles, para finalizar a aula, realizei o experimento da onda estacionária em um tubo com uma extremidade fixa e uma extremidade livre, utilizando um cano de PVC mergulhado em uma garrafa PET cheia de água, uma régua acoplada ao cano de PVC com atilhos, e um *smartphone* com um aplicativo de gerador de frequências. Na primeira parte do experimento, realizei o P.O.E. com a turma. Para eles predizerem, perguntei o que aconteceria com o som emitido pelo celular em uma das extremidades do cano conforme eu mergulhava o cano na água. Para que eles me respondessem coloquei cinco alternativas no *slide* para que essa parte pudesse ser agilizada. Então, realizei o experimento, mostrando que há momentos em que ouvimos o som bem fraco e em outros momentos, bem forte. Como forma de explicar o que ocorreu, eu perguntei a respeito de qual dos três casos de tubos estávamos

trabalhando; qual grandeza física estávamos variando, entre frequência, velocidade da onda e comprimento do tubo e como estava variando (se aumentando ou diminuindo) e, por último, o que acontecia quando ouvíamos a onda mais forte, se ocorria uma interferência construtiva ou destrutiva. Como a turma estava bem participativa nessa parte, fazendo perguntas e interessados com a resposta, eu, ao invés de esperá-los responder para depois fazer uma discussão em conjunto, acabava ajudando-os a responder as questões com eles. Com essa minha abordagem, surgiu algumas questões inusitadas: quando perguntei a respeito do comprimento do tubo e como ele estava variando, eu queria me referir ao comprimento da coluna de ar no interior do tubo, porém alguns alunos interpretaram como o tamanho total do cano de PVC, e naturalmente isso não estava variando; nessa mesma linha, quando perguntei sobre qual tipo de tubo era, me falaram que era um tubo aberto em ambas extremidades, já que o cano de PVC, em si, é aberto em ambas extremidades. Observei como essa nomenclatura trouxe algumas confusões, tentei elucidar as dúvidas. Por fim, como pedi que eles me entregassem as suas respostas ao P.O.E. e como eu já estava respondendo com eles as perguntas, uma aluna me perguntou: *“Se tu já ‘tá’ nos dando as respostas, por que precisamos entregar as nossas respostas?”*, fiquei sem saber o que responder, já que eu estava empolgado resolvendo as questões com eles sem me preocupar com os detalhes do P.O.E.

E, como última atividade, realizei um experimento para medir a velocidade do som com a turma, fiz um desenho esquemático no quadro para a turma entender como faríamos isso. A ideia era obter o comprimento de onda da onda estacionária no interior do tubo medindo com a régua que estava acoplada ao cano, sabendo a frequência com que eu gerava essa onda, a velocidade poderia ser obtida com o produto entre as duas grandezas. A frequência era informada pelo próprio celular que estava a gerando, o comprimento de onda seria obtido encontrando dois pontos onde se formaria uma onda estacionária, sabendo a diferença entre eles, poderíamos obter meio comprimento de onda. Pedi para que dois alunos me ajudassem com o experimento, um para anotar os valores que obtivéssemos no quadro, e outro para me ajudar na leitura da régua, enquanto eu introduzia o cano na água. Com esse experimento, conseguimos obter que meio comprimento de onda era 11,5 cm com uma frequência de 1500 Hz, logo, a velocidade da onda obtida foi de 345 m/s. Discuti rapidamente com eles a respeito do valor obtido, pois é um valor bem próximo ao da velocidade do som no ar a 20 °C.

Com isso, finalizei a aula, recolhendo as respostas ao P.O.E. e arrumando rapidamente todo o material que eu levei para a sala de aula para realizar um experimento. Observei que fugi um pouco da essência do meu plano de aula, principalmente na parte da problematização, e percebi que falei muito pouco sobre os instrumentos, pois era o que deveria permear essa aula.

Acredito que acabei entrando na minha zona de conforto, no que costumo fazer em um ambiente de aula para concurso vestibular. Fiquei chateado com isso, pois considerei essa aula como a principal aula da minha unidade didática e acabei não discutindo o essencial dela e me preendi ao conteúdo em si.

## 4.5. Aula V

### 4.5.1. Plano de Aula

**Conteúdo:** Sons musicais: intensidade, altura e timbre

**Objetivos de ensino:** Relacionar as qualidades do som (intensidade, altura e timbre) com as características de uma onda; apresentar como é construída as relações entre as frequências das notas.

**Atividade Inicial:** Iniciarei essa aula mostrando o áudio de um vídeo<sup>16</sup> de uma harpa de copos de cristal, e perguntarei para eles: “*que instrumento é esse que está tocando?*”. Escreverei no quadro as respostas que a turma me der. Após isso revelarei o instrumento e perguntarei se alguém já o conhecia antes. Darei uma breve explicação para a turma do funcionamento desse instrumento exótico. A pergunta inicial dessa aula é: Qual característica da onda que nos permite identificar o som de um instrumento musical?

**Desenvolvimento:** Levarei para a aula dois instrumentos: um violão e uma escaleta. Nesse primeiro momento tocarei em cada instrumento a mesma, e perguntarei para eles, em uma sessão de Instrução pelos Colegas, “Qual característica da onda nos permite diferir a nota emitida por um instrumento da mesma nota de outro instrumento?”. Terminado a sessão, irei discutir a respeito do timbre dos instrumentos e como ele está relacionado com o formato da onda. Na continuação, com a utilização do aplicativo *Phyphox* no meu celular, projetarei a tela do aplicativo no projeto, e mostrarei, as diversas formas de ondas que o violão e a escaleta emitem. Com um outro aplicativo, mostrarei o som das ondas senoides, triangulares, quadradas e dente-de-serra, para evidenciar a questão do formato da onda. Aqui, fecharei a discussão a respeito de Timbre.

Para o segundo momento, irei pegar apenas o violão e tocarei uma nota mais intensamente e a mesma nota menos intensamente, e por meio de uma outra sessão de Instrução pelos colegas, eu os perguntarei “Qual característica da onda nos permite diferir a intensidade de uma nota da

---

<sup>16</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=oTEh4NJFFfA>

outra?”. Terminado essa parte, irei, então, discutir sobre a relação entre intensidade, energia e amplitude da onda e, a partir disso, apresentarei como é medido a intensidade sonora e a escala dos decibéis e valores comuns, e perguntarei a respeito da escala. *“Duas pessoas conversando equivale a uma sirene de polícia?”*. Mostrarei, com isso, que a escala é logarítmica, e apresentarei a equação que relaciona a intensidade sonora e o nível sonoro.

Para o terceiro momento, pegarei apenas a escaleta e tocarei uma nota mais grave e outra mais aguda, e novamente, por meio de Instrução pelos Colegas, perguntarei: “Qual característica da onda nos permite diferir se uma nota é mais aguda que a outra?”. Terminado o processo da Instrução pelos Colegas, mostrarei algumas relações interessantes entre as notas e como essas relações soam bem para o nosso ouvido.

**Fechamento:** Para o fim da aula, com uma atividade lúdica, irei organizar uma “orquestra” com oito garrafas PET. Cada garrafa PET estará preenchida com certa quantidade de água (Figura 5), logo quando assoprarmos em sua boca, ela emitirá uma nota. Pedirei que oito alunos se voluntariem para “tocar” cada garrafa, eu como “maestro” irei organizar no quadro como e quando cada um deverá tocar a sua garrafa para que possamos tocar uma música em conjunto.



Figura 5 - Garrafas enchidas com água para emitir uma nota. As garrafas estão com a indicação da nota que emitem. G, A, B, C, D e C# são símbolos para as notas Sol, Lá, Si, Dó, Ré e Dó sustenido, respectivamente.

A ideia dessa atividade é mostrar para os alunos que, quanto mais cheia a garrafa está, menor é a coluna de ar vibrando em seu interior, logo, mais aguda é a nota, mais alta é a nota que eles estão tocando. De certa forma, a orquestra de garrafas PET tem uma relação com o instrumento visto no início da aula.

**Recursos:** Quadro branco e canetas, computador, projetor de slides, celular com aplicativo *Phyphox* e garrafas PET afinadas com água em seu interior.

**Avaliação:** A participação e engajamento às respostas da Instrução pelos Colegas. (APÊNDICE C.2)

#### 4.5.2. Relato de Regência

**Dia 19/11/2019 – Terça-feira**

**Períodos:** 1º e 2º (8h – 9h30min)

**Alunos presentes:** 31

Iniciei a aula desse dia com a contextualização da aula, apresentei o áudio do vídeo (com o projetor de *slides* desligado e a tela do computador da sala de aula virado de costas para os alunos) de um artista de rua tocando a música tema da série de filmes *Harry Potter*, com taças de cristal. Fiz a pergunta: “*Qual instrumento que está tocando essa música?*”. Os alunos se empenharam em responder, buscando em suas memórias por instrumentos que eles já ouviram. As respostas que eles me deram, eu escrevi no quadro, e obtive as mais diversas respostas: instrumento de sopro, xilofone, lira, “pau de chuva”, caixinha de música e, uma aluna deu a resposta correta, taças de cristal. Porém, antes de falar que ela estava correta, passei pelos diversos instrumentos que eles me falaram, lembrando e explicando o que era cada um. Quando expliquei as taças de cristal, liguei o projetor e mostrei que esse era a resposta certa. Apresentei o vídeo do artista tocando e evidenciei como cada taça estava enchida com uma quantidade de água diferente da outra. Como iria fazer uma atividade lúdica com eles no fim da aula com a mesma ideia das taças, mas com garrafas enchidas com água, eu apresentei para eles as garrafas que enchi e afinei previamente, relacionando com a aula passada, mostrei que quanto maior era a coluna de ar, menor seria a frequência da nota. Um aluno ainda perguntou: “*Isso não tem a ver com experimento do cano professor?*”, o respondi que sim, estava intimamente relacionado.

Então, lancei uma pergunta para eles: “*Qual característica da onda nos permite diferir a nota emitida por um instrumento da mesma nota de outro instrumento?*”. A partir daí, toquei

uma nota da minha escaleta e toquei a mesma nota em uma das garrafas, para exemplificar a pergunta. Apresentei essa pergunta como uma sessão de Instrução pelos Colegas. Distribuí os cartões, retomei alguns aspectos importantes do método e iniciei o processo do IpC. Eles começaram sem falar nada entre si durante a escolha da pergunta, pensei que dessa vez eles iriam seguir o processo como eu havia descrito, porém, no momento de eles interagirem entre si, eles não buscaram colegas com respostas diferentes e não estavam interessados em discutir entre si, com exceção de um grupo da turma. Fui, dessa vez, de grupo em grupo, tentando forçar alguma discussão, arrancar algum argumento deles, porém, eles não haviam elaborado argumentos convincentes, me respondiam que tinham escolhido porque sim ou por eliminação das outras alternativas. Isso se refletiu nas respostas, na primeira votação 17% acertaram e na segunda subiu para 21%, poucos trocaram suas respostas. Pedi, então, que aqueles que votaram em cada alternativa colocassem o seu argumento para a turma inteira, e fui explicando alternativa a alternativa com eles. Com isso, expliquei a respeito do timbre e como ele estava associado ao formato da onda e ao padrão de vibração e como o formato da onda não influencia na frequência de vibração. Com o Osciloscópio do Som no aplicativo de *smartphone*, *Phyphox*, mostrei as diferenças entre o padrão de vibração da escaleta e de uma das garrafas com água. Gostaria de ter colocado a tela do aplicativo na tela do computador para projetá-la, contudo, como o computador da sala não é conectado na rede do *Wi-Fi* da escola, não pude fazer a conexão do aplicativo com o computador, mostrei a imagem do osciloscópio na tela do meu celular mesmo. Perguntei para os alunos se eles estavam visualizando bem a tela do meu celular, e eles responderam positivamente.

