

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA**

O QUE É MÚSICA BOA?

RODRIGO WEBER PEREIRA

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
2022/1**

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Ives Solano Araújo, meu orientador, pelos ensinamentos compartilhados e pela dedicação em corrigir este trabalho, o que contribuiu em muito para sua melhoria e, conseqüentemente, para minha formação como professor.

Agradeço aos funcionários do prédio H do Instituto de Física da UFRGS pela gentileza de me emprestar alguns materiais que utilizei ao longo da prática do estágio.

Agradeço aos funcionários do Colégio Estadual do Paraná, que me trataram muito bem e me auxiliaram em tudo que precisei para realizar as atividades de regência.

Agradeço à professora e aos estudantes da turma que fiz a regência por me aceitar como professor-estagiário e pela confiança que depositaram no meu trabalho.

Muito obrigado!

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DO TRABALHO.....	2
2.1 EXPOSIÇÃO DIALOGADA.....	2
2.2 EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	3
2.3 HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA.....	4
3 OBSERVAÇÃO E MONITORIA.....	6
3.1 A ESCOLA.....	6
3.2 AS TURMAS, O ENSINO E OS PROFESSORES DA ESCOLA.....	7
3.3 RELATOS DE OBSERVAÇÃO E MONITORIA.....	8
4 PLANOS DE AULA E RELATO DE REGÊNCIA.....	18
4.1 AULA I.....	18
4.1.1 Plano de aula.....	18
4.1.2 Relato de regência.....	20
4.2 AULA II.....	22
4.2.1 Plano de aula.....	22
4.2.2 Relato de regência.....	23
4.3 AULA III.....	26
4.3.1 Plano de aula.....	26
4.3.2 Relato de regência.....	27
4.4 AULA IV.....	29
4.4.1 Plano de aula.....	29
4.4.2 Relato de regência.....	30
4.5 AULA V.....	31
4.5.1 Plano de aula.....	31
4.5.2 Relato de regência.....	33
4.6 AULA VI.....	34
4.6.1 Plano de aula.....	34
4.6.2 Relato de regência.....	36
4.7 AULA VII.....	38
4.7.1 Plano de aula.....	38
4.7.2 Relato de regência.....	39
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
Apêndice A - Cronograma de regência.....	46
Apêndice B - Questionário sobre atitudes em relação à Física.....	50
Apêndice C - Tarefas Prévias e Questionários.....	51
Apêndice D - Lista de Exercícios.....	54
Apêndice E - Slides que Serviram como Guia das Atividades Experimentais.....	57

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho se insere no contexto de uma disciplina intitulada Estágio de Docência em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e foi produzido como pré-requisito para obtenção de diploma no curso de Licenciatura em Física. O trabalho consiste em atividades de observação, monitoria e regência de aulas de física em uma turma do segundo ano do ensino médio de um colégio estadual em Porto Alegre. As atividades aqui relatadas ocorreram no segundo semestre de 2022. A proposta da disciplina na qual este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi produzido é oferecer ao futuro docente a oportunidade de ter um contato mais próximo do real com o ambiente típico de sala de aula.

Neste ponto, cabe destacar ao leitor que o autor deste trabalho já possui experiência em sala de aula de nível médio, de forma que o relato aqui descrito não se caracteriza como um primeiro contato de um futuro docente com a realidade escolar. Fui professor de física em duas escolas privadas por cerca de três anos. Durante este período, concluí o Bacharelado em Física e o Mestrado em Ensino de Física na UFRGS. Atualmente, sou doutorando na mesma área nessa universidade.

De forma resumida, neste trabalho estão descritos(as): as atividades de observação e monitoria de 18 horas-aula em disciplinas de Física e Química do ensino médio; minhas reflexões sobre a dinâmica de sala de aula durante esse período, bem como as implicações dessas observações para a futura regência; as características da escola, do seu contexto e das formas de ensino e aprendizagem do ambiente escolar em que este trabalho foi desenvolvido; o planejamento da unidade didática que será aplicada no período de regência, tendo em vista as observações prévias e referenciais teórico-metodológicos; a experiência prática com a turma escolhida; conclusões e reflexões sobre a experiência na escola como um todo.