No início da segunda parte da aula, para tratar de intensidade sonora, com uma sessão de Instrução pelos Colegas, os questioneei sobre qual a característica da onda que nos permite distinguir um som forte de um som intenso. Os alunos tiveram a mesma postura de antes, sem muita vontade de participar da metodologia, apesar das minhas tentativas de ir de grupo em grupo tentando levantar alguma discussão entre eles. Contudo, dessa vez, houve uma melhora nas respostas, indo de 50% de acertos para 85%. Apresentei para eles uma imagem de duas ondas, uma mais intensa e outra menos intensa, evidenciando a diferença entre as amplitudes das ondas. De forma expositiva, relacionei a intensidade com energia e com a amplitude da onda, e mostrei a eles a escala decibel, a escala de nível sonoro. Fiquei impressionado que poucos a conheciam. Mostrei uma tabela com diversos exemplos, e para explicar a escala, que não é linear com a intensidade, fiz a seguinte pergunta: “*Se uma pessoa conversando gera um nível sonoro de 60 dB, duas pessoas geram 120 dB, que é o mesmo nível sonoro de uma sirene de polícia?*”. A resposta deles foi unânime, não podia ser o mesmo nível sonoro. Com isso,

introduzi a equação de cálculo para o nível sonoro. Quando eles viram que havia um logaritmo no meio da equação, eles arregalaram os olhos. Perguntei se eles já haviam estudado logaritmos em Matemática, eles me disseram que já, mas foi visto por cima no início do segundo ano, uma vez que era matéria do primeiro ano. Como eles não tinham uma base boa sobre o logaritmo, mostrei valores que representavam intensidades fortes (em torno de  $1 \text{ W/m}^2$ ) e intensidades fracas, quase inaudíveis (em torno de  $10^{-12} \text{ W/m}^2$ ), mostrei com uma conta no próprio *slide* (logo isso foi feito de forma rápida) que o nível sonoro de duas pessoas conversando é 63 dB, e isso não é, de fato, o nível sonoro de uma sirene de polícia. Mostrei, através de uma conta, pois os alunos me perguntaram, que a quantidade de pessoas falando para equivaler ao nível sonoro de uma sirene era de um milhão de pessoas.

O último conceito da aula era a altura do som. Novamente, fiz uma Instrução pelos Colegas, perguntando qual a característica da onda nos permite diferir notas diferentes no mesmo instrumento. Como era uma resposta que eu vinha repetindo ao longo da unidade didática que a frequência está relacionada com a nota, na primeira votação já obtive 78% de respostas certas, logo, não houve necessidade de fazer a discussão entre eles, assim como a literatura a respeito do método sugere. Com uma tabela com as frequências das sete famosas notas musicais (Dó, Ré, Mi, Fá, Sol, Lá, Si), falei um pouco a respeito de como é construído as relações entre essas frequências, para que duas notas soem bem para os nossos ouvidos quando tocadas juntas. Mostrei na prática com a escaleta essa consonância. Deixei claro que, tanto na Física quanto na Música, dizemos que uma nota aguda é uma nota alta, diferente do que queremos dizer, no nosso cotidiano, com “aumenta o som!”. E uma aluna perguntou: “*Como devemos dizer então quando quisermos aumentar o volume da música?*”. Foi uma ótima pergunta para o momento, para retomar o conceito da intensidade. Respondi-lhe que para aumentar o volume, a intensidade, é que queremos deixar o som mais forte diferente de deixar o som mais alto, que é aumentar a frequência da onda, é deixa-la mais aguda.

Faltando 30 minutos para o fim da aula, tive a oportunidade de fazer a brincadeira lúdica com eles, montando uma pequena orquestra com garrafas PET cheias da água. Chamei oito voluntários, pois cada um ficaria responsável por uma das garrafas, uma das notas. Os alunos demoraram para se voluntariar, mas de tanto chama-los consegui organizar oito alunos. Expliquei para a turma, lembrando a aula passada, que quanto mais água temos na garrafa, menor é a coluna de ar, portanto, maior será a frequência da nota. Em um *slide*, coloquei as notas a serem tocadas e expliquei como iria funcionar para que tocássemos de forma organizada: eu iria apontar para a nota a ser tocada e o responsável da nota deveria assoprar na boca da garrafa para emitir a nota. Fizemos alguns testes e a música funcionou bem, todos

identificaram que música era: Nona Sinfonia de Beethoven (ou Ode à Alegria). Como os alunos conheciam a música e conheciam o ritmo, a música fluiu bem enquanto eu os “regia”.

Terminada a brincadeira, a turma aplaudiu os oito colegas voluntários e terminei a aula entregando uma lista de exercícios para eles trabalharem nela e me entregarem até o dia da avaliação final, e expliquei para eles como eu estava planejando as próximas duas últimas semanas. Eles ficaram um pouco preocupados com ter que realizar uma avaliação final, eu os tranquilizei, lembrando que eu não avaliarei apenas a prova e sim conjunto das atividades que eles desenvolveram ao longo da unidade didática comigo. Com isso, o sinal soou, e mais uma aula havia terminado.

Infelizmente, a Instrução pelos Colegas não funcionou tão bem quanto da última vez. Talvez, não tenha funcionado porque dispensei uma discussão inicial antes das perguntas conceituais do IpC. E eu a dispensei pois eu já havia discutido, sem profundidade, os conceitos dessa aula ao longo das minhas aulas passadas. Então, eu só discuti os conceitos, com profundidade, após as perguntas conceituais do IpC. Mas gostei que eles aceitaram a ideia da brincadeira e se esforçaram para tocar a música que eu propus para eles.

## **4.6. Aula VI**

### **4.6.1. Plano de Aula**

**Conteúdo:** Fenômenos ondulatórios: Interferência

**Objetivos de ensino:** Analisar a qualidade acústica de uma sala comum, de uma sala de espetáculos ou de um estúdio, observando os fenômenos ondulatórios que a influenciam como a interferência.

**Atividade Inicial:** Iniciarei essa aula, apresentando a problematização dessa aula: “O professor de vocês irá fazer uma sessão de cinema na sala de aula, com as duas caixinhas de som, vocês assistirão aos Vingadores - Ultimato e, durante a cena dos portais, você quer muito ouvir a música tema dos Vingadores, e não quer deixar de ouvir nenhuma nota. Qual será o melhor lugar para sentar para que?”. A partir disso, discutirei com a turma quais elementos precisamos saber para responder à essa pergunta. Espero que eles tragam como respostas as características das ondas que estudamos até o momento, as notas que são tocadas na música tema e as dimensões da sala de cinema e da distância que separa as caixas de som. Eu os guiarei na busca pelas respostas.

**Desenvolvimento:** Para direcioná-los para uma resposta ao problema, apresentarei o fenômeno de interferência de duas maneiras. Na primeira, com um gerador de tons da *internet*<sup>17</sup>, e com duas caixinhas de som, irei gerar uma frequência e pedirei para os alunos, que, em seus lugares, e com um ouvido tampado e o outro aberto, que procurem se há algum lugar onde eles não ouçam a nota emitida. Como haverá duas fontes, um padrão de interferência irá surgir na sala de aula, e espero que os alunos captem esse padrão e visualizem o padrão na sala segundo as suas disposições. Na segunda maneira, mostrarei para eles o simulador no *PhET*<sup>18</sup> a respeito desse fenômeno, para ilustrar o fenômeno que ocorreu com as duas caixinhas de som. A partir daí, discutirei e retomar a interferência construtiva e destrutiva e relacionar com a diferença de caminho das ondas das caixinhas de som, utilizando o *software Geogebra* (APÊNDICE D.3) para o auxílio do desenho das ondas e os diversos casos que podem ocorrer.

**Fechamento:** Como fechamento da aula, pedirei para que eles se reúnam em duplas, e darei para cada dupla a posição de uma poltrona no cinema, e os alunos deverão calcular a diferença de caminho que as ondas de cada caixa de som percorrem até aquele ponto. Em posse desse valor, eles poderão calcular as frequências que sofrerão interferências construtiva e destrutiva, e com isso, obter a resposta da problematização inicial.

**Recursos:** Quadro branco e canetas, computador e projetor de slides, simuladores do *PhET* e *Geogebra*.

**Avaliação:** Em uma folha, eles deverão me entregar as contas que fizeram das diferenças de caminho das ondas das duas caixas de som até o assento, e o cálculo das três primeiras frequências das ondas que sofrem interferência construtiva e das três primeiras que sofrem interferência destrutiva. (APÊNDICE E.3)

---

<sup>17</sup> <https://www.szynalski.com/tone-generator/>

<sup>18</sup> <https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/sound>

#### 4.6.2. Relato de Regência

**Dia 26/11/2019 – Terça-feira**

**Períodos:** 1º e 2º (8h – 9h30min)

**Alunos presentes:** 29

Essa foi uma das aulas em que os alunos mais se engajaram com a problematização, fazendo diversas perguntas a respeito. Iniciei a aula dizendo que hipoteticamente iríamos ter uma sessão de cinema na última aula, assistindo ao filme Vingadores - Ultimato. Então, apresentei uma cena do filme para eles no *YouTube*, muitos alunos ficaram animados com a cena. Assim, perguntei para eles: *"Com esse equipamento que vocês têm em sala de aula, com essas duas caixinhas de som, qual é o melhor lugar na sala para sentar para você não perder nenhuma nota da trilha sonora?"*. Os alunos fizeram cara de dúvida. Fiz uma nova pergunta: *"Será que existe algum lugar dessa sala em que a gente não ouve uma determinada nota?"*. Dessa vez eles fizeram caras de surpresa. Foi aí que perguntei quais características e fenômenos ondulatórios que deveríamos observar para fazer essa análise. Uma aluna respondeu: *"Tem que cuidar se o som não vai bater na parede e voltar"*. Instiguei ela para ela me dizer que fenômeno era esse que ela queria dizer, e ela me respondeu *"Reflexão!"*. Escrevi isso no quadro e expliquei um pouco a respeito da qualidade acústica da sala e sua relação com a reflexão do som nas paredes do ambiente. Obtive uma das respostas que eu desejava, tentei levar a discussão a respeito do outro fenômeno que eu queria trabalhar com eles, interferência. Voltei na pergunta: *"Se eu tocar uma nota com essas duas caixas de som, vocês vão conseguir ouvir essa nota 100%, ou tem lugares na sala que não conseguiremos ouvir certas frequências?"*, um aluno me respondeu com uma pergunta: *"As ondas de cada caixa de som vão interferir uma na outra?"*. Respondi afirmativamente e escrevi no quadro "Interferência". Perguntei para eles quais as duas formas de interferência que estudamos e eles buscaram em seus cadernos os termos, e eles me responderam *"Construtiva e Destrutiva"*. Escrevi isso no quadro, e lembrei qual era a característica de cada um, a primeira nos dá um efeito de amplificação de intensidade, enquanto a segunda nos dá um efeito de anulação de intensidade.

Mostrei para a turma uma simulação do *PhET* apresentando a percepção de um observador quando temos apenas uma fonte e quando temos duas fontes. Com duas fontes podemos obter regiões onde não ouvimos a nota emitida pelas caixas de som e, também, regiões onde ouvimos o som com intensidade amplificada. Um aluno me perguntou se isso acontecia por conta das diferenças de fase da onda, o respondi afirmativamente, mas que dependeria de mais um fator que iríamos ver isso em seguida. Após isso, fiz um experimento com a turma,

com as duas caixas de som da sala de aula e um gerador de tom *online*. Coloquei uma dada frequência de 800 Hz para ser tocada e pedi que os alunos tampassem um de seus ouvidos e buscassem por uma região, próximo ao seu assento onde eles não ouvissem a nota sendo emitida, da mesma maneira que pudemos fazer no simulador do *PhET*. Os alunos se mexiam em suas cadeiras buscando pelo som anulado e eles logo identificaram, estavam impressionados com o resultado e como era possível identificar a diferença de intensidade de uma região para outra.

Identificado o fenômeno e com os alunos interessados em obter qual seria o melhor lugar para sentar na sala de aula para ouvir o fenômeno, em uma simulação elaborada por mim no *software Geogebra*, explorei com eles os conceitos de diferença de caminho e as condições para que houvesse a interferência construtiva e destrutiva, dessa forma, obtivemos a equação de recorrência para ambos casos. Primeiramente, trabalhei apenas a interferência construtiva, e ao fim de todo o processo de obter equações e entender as condições, perguntei para eles a respeito da problematização inicial: “*Então, com isso podemos observar que é um ótimo lugar que, além das notas não sofrerem interferência destrutiva, ela sempre sofrerá interferência construtiva. Que lugar é esse?*”. Uma aluna, observando o caso em não há diferença de caminho, ou seja, o ouvido do observador está equidistante às duas caixas de som, me respondeu que o melhor lugar seria “no meio”. “*Exatamente!*”, respondi, e incrementei a sua resposta falando sobre a questão da equidistância. Procurei por um aluno que estivesse sentado nessa reta imaginária de acordo com a disposição das caixas de som, e havia dois alunos sentados nessa reta, então, dando uma parte da resposta à problematização mostrei que eles estavam nos melhores lugares da sala, pois ali as notas sofreriam sempre interferência construtiva. Por fim, mostrei o caso da interferência destrutiva, as suas condições e a sua equação e apresentei um caso onde isso é vantajoso como o caso de fones de ouvido *noise canceller* e como eles podem auxiliar pessoas com Transtorno do Espectro Autista (TEA), como um exemplo disso, falei a respeito do seriado *Atypical* que os alunos dessa idade costumam assistir, que está disponível no serviço de *streaming, Netflix*, onde o personagem principal, um jovem com TEA, está sempre com esses fones de ouvido em volta do pescoço.

Como exemplo, para mostrar como utilizar as equações, com uma trena medi a distância de cada caixa de som até o ouvido de uma aluna, e então, fiz as contas para obter as três primeiras frequências que a aluna observaria com intensidade amplificada e as três primeiras frequências que ela observaria com intensidade nula. Com isso, coloquei uma dessas frequências que sofreria interferência destrutiva no gerador de tom *online*, e pedi para ela se certificar que não conseguia ouvir de fato a nota. Ela procurou um pouco ao seu redor, e

identificou que, de fato, ouvia, mas ouvia baixinho. Um aluno lembrou que a velocidade de propagação do som que utilizamos na conta não era a velocidade exata, por isso pode ter gerado algum erro. Eu confirmei seu comentário e acrescentei que poderia estar ocorrendo reflexões do som nas paredes da sala e, por isso, ela ainda poderia ouvir a nota. Uma outra aluna estava curiosa com a conta das frequências em um lugar em que estaria equidistante às caixinhas de som. Resolvi alterar meu plano, e, ao invés de cobrar como avaliação essa conta para lugares aleatórios com diferenças de caminhos aleatórios que eu havia preparado, cobrei essas contas no lugar que a aluna havia proposto. Tomamos as distâncias da caixa de som até o local e pedi para que realizassem as contas em duplas e depois me entregassem. Aqui identifiquei um problema, pois as minhas contas estavam no quadro, e as deixei lá como exemplo para eles. Percebi o problema quando um aluno me perguntou: “*sor, então é só substituir na equação a diferença de caminho do exemplo por essa que a gente encontrou aqui?*”. Eu respondi que sim, pois, afinal, era a única coisa que alterava de um exemplo para o outro. O problema foi que os alunos sabendo disso, a avaliação se tornou apenas a substituição mecânica de valores na fórmula e talvez a conta não fosse significativa para eles. Quando todos me entregaram a avaliação, mostrei para eles que a menor frequência que não seria ouvida para o caso da avaliação, era em torno de 850 Hz, uma frequência relativamente alta para música. Toquei em minha escaleta a música tema dos Vingadores, a música do vídeo que apresentei no início da aula, e falei que nessas notas que estão na música, nenhuma está acima dessa frequência. Então, para a pessoa nessa posição, não haveria problemas de não ouvir alguma nota da música.

Para finalizar a aula, falei um pouco mais sobre as salas de cinema, e como há reflexão nas paredes, há mais de duas caixas de som distribuídas ao longo da sala, interferência destrutiva era um problema minimizado. Uma aluna já havia percebido, ao longo da aula, que a problematização e a identificação de pontos de interferências construtiva e destrutiva que propus só ocorreria com duas caixas de som. Apresentei para eles que os técnicos de áudio e imagem ajustam tudo no cinema para um ponto específico do cinema, e esse ponto se encontra na última fileira do segundo terço do cinema, em uma região central. Essa aluna me respondeu: “*Ok, mas como temos mais de uma caixa de som, dá para sentar em qualquer lugar que não vai ter interferência destrutiva.*”. Concordei com ela dizendo que, para um bom cinema, deve haver uma boa qualidade acústica em qualquer lugar, mas geralmente, é nesse ponto em específico em que os técnicos utilizam como referência para ajustar áudio e imagem.

Essa foi uma aula em que saí satisfeito, pois os alunos se engajaram de uma forma que eu não esperava, fizeram perguntas (e fizeram perguntas que às vezes traziam a resposta às minhas perguntas), me ajudaram a tomar medidas, se engajaram no experimento das caixas de som e

me ajudavam com as contas em suas calculadoras. Acredito que isso tenha se dado por conta do caráter da aula ser investigativo e com um problema potencialmente significativo para eles, pois estávamos tratando do equipamento de som que eles convivem diariamente em suas aulas.

## 4.7. Aula VII

### 4.7.1. Plano de Aula

**Conteúdo:** Atividade Avaliativa

**Objetivos de ensino:** Avaliar como os alunos articulam e relacionam os conteúdos apresentados ao longo da unidade didática com os instrumentos musicais.

**Atividade Inicial:** Esta será uma aula de avaliação, com uma prova, onde eles deverão responder aos problemas em duplas. São questões que revisitam contextualizações e problematizações que foram observadas durante a unidade didática. A atividade inicial é a entrega das provas e as instruções para a realização da prova.

Para a primeira questão, será necessário tomar medidas do violão, então isso será feito em conjunto com toda a turma. Tomarei medidas da corda do violão e da frequência fundamental de cada corda do violão, e eles, em posse desses valores, devem resolver a questão da prova.

**Desenvolvimento:** A aula seguirá com a resolução dos problemas por parte dos alunos, em duplas, no máximo.

**Fechamento:** Como será minha última aula com eles, conversarei com a turma como irei fechar minha unidade didática, que constituirá de um retorno, um *feedback*, por parte deles via *internet*, e na próxima semana, voltarei com as suas avaliações corrigidas para eu dar um retorno para eles sobre como foram os seus desenvolvimentos ao longo da unidade didática.

**Recursos:** Quadro branco e canetas, computador e projetor de slides, celular com o aplicativo *Phyphox* e uma trena.

**Avaliação:** A resolução da avaliação final. (APÊNDICE G)

#### 4.7.2. Relato de Regência

**Dia 03/12/2019 – Terça-feira**

**Períodos:** 1º e 2º (8h – 9h30min)

**Alunos presentes:** 33

Como última aula, realizei com eles uma atividade de avaliação. Antes da aula começar, preparei no quadro um formulário para auxiliá-los a resolver os problemas da prova, e uma tabela para colocar os valores obtidos do problema experimental do violão. Então, quando a aula começou, dei as instruções para a realização da prova para os alunos, e, como muitos deles não trouxeram uma calculadora para realizar alguns cálculos difíceis na prova, dei instruções para a utilização da calculadora no *smartphone*, para evitar conversas paralelas entre as duplas. Pedi para que o aplicativo de calculadora ficasse sempre aberto, o celular com o modo avião ativado e que o celular ficasse o tempo todo em cima da mesa. Ao longo da prova, a maioria obedeceu bem às regras, mas não tive problemas com quem fugiu das instruções. Permiti, também, que eles pudessem consultar seus cadernos para realizar a prova.

O primeiro problema da prova era a utilização de dados experimentais tirados da corda do violão. Com uma trena medimos a corda do violão e com um aplicativo de afinar violão, pudemos obter as frequências fundamentais que cada corda do violão estava emitindo. Dois alunos me auxiliaram, enquanto eu tocava as cordas do violão, um aluno lia a frequência no aplicativo e outro aluno escrevia os dados no quadro. Não entrei em detalhes quanto a incertezas de medida.

Aconteceu que no logo no início da prova, quando eles começaram a fazer as questões, alguns alunos me chamaram em suas mesas pedindo por auxílio nos problemas, e eu, de boa vontade, atendi aos alunos e respondi às suas dúvidas sem dar a resposta final ao problema. Os outros alunos observando que eu ia em alguns grupos, todos quiseram tirar suas dúvidas, no fim, a dinâmica da prova era eu, pulando de mesa em mesa, atendendo os alunos, para auxiliá-los. Então, a partir daqui, para fins de relatos, descreverei dúvidas e comentários interessantes que surgiram ao longo da prova, problema por problema, e as minhas impressões, quando, mais tarde, corriji as provas.

O primeiro problema, o problema experimental do violão foi onde menos teve perguntas dos alunos. Em aula, o máximo que me perguntaram era qual equação utilizar e se era necessário passar o comprimento do violão de centímetros para metros. Para a primeira pergunta, eu tentava lembra-los as de ondas estacionárias e, então, relacionar com a equação, e, para a segunda pergunta, eu permiti que deixasse em centímetros, desde que me indicassem com unidades de medida. Na correção, notei que eles não estavam sabendo diferenciar o

comprimento de onda e comprimento da corda do violão, alguns utilizaram o comprimento da corda do violão como comprimento de onda e, assim, obtiveram um valor equivocado da velocidade de propagação da onda na corda do violão.

O segundo problema foi onde os alunos mais tiveram dúvidas. Começou pela letra A, onde eles não estavam seguros do comprimento de onda obtido pela simples divisão entre a velocidade de propagação da onda pela frequência de vibração, nessa questão, todos acertaram o comprimento de onda. A letra B, alguns alunos estavam com dúvidas sobre qual velocidade utilizar, não estavam atentos que a letra B fazia parte do conjunto do problema, logo, a velocidade que deveria ser utilizada era a de propagação da onda, a mesma utilizada na letra A, contudo, durante a correção, alguns utilizaram o valor da frequência da nota como o valor da velocidade de propagação do som, obtendo um valor errado da diferença de tempo. Na letra C, quase todas as duplas de alunos me perguntaram a respeito dela, não sabiam calcular quantos comprimentos de onda havia na distância que separava os colegas do problema, e eu, pacientemente, expliquei de dupla em dupla que deveria ser feita uma regra de três, já que pela letra A sabíamos o comprimento de uma onda, notei que os alunos relacionam muito pouco a matemática que eles utilizam em Matemática com a matemática utilizada em Física. Em contraponto, em dado momento da aula, uma aluna vendo uma tabela, brincou que deveria utilizar matrizes para resolver os problemas que tinham tabela. Por fim, na letra D, houve poucas perguntas a respeito sobre a interferência e poucos erram segundo a minha correção, acredito que isso se deu porque a aula sobre interferência havia sido uma semana antes da avaliação.

O terceiro problema, o qual revisitava a orquestra de garrafas PET que fizemos em sala de aula, foi outro que demandou algumas explicações. Os alunos que me perguntavam sabiam que quanto menor era a garrafa, mais aguda era a nota, contudo as garrafas do problema tinham o mesmo tamanho, porém enchidas com volumes diferentes. Tentei fazer relações, então, com a quantidade de ar no interior da garrafa e com os instrumentos grandes e pequenos e a característica das notas que eles emitem. Durante a correção, três duplas lembraram de relacionar o comprimento do tubo de ar (e o comprimento de onda) com a frequência por meio das equações, a outra maioria não falou sobre comprimentos, mas falou sobre a quantidade de ar que havia na garrafa para o som se propagar lá dentro. Poucos fizeram a relação errada: quanto maior o comprimento de ar, maior a frequência, portanto, mais grave seria o som. Uma aluna, durante as explicações, estava relacionando o problema com a propagação do som em diversos meios, como a água e o ar (as duas substâncias envolvidas no problema), acredito que

tenha tirado a dúvida dela de que não estávamos preocupados com esses fenômenos para explicar se uma nota seria grave ou aguda ao assoprarmos na boca da garrafa.