A unidade didática criada foi aplicada em uma turma do segundo ano do ensino médio e tinha como temática central a pergunta: “o que é música boa?”. Por meio dessa questão, os alunos foram motivados a estudar a ondulatória centrada na física da música. Os conteúdos trabalhados foram: Movimento Harmônico Simples, Período, Frequência, Nível Sonoro, Intensidade Sonora, Ondas Estacionárias, Ressonância, Eco, Tensão e Densidade Linear de massa, Escalas Musicais, Notas e Acordes. As atividades desenvolvidas foram calcadas em um eixo teórico-metodológico que envolve aulas expositivas dialogadas, experimentos feitos pelos alunos e o uso de história da ciência.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DO TRABALHO

Do ponto de vista teórico-metodológico, este trabalho está fundamentado em três eixos: a perspectiva educacional da exposição dialogada, o uso da experimentação no ensino de ciências e a inclusão explícita de elementos de história da ciência. Nas subseções seguintes, apresento uma breve descrição desses eixos e a justificativa do porque se sua utilização tendo em vista o contexto em que a unidade didática seria aplicado.

2.1 EXPOSIÇÃO DIALOGADA

Em todas as turmas que observei, percebi que os estudantes estavam acostumados com um método de aprendizagem passivo, centrado na transmissão de conhecimento do professor para o aluno. Portanto, pensei que uma variação saudável desse método viria a calhar. Por outro lado, por experiência própria, sei que estudantes acostumados a aprender assim tem dificuldades em ter algum aproveitamento em métodos muito abertos, que requerem uma maior autonomia de sua parte. Infelizmente, esse aspecto é agravado pelas dificuldades que os estudantes têm com a matemática e, principalmente, com a resolução de problemas que demanda algum nível de interpretação de texto. Evidenciei isso em todas as aulas: os exercícios que os alunos estão acostumados a resolver envolvem apenas substituição de grandezas em fórmulas; mesmo quando conseguiam substituir os parâmetros no local correto da fórmula, a matemática, muitas vezes, os impedia de avançar. Abordagens abertas têm potencial de mitigar esses aspectos, porém, o principal problema com esse tipo de metodologia é a grande flexibilidade de tempo exigida, bem como dos conteúdos a serem trabalhados, que podem variar de a cordo com o interesse dos estudantes. Durante o período de estágio não temos tal autonomia.

Tendo em vista os aspectos mencionados, optei por fundamentar boa parte da unidade didática com o método da exposição dialogada. Esse método é considerado ultrapassado por muitos professores que cometem equívocos ao confundi-lo com o método tradicional da exposição transmissiva que me referi no início do parágrafo anterior. No método da exposição dialogada, o professor busca construir um instrumento integrador entre o seu conhecimento e do aluno; tal diálogo entre professor e alunos é um ponto forte desta metodologia, pois, por meio dele, surge espaço para questionamentos, discussões, críticas e reflexões (VEDOVE & FERREIRA, 2020). Quando aplica a exposição dialogada de forma correta, o professor usa o conhecimento prévio dos estudantes sobre um determinado tema em seu favor, buscando sistematizá-lo e enquadrá-lo em uma perspectiva alinhada com o saber científico sendo transposto no contexto de ensino-aprendizagem (*idem*). Na unidade didática construída, previ o uso de questionários prévios juntamente com vídeos (ver Apêndice C) que os estudantes deveriam assistir em casa antes de virem às aulas. Com isso, pude acessar parte de seus conhecimentos prévios e construir um diálogo mais inteligível entre eu e os estudantes.