O quarto e último problema que buscava obter o melhor lugar para sentar em uma sala de cinema levando em consideração as interferências construtivas e destrutivas, foi um que teve poucas dúvidas, pois era um problema semelhante à letra D do problema 2. Sabendo que deveria ser feito algo semelhante, os alunos conseguiram trabalhar bem em cima da questão, porém ainda houve alguns alunos que não conseguiram compreender bem a ideia de que se a diferença de caminho for um número par de meios comprimentos de onda teríamos uma interferência construtiva e se for um número ímpar de meios comprimentos de onda teríamos uma interferência destrutiva. Outro ponto que surgiu durante esse problema foi que um dos assentos tinha uma diferença de caminho nem com número par e nem com um número ímpar de meios comprimentos de onda, ele tinha 0,86 meio comprimento de ondas. A pergunta do problema era em qual lugar não poderíamos sentar para ouvir a nota. Metade da turma respondeu, corretamente, que esse lugar podia sentar pois não haveria interferência destrutiva, enquanto a outra metade respondeu que não poderia sentar pois não haveria interferência construtiva. A minha ideia era exatamente essa ao elaborar o problema, para gerar essa discussão a respeito desse lugar na sala de cinema.

Ao fim da aula, todos os alunos conseguiram entregar as provas antes do tempo determinado, e, então, me despedi da turma, a qual recebeu a despedida sob protestos, pois eles gostariam de realizar, na próxima semana, fora da minha regência de estágio, um lanche coletivo, a turma falou que eu merecia, me deixando emocionado. Durante alguns momentos do meu estágio, achei que não estava fazendo alguma diferença para eles com as minhas aulas de Física, mas esse pedido deles me mostrou o contrário. Foi uma grande experiência que tive com eles: aprendi muito com eles, e espero que com as minhas aulas, eles tenham aprendido algo.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Essas foram as minhas experiências ao longo do Estágio Docente dentro de sala de aula. Foram ótimas experiências, aprendendo sobre as metodologias ativas de ensino, colocando-as em prática, convivendo com os alunos durante duas horas-aula semanais e proporcionando. A preparação das aulas foi o processo mais complexo e exaustivo. Criar uma unidade didática de quatorze horas-aula, por vezes, era um processo angustiante, pois, como este seria o único contato dos alunos com a matéria de ondulatória ao longo do ensino médio, eu ficava receoso em falar muito pouco sobre ondas eletromagnéticas e os diversos fenômenos ondulatórios que

podemos observar. Contudo, sabendo que o tempo era curto, sei que fiz o meu melhor focando na ondulatória e acústica e seus fenômenos, distribuindo ao longo dessas quatorze horas-aula. O próximo problema era como distribuir o tempo, me baseei em três capítulos do conhecido livro didático Física Conceitual, de Paul G. Hewitt, e novamente os receios surgiram, me preocupei se estava deixando as aulas densas com muito conteúdo ou se as estava deixando muito diluídas. Junto a tudo isso, ainda havia a preocupação da escolha da melhor metodologia para se trabalhar aqueles conteúdos e atingir os objetivos de ensino. Contudo, ao fim desse processo, acredito que cheguei em uma unidade didática bem estruturada e com uma boa sequência de aulas e avaliações.

Outra parte que fez parte de processo do planejamento foi a apresentação dos microepisódios em sala de aula, para os colegas da disciplina de Estágio Docente. Preparei quatro microepisódios, de vinte minutos cada, um trecho de uma aula que planejei, e de forma teatral, testei a aula e as metodologias com meus colegas e orientador, e deles, eu tive um retorno do que melhorar e do que manter na aula. Apesar de exaustivo, foi um processo proveitoso para auxiliar os colegas inseguros e para auxiliar a na própria insegurança.

Por fim, essa unidade didática foi aplicada, e de acordo com os meus planejamentos, tudo correu bem, as aulas ficaram bem encaixadas nas duas horas-aula de cada semana, às vezes, com alguns minutos de sobra, às vezes com alguns minutos de falta. Nessas vezes em que eles faltaram, pedi para os alunos que corressem com algumas atividades, comprometendo a metodologia que eu estava utilizando, como, por exemplo, na aula IV, em que eles deveriam realizar um P.O.E.. O meu maior problema, com a falta de tempo, foi na aula II. Acreditando que as metodologias do Ensino sob Medida e da IpC levariam menos tempo, acabei planejando mais um experimento em que eu iria levar toda a turma para a rua. Acabei ficando sem tempo durante a aula, e acabei tirando o experimento da aula. Apesar de ficar chateado com esses problemas e com o fato de não conseguir realizar tudo que planejei, acredito que isso fica como experiência e aprendizado para as minhas futuras aulas, quando eu estiver exercendo a profissão de professor.

Quanto a dificuldades em sala de aula, tive poucas. Os alunos são, em sua maioria, bem centrados, pouco conversam e participam bem da aula, fazendo várias perguntas, e em questão de disciplina por parte deles, não tive problema algum. E quanto à questão de infraestrutura da sala de aula, tampouco. Os computadores, projetores de *slides*, a *internet* e objetos de sala de aula, todos funcionaram muito bem durante todas as minhas aulas, sem grandes problemas. Credito esse fato, em grande parte, por realizar estágio em uma escola com recursos federais. Quanto aos meus materiais que levei para sala de aula, apenas a mola de brinquedo se partiu

em quatro, ao fim da minha última demonstração com ela que eu tinha planejado, como era um material de baixo custo e dado as circunstâncias, para mim, foi uma perda material com um toque cômico.

Acredito que as maiores dificuldades no estágio recaíram no meu modo de ministrar aulas. Eu estou acostumado a ministrar aulas em cursinho pré-vestibular, que é um contexto diferente de uma escola convencional. Porém, com a insegurança de aplicar metodologias que eu nunca havia aplicado, às vezes, eu caía em minha zona de conforto. Olhando para as minhas aulas, agora que já aconteceram, percebo que não consegui aproveitar todo o potencial das metodologias utilizadas, e acredito que eu poderia ter investido mais nelas. Mas o que me deixa tranquilo é que eu estou aprendendo, foi a primeira vez que eu as coloquei em prática, acredito que, futuramente, na minha profissão, eu vá conseguir aplica-las de forma mais eficiente.

O estágio, sem dúvidas, é uma grande experiência para o aluno de um curso de licenciatura. Aplicar e experimentar algumas das metodologias diferentes que aprendi ao longo do curso de licenciatura foi um ponto importante, os alunos as receberam de bom grado, para minha surpresa. É visível a diferença de uma aula dita “tradicional”, centrada na explicação do professor, e de uma aula em que o professor coloca a aula centrada nos alunos. Percebi que começar com certa problematização ou contextualização e lançar mão dos conteúdos de Física para tentar trazer alguma solução deixa os alunos bem mais motivados do que mostrar uma equação para os alunos no quadro e discorrer a respeito dela, para daí, no fim da aula, apresentar onde podemos observar esse fenômeno. Outro ponto que julgo importante, é dar para o licenciando uma visão de quem está dentro de uma escola pública. Pelos relatos dos meus colegas da disciplina que fizeram seus estágios em escolas do estado, pude perceber que o Colégio de Aplicação – UFRGS é um colégio muito privilegiado e bem estruturado, e isso se dá por conta dos seus recursos federais e de uma ótima gestão.

Tendo tudo isso em vista, sou muito grato por poder ter feito o estágio no Colégio de Aplicação – UFRGS, mais uma entre tantas oportunidades que a UFRGS me proporcionou. Ela me forneceu um curso de licenciatura em Física, de alta qualidade, inteiramente gratuito. Esse curso me deu uma nova visão muito mais bonita sobre ser professor que eu não tinha quando entrei no curso, e me mostrou, também, que ser professor é uma profissão muito mais desafiadora do que eu imaginava. No contexto atual do nosso país, podemos ver a constante desvalorização do professor e da educação. Estou pronto para aceitar o desafio da profissão e lutar pela sua valorização.

## 6. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, I. S., & MAZUR, E. (2013). **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*, 30(2), 362–384.

MOREIRA, M. A., CABALLERO, M.C. e RODRÍGUEZ, M. L. (1997). **Aprendizagem Significativa: Um Conceito Subjacente.** *Actas Del Encuentro Internacional Sobre El Aprendizaje Significativo.*, 19–44.

MOREIRA, M. A., & MASSONI, N. T. **Interfaces entre teorias de aprendizagem e ensino de ciências/física.** Porto Alegre: Instituto de Física – UFRGS, 2015. *Textos De Apoio Ao Professor De Física*, v.26 n.6.

MOREIRA, M. A., & OSTERMANN, F. **Teorias Construtivistas:** Reimpressão: 2005. Porto Alegre: Instituto de Física – UFRGS, 1999. *Textos De Apoio Ao Professor De Física*, nº 10.

## 7. BIBLIOGRAFIA

HEWITT, P. G. **Física conceitual.** 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física.** 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009 vol 2.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – Questionário sobre opiniões de Física

Nome:

Idade:

- 1) Qual sua disciplina favorita e qual você menos gosta? Por quê?
  
- 2) Você gosta de Física? Comente sua resposta.
  
- 3) Complete a sentença: "Eu gostaria mais de Física se..."
  
- 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) Qual seu estilo musical favorito? Qual seu artista ou banda favoritos? Qual a sua música favorita?
  
- 12) Você toca algum instrumento musical? Se sim, qual(is)? Se não, qual gostaria de tocar?

## APÊNDICE B – Texto e questões da tarefa de leitura para Aula II

### Tarefa de Leitura: Frequência, Velocidade de Propagação e Comprimento de Onda

Edgard Kretschmann

A propagação de uma onda possui uma **frequência** representando quantas repetições por segundo ela faz em seu movimento oscilatório, e possui uma **velocidade de propagação**, ou seja, a informação que a onda carrega precisa percorrer um espaço em um determinado intervalo de tempo. A velocidade de propagação da onda pode ser calculada por

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t} \quad (1)$$

A velocidade de propagação da onda depende das características do meio em que ela se propaga. As ondas mecânicas necessitam de um meio material para se propagar, pois elas se propagam através da matéria, por exemplo, as ondas sonoras que se propagam pelo ar fazem vibrar as moléculas presentes no ar, logo, a sua propagação depende das características do ar, como a temperatura. Inclusive, existe uma equação para o cálculo a velocidade do som, e ela é proporcional à raiz quadrada da temperatura T (em Kelvin):

$$v = 331,45 \sqrt{\frac{T}{273}} \quad (2)$$

Para a temperatura ambiente, 20°C (ou 293 K), temos, então, que a velocidade do som é igual a 343 m/s. Para a temperatura de 0°C (ou 273 K), a velocidade do som é igual a 331 m/s. Por curiosidade, veja a temperatura que está na rua nesse momento, em *sites* ou aplicativo de clima e tempo, e calcule a velocidade do som a essa temperatura (não esqueça de converter °C em K).

Já a velocidade de propagação de uma onda mecânica em uma corda tensionada depende da sua massa m, do seu comprimento L e da força F que tensiona essa corda. A equação que relaciona essas quatro grandezas é:

$$v = \sqrt{\frac{F}{m} \cdot L} \quad (3)$$

As ondas eletromagnéticas são ondas que perturbam campos elétricos e magnéticos (Fig. 1), ao invés de perturbar a matéria, logo, elas podem se propagar em qualquer meio, independentemente se há ou não matéria, pois a sua propagação depende apenas das características elétricas e magnéticas do meio. Acesse para observar um *gif* de uma onda eletromagnética se propagando: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:EM-Wave.gif>

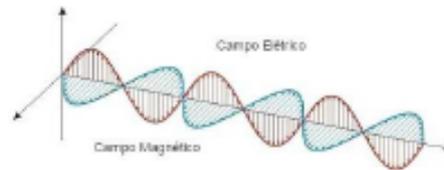


Figura 1 - Propagação de uma onda eletromagnética. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/ondas-eletromagneticas/>>, acesso em: 17/09/19

O vácuo é onde a onda eletromagnética se propaga com maior rapidez, essa velocidade é  $v = 299.792.458$  m/s, valor esse que aproximamos para  $v = 300.000.000$  m/s ou  $300.000$  km/s. Segundo as teorias de Einstein, nada no Universo pode ter velocidade maior que essa. Para o ar, essa velocidade é 99,97% da velocidade no vácuo e, para a água, essa velocidade é 75% da velocidade no vácuo. E o que são ondas eletromagnéticas na prática? São ondas de rádio, ondas micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios-X e raios- $\gamma$ .

Se as ondas são um movimento periódico, tendo uma frequência associada, e possuindo uma velocidade de propagação, por consequência, temos que o formato da onda se repete em um intervalo do espaço (Fig. 2). Esse tamanho chamamos de Comprimento de Onda, que denotamos pela letra grega  $\lambda$ , e a sua unidade de medida, no SI, é metro (m).

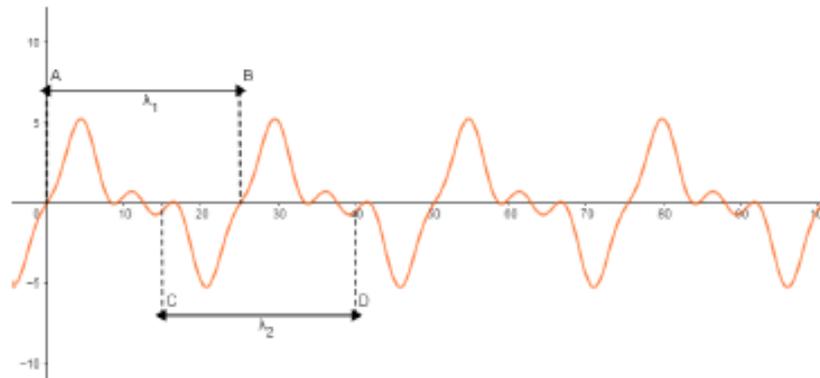


Figura 2 - Onda se propaga com um determinado formato possui um comprimento de onda que depende da velocidade com que ela se propaga e com a frequência a qual ela vibra. Fonte: elaborada pelo autor.

Observe como um comprimento de onda se "encaixa" completamente em uma repetição dessa onda. Para calcular esse comprimento de onda utilizamos a equação:

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad \text{ou} \quad v = \lambda \cdot f \quad (4)$$

Então, uma nota musical Lá, que possui uma frequência de 440 Hz, uma onda sonora que se propaga pelo ar, com uma velocidade 340 m/s, possui um comprimento de onda de  $\lambda = (340 \text{ m/s}) / (440 \text{ Hz}) = 0,77 \text{ m} = 77 \text{ cm}$ .

Perguntas:

1. O que difere uma onda sonora de uma onda se propagando em uma corda tensionada? A sua natureza é a mesma? E a direção de propagação é a mesma?
2. Alguém que produz uma onda sonora aumenta a frequência dessa onda, o que acontece com o comprimento de onda dessa onda?
3. Você encontrou alguma dificuldade na compreensão do texto? Algum conceito não ficou claro para você? Você ficou com alguma dúvida?

## APÊNDICE C.1 – Questões conceituais do PI para Aula II

Do que depende a velocidade de propagação de uma onda?

- A Frequência de vibração
- B Comprimento de onda
- C Meio no qual se propaga
- D Amplitude da onda

Coloque em ordem crescente a velocidade de propagação da onda sonora nos seguintes materiais.

- A Metal, Água e Ar
- B Ar, Água e Metal
- C Água, Metal e Ar
- D Ar, Metal e Água

Uma corda de violão é colocada a vibrar com 110 Hz, após isso, é colocada a vibrar a 220 Hz com o mesmo estímulo, qual grandeza física será diferente em ambas, além da frequência?

- A Comprimento de onda
- B Amplitude da onda
- C Meio no qual se propaga
- D Velocidade de propagação

Uma corda de piano vibra a 132 Hz. A vibração da corda vibra o ar ao seu redor gerando uma onda sonora. Qual a diferença entre a onda gerada na corda e a onda sonora propagada no ar?

- A A frequência da onda e o comprimento de onda
- B Não haverá diferenças
- C A velocidade da onda e a frequência da onda
- D A velocidade da onda e o comprimento de onda

Sobre essa mesma corda, qual será as diferenças entre as classificações da onda na corda e da onda sonora gerada?

- A Elas terão mesma natureza e mesma direção de propagação.
- B Elas terão naturezas diferentes, mas possuem mesma direção de propagação.
- C Elas terão mesma natureza mas possuem direção de propagação diferentes.
- D Elas terão naturezas diferentes e direção de propagação diferentes.

## APÊNDICE C.2 – Questões conceituais do PI para Aula V

Qual característica da onda nos permite diferir a nota emitida por um instrumento da mesma nota de outro instrumento?

- A Frequência da onda
- B Formato da onda
- C Velocidade da onda
- D Amplitude da onda

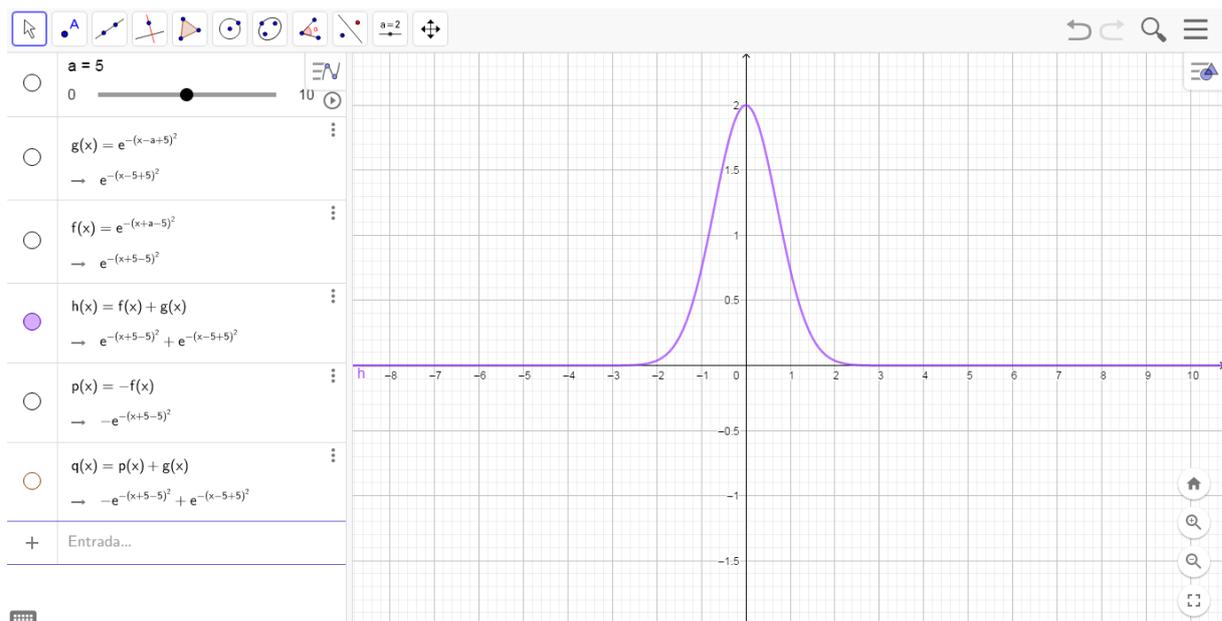
Qual característica da onda nos permite diferir a intensidade de uma nota da outra?

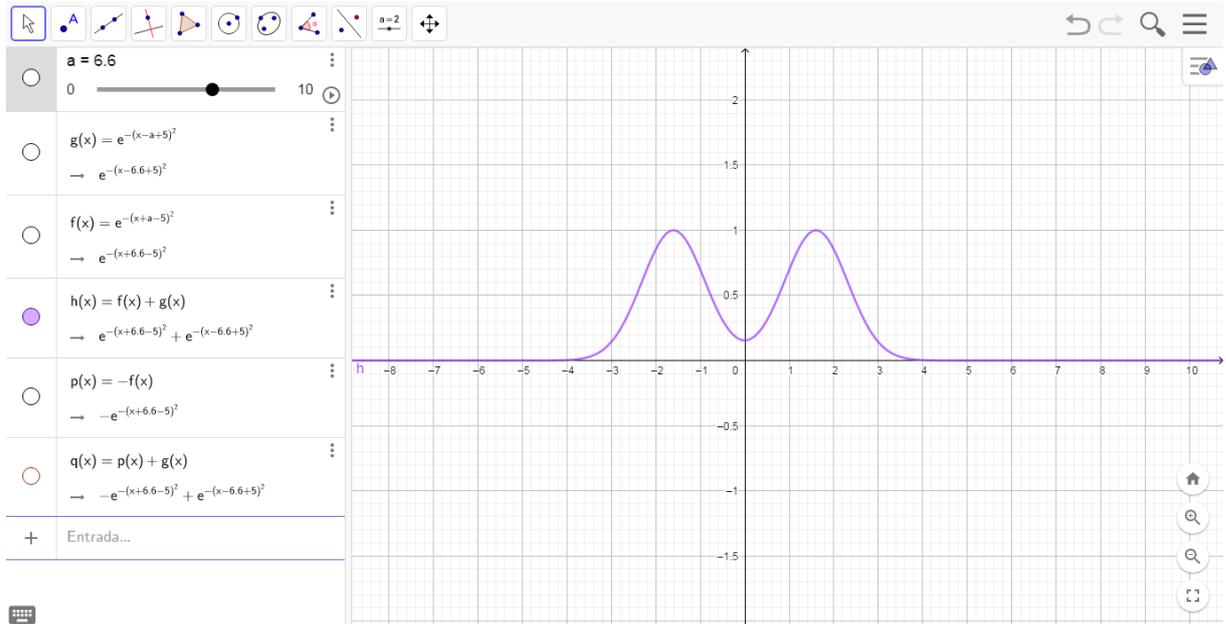
- A A amplitude da onda
- B O formato da onda
- C A velocidade da onda
- D A frequência da onda

Qual característica da onda nos permite diferir se uma nota é mais aguda que a outra?