Para que os conhecimentos prévios dos estudantes possam ser facilitadores da aprendizagem, o professor deve executar um bom planejamento. O ensino e a aprendizagem devem se constituir em uma espécie de unidade dialética caracterizada pelo papel mediador do professor com a ação do estudante (HARTMANN *et al*, 2019). No entanto, para que isso ocorra de forma frutífera, diversos recursos devem ser utilizados. Alguns deles são: recursos audiovisuais como vídeos e imagens animadas (*gifs*), experimentos demonstrativos e uso de aplicativos de celular. Como forma de enriquecer o diálogo com a turma, empreguei todos esses recursos ao longo da unidade didática.

É importante destacar que tais aspectos farão pouca diferença se a realidade contextual do estudante não for levada em consideração. Um aspecto que se constitui em um dos pilares centrais da exposição dialogada é o respeito pelo contexto cultural em que o estudante se encontra. O seu contexto é o ponto de partida para construir o conhecimento que eles tem do mundo; por isso, o professor deve se utilizar de aulas teóricas e práticas para articular o conteúdo com a realidade contextual dos

estudantes, sensibilizando-os e despertando seu interesse (COIMBRA, 2017). Se, por um lado, os questionários prévios me auxiliaram a acessar conhecimentos prévios dos estudantes sobre o conteúdo que seria trabalhado em cada aula, o questionário sobre atitudes em relação à Física (ver Apêndice B), aplicado antes do período de regência, me auxiliou a entender mais um pouco do contexto dos estudantes. Neste questionário, além das perguntas sobre o interesse na física, haviam questionamentos sobre a profissão pretendida, se os estudantes já trabalham, se planejam fazer faculdade, etc. Outra forma que encontrei de articular a teoria a ser ensinada (ondulatória) e o contexto dos estudantes foi apelando para um instrumento que faz parte da realidade de todos nós: o violão. Mesmo que o estudante não saiba tocar, já viu e ouviu um violão; possivelmente gosta de algum som tocado por ele; estudar ondulatória com enfoque na física da música foi a forma que encontrei para despertar o interesse dos estudantes.

Por fim, um aspecto convidativo da utilização dessa metodologia é a questão da avaliação. O professor pode estipular notas de participação ou pedir resumos sobre temas trabalhados, por exemplo. Nesse caso, o estudante tem um estímulo extra para se envolver nas discussões. Na unidade didática construída, os alunos ganham notas de participação nos experimentos propostos e na resposta aos questionários.

2.2 EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Uma consulta breve à literatura sobre o papel da experimentação no ensino de ciências mostra que os estudantes, em grande parte, se beneficiam de atividades práticas (HODSON, 1994). No ensino de física em particular, já se considera há décadas que atividades de laboratório são importantes (PINHO-ALVES, 2000). Além de dar sentido aos conhecimentos teóricos aprendidos, tais atividades são frutíferas porque o aluno tem a sensação de fazer ciência, mesmo que o experimento em questão tenha fins unicamente didáticos. Neste trabalho, a experimentação está presente. Porém, como o laboratório de ciências não está em condições de utilização, todas as atividades práticas realizadas pelos estudantes ocorreram no próprio auditório, com adaptações no ambiente. Mas como as atividades experimentais ajudam o estudante no aprendizado?

Em geral, as atividades experimentais são planejadas para serem realizadas em grupo, favorecendo a construção de relações sociais colaborativas, o que favorece a aprendizagem dos estudantes (GASPAR, 2004). Ao realizar experimentos, os estudantes podem desenvolver competências relacionadas à argumentação lógica, baseada em evidências, bem como habilidades práticas relacionadas com a calibração de instrumentos, coleta e organização de dados. Tais competências são essenciais para que o estudante entenda aspectos básicos relacionados à construção do conhecimento pela ciência. Outro ponto positivo é que nas atividades experimentais o estudante tem a chance de aprender conceitos na prática, não apenas na teoria. Ressaltamos aqui que “aprender na prática” não significa que o estudante vá descobrir leis da física fazendo o experimento: esse sentido tem relação com a concepção empirista-indutivista segundo a qual o conhecimento pode ser derivado unicamente a partir da experiência e da observação neutra. Nessa perspectiva, o conhecimento é tido como algo objetivo, que pode ser construído de forma linear e progressiva, com pouca influência de elementos hipotéticos ou subjetivos no trabalho científico. Entende-se que a mobilização de conhecimentos em situações práticas se constitui em uma forma alternativa de promover sua conceitualização, forma essa que pode enriquecer e facilitar o processo de aprendizagem.