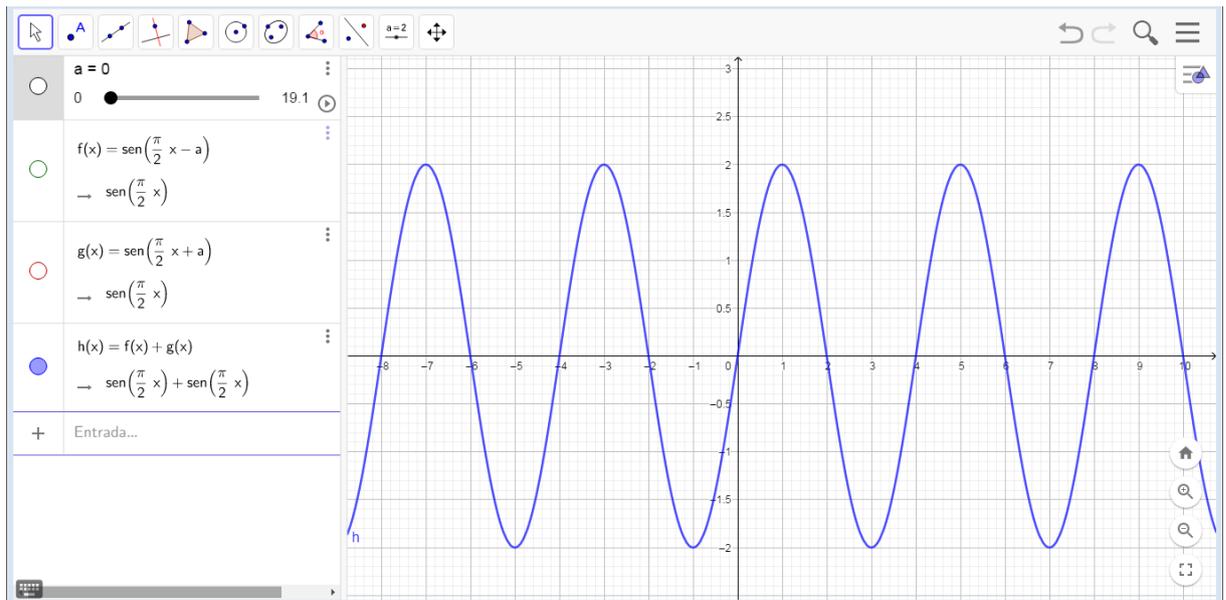
- A A amplitude da onda
- B A velocidade da onda
- C O formato da onda
- D A frequência da onda

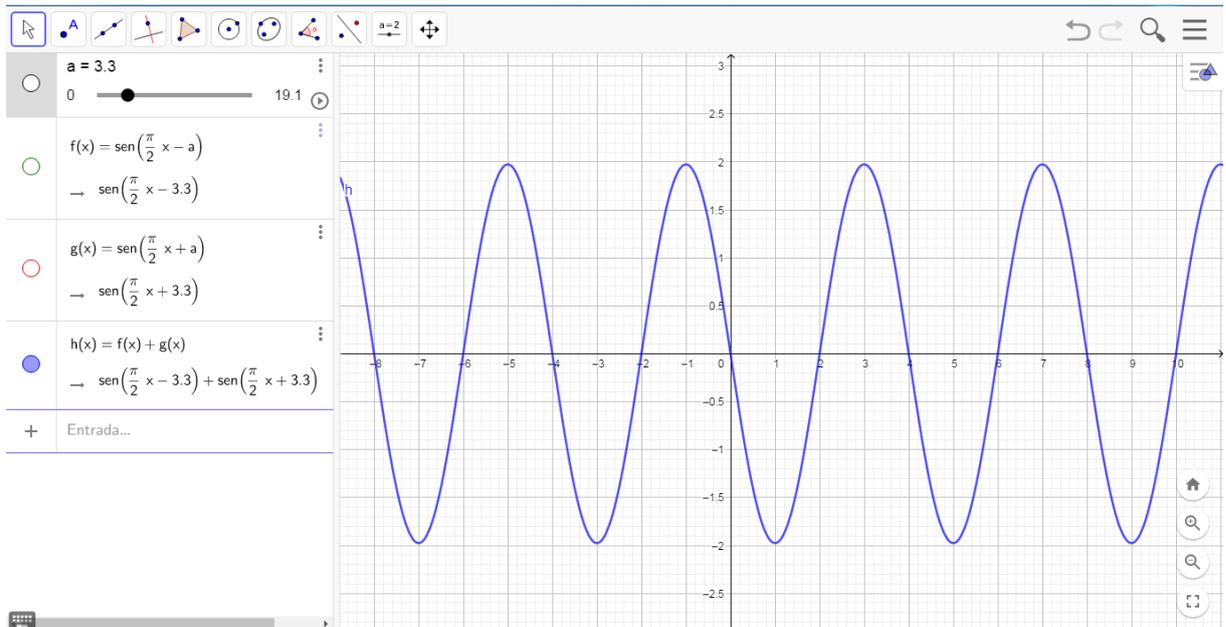
### APÊNDICE D.1 – Simulação no Geogebra da Aula III – Sobreposição de ondas



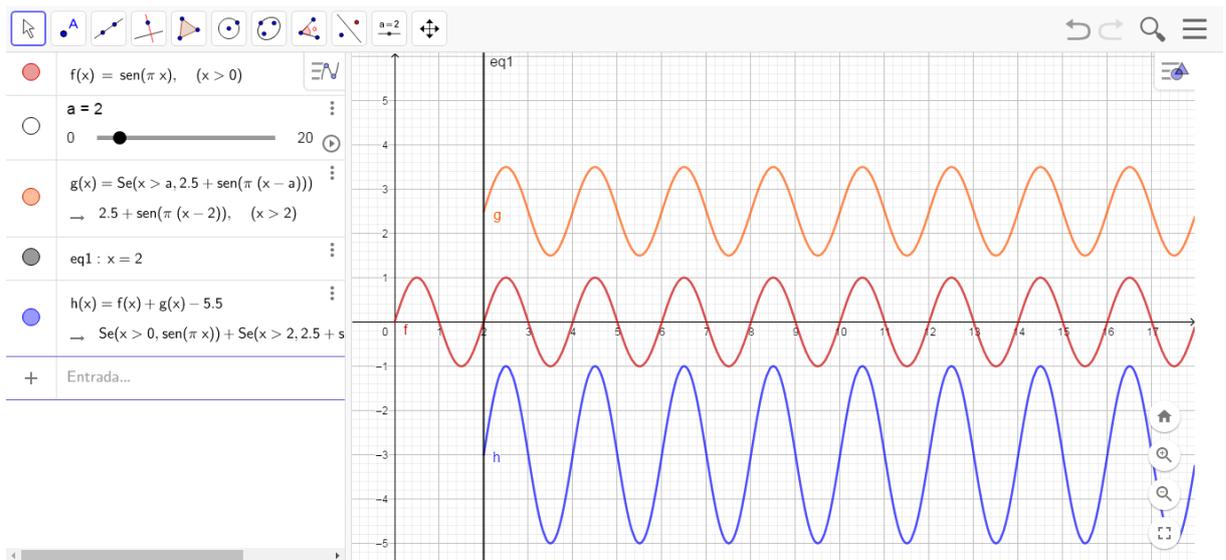


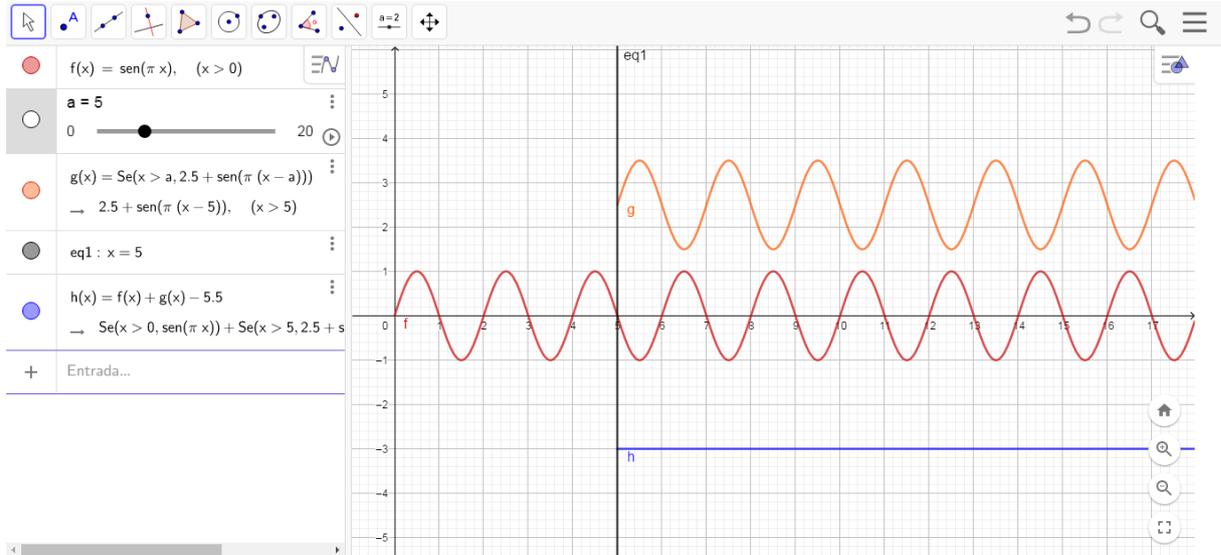
### APÊNDICE D.2 – Simulação no Geogebra da Aula III – Ondas Estacionárias





### APÊNDICE D.3 – Simulação no *Geogebra* da Aula VI – Diferença de caminhos





## APÊNDICE E.1 – Questões da avaliação da Aula III

### Avaliação (em duplas)

1. Explique o experimento.
2. O que representa o nó nesse experimento?
3. Faça um desenho esquemático da onda estacionária dentro do tubo.
4. Quantos nós há no comprimento indicado?
5. Qual o comprimento de onda?
6. Se a velocidade da onda é de 340 m/s, qual a frequência que gera essa onda estacionária?
7. A propagação da onda em ambos experimentos é de mesma natureza?
8. A direção de vibração da onda em ambos experimentos é a mesma?

### Tubo de Rubens



## APÊNDICE E.2 – Questões da avaliação da Aula IV

### Predizer

1. O que acontecerá com o som que você ouve enquanto o tubo for mergulhando na água com a frequência gerada.
  - a) O som irá variar conforme o tubo mergulha, em certos pontos será mais forte e em outros será mais fraca
  - b) O som será sempre mais forte
  - c) O som será sempre mais fraca
  - d) Não ouviremos nenhum som
  - e) Não acontecerá nada com o som

### Explicar

2. Qual o tipo de tubo que estamos lidando nesse experimento?
  - a) Tubo fechado em ambas extremidades;
  - b) Tubo aberto em ambas extremidades;
  - c) Tubo aberto e fechado em cada extremidade.

### Explicar

3. Qual grandeza física alteramos quando o tubo vai entrando na água?
  - a) O comprimento do tubo
  - b) A velocidade do som
  - c) A frequência
4. Essa grandeza, aumenta ou diminui?

### Explicar

5. O que ocorre quando o som fica mais forte?
  - a) Há uma interferência construtiva, e portanto, há formação de uma onda estacionária
  - b) Há uma interferência destrutiva, e portanto, há formação de uma onda estacionária

**APÊNDICE E.3 – Questão da avaliação da Aula VI**

Calcule as três primeiras frequências que sofrerão interferência destrutiva e as três primeiras que sofrerão interferência construtiva

Assento	L1 (m)	L2 (m)
A	7	2
B	9	7
C	5	4
D	6	3
E	2	2
F	6	4
G	10	4
H	8	1

- Obtenha a diferença de caminho
- Obtenha as três primeiras frequências que sofrem interferência construtiva
- Obtenha as três primeiras frequências que sofrem interferência destrutiva

## APÊNDICE F – Lista de exercícios



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

COLÉGIO DE APLICAÇÃO - TURMA 201

Entrega para o dia 03/12/19



Nome:

1. O som do trovão se propaga, em um dia de chuva, com uma velocidade aproximadamente de 300 m/s. Dois alunos, A e B, distantes um do outro, formam uma linha reta e um raio cai em um certo ponto dessa reta, conforme a figura abaixo. Após ambos observarem o relâmpago, iniciam seus cronômetros. Quando cada um deles ouve o som do trovão, eles param seus cronômetros. O aluno B obteve um tempo de 10 s, e o aluno A obteve um tempo de 12 s. Eles também mediram a frequência do som do trovão e obtiveram 120 Hz.



- Qual a distância que o raio caiu do aluno B?
- Qual a distância entre os alunos A e B?
- Qual o comprimento de onda da onda sonora do trovão?
- Quantos comprimentos de onda há entre ambos os alunos?

2. Um guitarrista toca uma corda de guitarra solta e sabe-se que o harmônico fundamental emite uma nota de 82 Hz, que corresponde ao Mi. Se o comprimento da corda é de 65 cm, responda:

- Qual a velocidade da onda nessa corda?
- Qual o comprimento de onda do harmônico fundamental?
- Qual a frequência e o comprimento de onda do segundo e do terceiro harmônico?

d) O guitarrista, para produzir sons mais agudos nessa corda, deve diminuir o comprimento da corda apertando-a em determinada casa. Se o guitarrista quiser tocar um Si nessa corda, que tem frequência fundamental de 123 Hz, qual deve ser o novo comprimento dessa corda?

e) Qual é a razão entre os comprimentos da corda tocando antes e depois?