Entretanto, para que a atividade seja significativa para o estudante, seus objetivos de aprendizagem devem ser bem definidos. É comum que professores tenham pouca clareza sobre onde querem chegar quando ministram atividades experimentais (PARREIRA & DICKMANN, 2020). Tipicamente, justifica-se as atividades experimentais com o bordão de que “os alunos precisam colocar a mão na massa”, como se o simples fato de os estudantes entrarem em contato com materiais e instrumentos de medida fosse o suficiente para incutir alguma ciência em suas mentes. Outro ponto importante que o professor deve evitar ao ministrar atividades experimentais é o da roteirização excessiva, que pode tornar o experimento mecânico, desinteressante e pouco significativo (DEACON

& HAJEK, 2011). Tratando-se de estudantes de nível médio que não estão habituados a realizar atividades experimentais, entende-se que sejam necessários algum nível de auxílio por parte do professor, ou mesmo da utilização de guias de atividade, com o intuito de que os estudantes não se sintam perdidos.

Segundo Borges (2002), as potencialidades das aulas envolvendo experimentos são melhor aproveitadas quando o estudante já tem algum conhecimento prévio sobre a situação em questão. No caso dos experimentos realizados neste trabalho, todos se referem diretamente aos conteúdos sendo trabalhados em sala de aula, de forma que nada novo é apresentado durante a prática. Outro ponto importante para tornar as aulas mais frutíferas é a questão do equilíbrio entre as capacidades técnicas dos estudantes e as tarefas manuais a serem realizadas, que não podem ser excessivamente complexas. Nas práticas propostas, todos os materiais são de fácil utilização, como fios, tesouras, aplicativos de celular, balanças e régua. Por fim, Borges (ibid) destaca que as expectativas dos estudantes em relação às atividades propostas devem ser atendidas. Buscando dirimir possíveis frustrações, as atividades propostas neste trabalho têm poucos objetivos, porém esses são claros e factíveis dentro do limite de tempo disponível.

Em toda a unidade didática, foram realizadas duas atividades experimentais pelos estudantes: uma envolvendo a determinação da densidade linear de massa de uma corda usando a frequência de vibração do seu primeiro harmônico (medida com um aplicativo de celular) e outra sendo a construção do monocórdio de Pitágoras sobre a escala musical de Bach. Em nenhuma delas os estudantes tinham um roteiro a ser seguido; em vez disso, eles deviam responder a perguntas e ganhavam dicas de como proceder com a montagem do experimento (ver o Apêndice E, que contém os *slides* que serviram de guia para esses dois experimentos). Desta forma, os estudantes eram incentivados a pensar sobre como os dados necessários para responder as perguntas seriam coletados, bem como sobre o delineamento experimental. As atividades eram sempre em grupos de no máximo cinco pessoas.

2.3 HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

Nas décadas recentes, diversos países vem buscando introduzir a história da ciência nos currículos de ciências com o objetivo de promover a alfabetização científica (PRESTES & CALDEIRA, 2009). De fato, a história da ciência pode ser uma alternativa para promover um ensino contextualizado, crítico, integrador e multidisciplinar. Segundo Matthews (1995), a história da ciência é importante no ensino porque: auxilia os estudantes a aprender ciência; evidencia o caráter multidisciplinar dos conteúdos; humaniza a ciência por meio de sua associação com questões sociais, culturais, éticas políticas e econômicas vinculadas com o contexto de cada lugar e época.