3. O professor Edgard está assistindo ao Senhor dos Anéis – A Sociedade do Anel, e percebe que não ouve algumas notas da trilha sonora, enquanto ouve outras com grande destaque. Ele se dá conta de que a sua TV possui apenas duas caixas de som. Então, ele mede a sua distância até uma caixa de som e obtém 4 m, e depois mede a sua distância até a outra caixa de som e obtém 5,5 m. Sabendo que a velocidade do som no ar é, aproximadamente, 330 m/s, responda:

- Qual a diferença de caminho das ondas sonoras até o seu ouvido?
- Calcule os três primeiros comprimentos de onda que sofrerão interferência construtiva.
- Calcule os três primeiros comprimentos de onda que sofrerão interferência destrutiva.
- Calcule a frequência de cada uma dessas ondas.

## APÊNDICE G – Avaliação Final



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

COLÉGIO DE APLICAÇÃO - TURMA 201

Nomes:



### Avaliação Final

1. *Medindo a velocidade das cordas de um violão.* Faremos esse problema em conjunto. Primeiro, iremos medir, com uma trena, a corda do violão do professor. Agora, iremos medir a frequência do harmônico fundamental de cada corda do violão com um aplicativo de celular. Com isso obtenha a velocidade da onda em cada corda. E ao fim responda: quanto mais fina a corda, a velocidade de propagação na corda é maior ou menor?

Comprimento da corda =		
Corda	Frequência fundamental	Velocidade
E		
A		
D		
G		
B		
e		

2. *Você em um show.* Agora imagine a nota da corda A (Lá) se propagando pelo ar, com uma velocidade de 330 m/s, e responda às questões a seguir (para fins de cálculo, arredonde a frequência para 110 Hz):

a. Qual o comprimento de onda dessa nota no ar?

b. Imagine que você está assistindo a um *show* e está bem na frente do palco, enquanto o seu colega está a 165 m atrás de você assistindo ao *show*. O guitarrista emite uma nota Lá (110 Hz), qual será a diferença de tempo em que seu colega ouve a música e você ouve a música?

c. Entre você e seu amigo, há quantos comprimentos de onda?

d. Imagine que um segundo colega está assistindo ao *show*, e se encontra a uma distância de 30 m de uma caixa de som e se encontra a uma distância de 34,5 m da segunda caixa de som. Qual a diferença de caminho entre uma onda e outra? Esse colega observará uma interferência construtiva ou destrutiva da nota Lá (110 Hz)?

3. *Orquestra de garrafas.* Suponha que você foi escolhido para tocar em uma orquestra de cinco garrafas PET de 2L enchidas com água, e você foi designado a tocar a nota mais alta de todas, a mais aguda. A tabela abaixo representa as características de cada uma das cinco garrafas. Você deverá escolher qual entre as cinco garrafas? Justifique a sua resposta.

Garrafa	Quantidade de água no seu interior
1	800 mL
2	897 mL
3	951 mL
4	1008 mL
5	1131 mL

4. *Interferência em um cinema.* Em um cinema, há cinco lugares disponíveis, e você não quer deixar de ouvir a nota Sol ( $f = 98 \text{ Hz}$ ) da trilha sonora do filme e esse cinema possui apenas duas caixas de som, uma em cada lado da tela. Na tabela abaixo, está descrito o nome dos assentos, a distância até cada caixa de som (L1 e L2). Considere a velocidade do som no ar igual a  $343 \text{ m/s}$ . Em quais assentos você não pode sentar?

Nome	L1 (m)	L2 (m)
<b>A7</b>	5	3,5
<b>C4</b>	12,5	7,25
<b>G13</b>	15	8
<b>J20</b>	20,5	10
<b>N7</b>	35	22,75

APÊNDICE H – Slides da primeira metade da primeira aula

Física - Estágio

EDGARD KRETSCHMANN



Quem sou?  
Edgard Kretschmann



2

Quem sou?  
Edgard Kretschmann  
25 anos



3

Quem sou?  
Edgard Kretschmann  
25 anos  
Professor do Anglo



4

Quem sou?  
Edgard Kretschmann  
25 anos  
Professor do Anglo  
Violão



5

Quem sou?  
Edgard Kretschmann  
25 anos  
Professor do Anglo  
Violão  
Piano



6

Quem sou?  
Edgard Kretschmann  
25 anos  
Professor do Anglo  
Violão  
Piano  
Coldplay



7

Quem sou?  
Edgard Kretschmann  
25 anos  
Professor do Anglo  
Violão  
Piano  
Coldplay  
Of Monsters and Men



8

Quem sou?  
Edgard Kretschmann  
25 anos  
Professor do Anglo  
Violão  
Piano  
Coldplay  
Of Monsters and Men  
Choque de Cultura



9

Questionário

RESPOSTAS



10

Você vê alguma utilidade em aprender Física?

Sim: 20

Depende do assunto: 5

Não: 2

“Compreender o mundo/universo ao nosso redor”

“Avanço Científico do País”

“Energia”

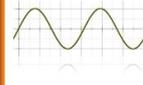
“Profissional”

11

Quais dificuldades você costuma ter ao estudar Física?

Cálculo/Fórmulas: 20

Relacionar/Context-/Abstrair: 5



12

Eu gostaria mais de Física se...

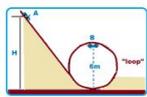
Prática/Experimento: 5

Menos contas: 4

Entendesse: 2

Cotidiano: 1

Teorias Universais: 1



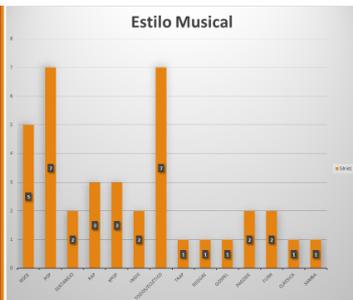
13

## A Física da Música

ONDULATÓRIA - ACÚSTICA

14

Estilo Musical



15

Instrumentos Musicais

Tocam: 11

Não Tocam: 13

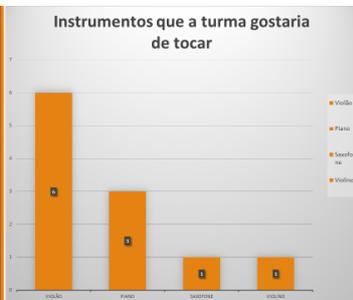


16

Instrumentos Musicais

Tocam: 11

Não Tocam: 13



17

Contextualizar

Qual a Física por trás dos instrumentos?



18

Contextualizar

Por que o guitarrista precisa apertar a corda para fazer sons diferentes?



19

Contextualizar

Se queremos construir um instrumento que produza sons graves, qual deve ser a principal característica desse instrumento?



20

**Contextualizar**

O lugar em que sentamos em um cinema ou teatro, influencia nas notas que ouvimos?



21

**Práticas**

- Instrução pelos Colegas
- Sala de aula invertida
- Experimentos
- Simulações Computacionais
- Exposição Dialogada



22

**Práticas**

- Instrução pelos Colegas
- Sala de aula invertida
- Experimentos
- Simulações Computacionais
- Exposição Dialogada



23

**Práticas**

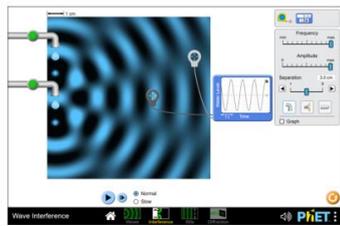
- Instrução pelos Colegas
- Sala de aula invertida
- Experimentos
- Simulações Computacionais
- Exposição Dialogada



24

**Práticas**

- Instrução pelos Colegas
- Sala de aula invertida
- Experimentos
- Simulações Computacionais
- Exposição Dialogada



25

**Práticas**

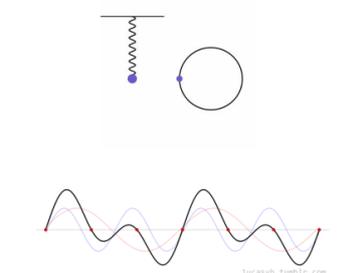
- Instrução pelos Colegas
- Sala de aula invertida
- Experimentos
- Simulações Computacionais
- Exposição Dialogada



26

**Cronograma**

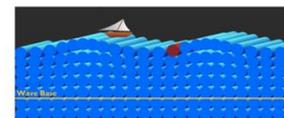
- O que é onda?/Frequência
- Velocidade e Comprimento de Onda
- Ondas Estacionárias
- Cordas Vibrantes e Tubos Sonoros
- Sons Musicais
- Fenômenos Ondulatórios



27

**Cronograma**

- O que é onda?/Frequência
- Velocidade e Comprimento de Onda
- Ondas Estacionárias
- Cordas Vibrantes e Tubos Sonoros
- Sons Musicais
- Fenômenos Ondulatórios



28

**Cronograma**

- O que é onda?/Frequência
- Velocidade e Comprimento de Onda
- Ondas Estacionárias
- Cordas Vibrantes e Tubos Sonoros
- Sons Musicais
- Fenômenos Ondulatórios



29

**Cronograma**

- O que é onda?/Frequência
- Velocidade e Comprimento de Onda
- Ondas Estacionárias
- Cordas Vibrantes e Tubos Sonoros
- Sons Musicais
- Fenômenos Ondulatórios



30

**Cronograma**

- O que é onda?/Frequência
- Velocidade e Comprimento de Onda
- Ondas Estacionárias
- Cordas Vibrantes e Tubos Sonoros
- Sons Musicais**
- Fenômenos Ondulatórios

Note	Key/Note	Frequency	Period
C1	C1	32.703	3.058
C#1	C#1	35.681	2.799
D1	D1	38.891	2.571
D#1	D#1	42.339	2.364
E1	E1	46.000	2.174
F1	F1	49.998	2.001
F#1	F#1	54.335	1.840
G1	G1	59.000	1.693
G#1	G#1	63.895	1.565
A1	A1	69.000	1.449
A#1	A#1	74.439	1.342
B1	B1	79.998	1.250
C2	C2	85.764	1.168
C#2	C#2	91.754	1.094
D2	D2	97.998	1.028
D#2	D#2	104.400	0.967
E2	E2	110.998	0.910
F2	F2	117.798	0.858
F#2	F#2	124.800	0.810
G2	G2	132.000	0.765
G#2	G#2	139.400	0.725
A2	A2	147.000	0.687
A#2	A#2	154.800	0.653
B2	B2	162.900	0.621
C3	C3	171.264	0.590
C#3	C#3	179.998	0.561
D3	D3	189.000	0.534
D#3	D#3	198.400	0.509
E3	E3	208.000	0.485
F3	F3	217.900	0.463
F#3	F#3	228.000	0.443
G3	G3	238.300	0.424
G#3	G#3	248.800	0.406
A3	A3	259.500	0.390
A#3	A#3	270.400	0.375
B3	B3	281.500	0.362
C4	C4	292.836	0.350
C#4	C#4	304.400	0.339
D4	D4	316.200	0.330
D#4	D#4	328.200	0.321
E4	E4	340.400	0.314
F4	F4	352.800	0.307
F#4	F#4	365.400	0.301
G4	G4	378.200	0.296
G#4	G#4	391.200	0.291
A4	A4	404.400	0.287
A#4	A#4	417.800	0.283
B4	B4	431.400	0.280
C5	C5	445.236	0.277
C#5	C#5	459.300	0.274
D5	D5	473.600	0.271
D#5	D#5	488.200	0.268
E5	E5	503.000	0.266
F5	F5	518.000	0.264
F#5	F#5	533.200	0.262
G5	G5	548.600	0.260
G#5	G#5	564.200	0.259
A5	A5	580.000	0.257
A#5	A#5	596.000	0.256
B5	B5	612.200	0.255
C6	C6	628.636	0.254
C#6	C#6	645.300	0.253
D6	D6	662.200	0.252
D#6	D#6	679.400	0.251
E6	E6	696.800	0.250
F6	F6	714.400	0.249
F#6	F#6	732.200	0.248
G6	G6	750.200	0.247
G#6	G#6	768.400	0.246
A6	A6	786.800	0.245
A#6	A#6	805.400	0.244
B6	B6	824.200	0.243
C7	C7	843.236	0.242
C#7	C#7	862.400	0.241
D7	D7	881.600	0.240
D#7	D#7	901.000	0.239
E7	E7	920.400	0.238
F7	F7	940.000	0.237
F#7	F#7	960.000	0.236
G7	G7	980.000	0.235
G#7	G#7	1000.000	0.234
A7	A7	1020.000	0.233
A#7	A#7	1040.000	0.232
B7	B7	1060.000	0.231
C8	C8	1080.000	0.230
C#8	C#8	1100.000	0.229
D8	D8	1120.000	0.228
D#8	D#8	1140.000	0.227
E8	E8	1160.000	0.226
F8	F8	1180.000	0.225
F#8	F#8	1200.000	0.224
G8	G8	1220.000	0.223
G#8	G#8	1240.000	0.222
A8	A8	1260.000	0.221
A#8	A#8	1280.000	0.220
B8	B8	1300.000	0.219
C9	C9	1320.000	0.218
C#9	C#9	1340.000	0.217
D9	D9	1360.000	0.216
D#9	D#9	1380.000	0.215
E9	E9	1400.000	0.214
F9	F9	1420.000	0.213
F#9	F#9	1440.000	0.212
G9	G9	1460.000	0.211
G#9	G#9	1480.000	0.210
A9	A9	1500.000	0.209
A#9	A#9	1520.000	0.208
B9	B9	1540.000	0.207
C10	C10	1560.000	0.206
C#10	C#10	1580.000	0.205
D10	D10	1600.000	0.204
D#10	D#10	1620.000	0.203
E10	E10	1640.000	0.202
F10	F10	1660.000	0.201
F#10	F#10	1680.000	0.200
G10	G10	1700.000	0.199
G#10	G#10	1720.000	0.198
A10	A10	1740.000	0.197
A#10	A#10	1760.000	0.196
B10	B10	1780.000	0.195
C11	C11	1800.000	0.194
C#11	C#11	1820.000	0.193
D11	D11	1840.000	0.192
D#11	D#11	1860.000	0.191
E11	E11	1880.000	0.190
F11	F11	1900.000	0.189
F#11	F#11	1920.000	0.188
G11	G11	1940.000	0.187
G#11	G#11	1960.000	0.186
A11	A11	1980.000	0.185
A#11	A#11	2000.000	0.184
B11	B11	2020.000	0.183
C12	C12	2040.000	0.182
C#12	C#12	2060.000	0.181
D12	D12	2080.000	0.180
D#12	D#12	2100.000	0.179
E12	E12	2120.000	0.178
F12	F12	2140.000	0.177
F#12	F#12	2160.000	0.176
G12	G12	2180.000	0.175
G#12	G#12	2200.000	0.174
A12	A12	2220.000	0.173
A#12	A#12	2240.000	0.172
B12	B12	2260.000	0.171
C13	C13	2280.000	0.170
C#13	C#13	2300.000	0.169
D13	D13	2320.000	0.168
D#13	D#13	2340.000	0.167
E13	E13	2360.000	0.166
F13	F13	2380.000	0.165
F#13	F#13	2400.000	0.164
G13	G13	2420.000	0.163
G#13	G#13	2440.000	0.162
A13	A13	2460.000	0.161
A#13	A#13	2480.000	0.160
B13	B13	2500.000	0.159
C14	C14	2520.000	0.158
C#14	C#14	2540.000	0.157
D14	D14	2560.000	0.156
D#14	D#14	2580.000	0.155
E14	E14	2600.000	0.154
F14	F14	2620.000	0.153
F#14	F#14	2640.000	0.152
G14	G14	2660.000	0.151
G#14	G#14	2680.000	0.150
A14	A14	2700.000	0.149
A#14	A#14	2720.000	0.148
B14	B14	2740.000	0.147
C15	C15	2760.000	0.146
C#15	C#15	2780.000	0.145
D15	D15	2800.000	0.144
D#15	D#15	2820.000	0.143
E15	E15	2840.000	0.142
F15	F15	2860.000	0.141
F#15	F#15	2880.000	0.140
G15	G15	2900.000	0.139
G#15	G#15	2920.000	0.138
A15	A15	2940.000	0.137
A#15	A#15	2960.000	0.136
B15	B15	2980.000	0.135
C16	C16	3000.000	0.134
C#16	C#16	3020.000	0.133
D16	D16	3040.000	0.132
D#16	D#16	3060.000	0.131
E16	E16	3080.000	0.130
F16	F16	3100.000	0.129
F#16	F#16	3120.000	0.128
G16	G16	3140.000	0.127
G#16	G#16	3160.000	0.126
A16	A16	3180.000	0.125
A#16	A#16	3200.000	0.124
B16	B16	3220.000	0.123
C17	C17	3240.000	0.122
C#17	C#17	3260.000	0.121
D17	D17	3280.000	0.120
D#17	D#17	3300.000	0.119
E17	E17	3320.000	0.118
F17	F17	3340.000	0.117
F#17	F#17	3360.000	0.116
G17	G17	3380.000	0.115
G#17	G#17	3400.000	0.114
A17	A17	3420.000	0.113
A#17	A#17	3440.000	0.112
B17	B17	3460.000	0.111
C18	C18	3480.000	0.110
C#18	C#18	3500.000	0.109
D18	D18	3520.000	0.108
D#18	D#18	3540.000	0.107
E18	E18	3560.000	0.106
F18	F18	3580.000	0.105
F#18	F#18	3600.000	0.104
G18	G18	3620.000	0.103
G#18	G#18	3640.000	0.102
A18	A18	3660.000	0.101
A#18	A#18	3680.000	0.100
B18	B18	3700.000	0.099
C19	C19	3720.000	0.098
C#19	C#19	3740.000	0.097
D19	D19	3760.000	0.096
D#19	D#19	3780.000	0.095
E19	E19	3800.000	0.094
F19	F19	3820.000	0.093
F#19	F#19	3840.000	0.092
G19	G19	3860.000	0.091
G#19	G#19	3880.000	0.090
A19	A19	3900.000	0.089
A#19	A#19	3920.000	0.088
B19	B19	3940.000	0.087
C20	C20	3960.000	0.086
C#20	C#20	3980.000	0.085
D20	D20	4000.000	0.084
D#20	D#20	4020.000	0.083
E20	E20	4040.000	0.082
F20	F20	4060.000	0.081
F#20	F#20	4080.000	0.080
G20	G20	4100.000	0.079
G#20	G#20	4120.000	0.078
A20	A20	4140.000	0.077
A#20	A#20	4160.000	0.076
B20	B20	4180.000	0.075
C21	C21	4200.000	0.074
C#21	C#21	4220.000	0.073
D21	D21	4240.000	0.072
D#21	D#21	4260.000	0.071
E21	E21	4280.000	0.070
F21	F21	4300.000	0.069
F#21	F#21	4320.000	0.068
G21	G21	4340.000	0.067
G#21	G#21	4360.000	0.066
A21	A21	4380.000	0.065
A#21	A#21	4400.000	0.064
B21	B21	4420.000	0.063
C22	C22	4440.000	0.062
C#22	C#22	4460.000	0.061
D22	D22	4480.000	0.060
D#22	D#22	4500.000	0.059
E22	E22	4520.000	0.058
F22	F22	4540.000	0.057
F#22	F#22	4560.000	0.056
G22	G22	4580.000	0.055
G#22	G#22	4600.000	0.054
A22	A22	4620.000	0.053
A#22	A#22	4640.000	0.052
B22	B22	4660.000	0.051
C23	C23	4680.000	0.050
C#23	C#23	4700.000	0.049
D23	D23	4720.000	0.048
D#23	D#23	4740.000	0.047
E23	E23	4760.000	0.046
F23	F23	4780.000	0.045
F#23	F#23	4800.000	0.044
G23	G23	4820.000	0.043
G#23	G#23	4840.000	0.042
A23	A23	4860.000	0.041
A#23	A#23	4880.000	0.040
B23	B23	4900.000	0.039
C24	C24	4920.000	0.038
C#24	C#24	4940.000	0.037
D24	D24	4960.000	0.036
D#24	D#24	4980.000	0.035
E24	E24	5000.000	0.034
F24	F24	5020.000	0.033
F#24	F#24	5040.000	0.032
G24	G24	5060.000	0.031
G#24	G#24	5080.000	0.030
A24	A24	5100.000	0.029
A#24	A#24	5120.000	0.028
B24	B24	5140.000	0.027
C25	C25	5160.000	0.026
C#25	C#25	5180.000	0.025
D25	D25	5	

### APÊNDICE I – Cronograma da Regência

Aula	Data	Conteúdo(s) a serem trabalhado(s)	Objetivos de ensino	Estratégias de Ensino
1	22/10/19	Apresentação Caracterização da onda Frequência	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentar os conteúdos que serão trabalhados relacionando com os conteúdos já vistos e sua importância nas aplicações;</li> <li>• Mostrar onde as ondas podem ser presenciadas no cotidiano, principalmente no campo da Música e dos instrumentos musicais;</li> <li>• Relacionar a propagação da onda com um movimento periódico e a frequência de um movimento periódico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vídeo-clipe</li> <li>• Simulações</li> <li>• Demonstração Experimental</li> </ul>
2	29/10/19	Velocidade da Onda e Comprimento de Onda Propagação do Som Ouvido humano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliar a dependência da velocidade do som com as características do meio e avaliar a dependência da frequência e formato da onda com as características da fonte;</li> <li>• Relacionar o comprimento de onda com a velocidade e a frequência; descrever como se dá a propagação de uma onda sonora e a interação com o ouvido humano;</li> <li>• Observar a propagação de ondas sonoras com a utilização de um aplicativo de celular – o <i>Phyphox</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulações</li> <li>• Ensino sob Medida</li> <li>• Instrução pelos Colegas</li> <li>• Demonstração Experimental</li> </ul>
3	05/11/19	Ondas Estacionárias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentar o fenômeno de superposição de ondas e como isso influencia na interferência das ondas;</li> <li>• Mostrar o efeito de reflexão de uma onda em uma extremidade fixa e em uma extremidade solta;</li> <li>• Descrever como ambos em uma corda ou em uma região confinada geram ondas estacionárias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vídeo-clipe</li> <li>• Simulações</li> </ul>
4	12/11/19	Harmônicos em Cordas Vibrantes e Tubos Sonoros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionar o fenômeno de ondas estacionárias em instrumentos musicais de cordas e de sopro e outros dispositivos do cotidiano;</li> <li>• Utilizar instrumentos musicais para mostrar as</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposição Dialogada</li> <li>• Demonstração Experimental/P.O.E.</li> </ul>

			<p>ondas estacionárias e os harmônicos;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observar a formação de ondas estacionárias em um experimento de baixo custo.</li> </ul>	
5	19/11/19	Sons Musicais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionar as qualidades do som (intensidade, altura e timbre) com as características de uma onda;</li> <li>• Apresentar como é construída as relações entre as frequências das notas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instrução pelos Colegas</li> <li>• Exposição Dialogada</li> </ul>
6	26/11/19	Interferência	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisar a qualidade acústica de uma sala comum, de uma sala de espetáculos ou de um estúdio, observando os fenômenos ondulatórios que a influenciam como a interferência.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulações</li> <li>• Demonstração Experimental</li> </ul>
7	03/12/19	Atividade Avaliativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliar como os alunos articulam e relacionam os conteúdos apresentados ao longo da unidade didática com os instrumentos musicais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demonstração Experimental</li> </ul>