Entretanto, apesar dos documentos oficiais reconhecerem a importância da história da ciência, os professores têm dificuldades em implementar essa componente na prática. Em particular na disciplina de física, observa-se que, em geral, os conteúdos são apresentados aos estudantes de forma fragmentada e desconexa, sem com que a origem das fórmulas matemáticas sendo ensinadas seja explicitada, tampouco o contexto social, político, econômico e cultural em que tais conhecimentos foram produzidos (HYGINO *et al*, 2012).

Alguns autores como Ducheyne (2012) defendem que uma boa forma de abordar a história da ciência é através de estudos de caso histórico, buscando resgatar o contexto e as motivações por trás da construção do conhecimento em algum momento marcante da história da ciência. Essa é uma abordagem ampla que busca agregar o máximo de informações possíveis sobre o contexto, buscando um retrato o mais fiel possível do evento sendo estudado. Já Silveira *et al* (2010) defendem que o ensino de história da ciência pela utilização de fontes primárias é uma boa forma de evidenciar a evolução de conceitos na física, bem como aspectos da natureza da ciência. Os autores defendem que textos originais ou mesmo versões comentadas dos originais podem ser usados como ponto de partida para iniciar discussões mais profundas em sala de aula. Outra estratégia para trazer história da ciência é a dramatização, que consiste na interpretação, por parte dos alunos, de personagens históricos com o intuito de agir, argumentar ou responder como se fossem personagens históricos. Tal abordagem, defendida por Pilouras (2011), aposta nas controvérsias científicas como ponto de partida para o

aprendizado de conceitos científicos e aspectos relacionados à natureza da ciência. Outra opção para trazer história da ciência na sala de aula é por meio da reprodução de experimentos históricos com o intuito de engajar os estudantes a ter um olhar mais profundo sobre o processo de construção do conhecimento. Autores como Junior *et al* (2012) e Francisquini *et al* (2014) se utilizaram de experimentos históricos para explorar conceitos físicos presentes nas réplicas construídas; os autores descritos utilizaram o experimento do plano inclinado e o aparato que ilustra o “paradoxo cinemático aparente” para discutir queda livre. Outras metodologias para trazer história da ciência consistem no estudo biográfico de autores relevantes na história da ciência (p. ex., PEDUZZI, 2010) e na exploração de episódios históricos descritos em livros didáticos (p. ex., GOMES, 2012).

Neste trabalho, foram utilizadas de forma vinculada duas das abordagens descritas acima. Em uma delas, foi feito um estudo de caso histórico, centrado na vida de Vincenzo Galilei (pai de Galileu Galilei). Vincenzo Galilei foi um músico influente no renascimento italiano e teve um papel importante no desenvolvimento da “nova ciência”, bem como na teoria musical moderna. A outra abordagem consistiu na reprodução de um experimento histórico: o monocórdio de Pitágoras. Os estudantes constroem o monocórdio de Pitágoras, porém, em vez de reproduzir os intervalos pitagóricos (feitos de razões de números inteiros), criticados por Vincenzo Galilei, implementam a escala moderna de Bach. Desta forma, as divisões da corda no monocórdio são as mesmas que as casas no braço de um violão moderno. Com isso, os estudantes trabalham na prática conceitos físicos como frequência, comprimento de onda e intervalos musicais em associação com o contexto histórico que motivou a elaboração desses conhecimentos.

Um dos maiores desafios para quem decide trabalhar com história da ciência sem ser um especialista no assunto está na questão da fidedignidade com os fatos históricos. Em um artigo intitulado “*Como não escrever sobre história da física - um manifesto historiográfico*”, Martins (2001) critica duramente um conhecido divulgador da ciência por afirmações que vão de encontro com alguns fatos históricos. Neste trabalho, para evitar incorrer em erros históricos grotescos, o autor buscou se ater a afirmações e fatos encontrados exclusivamente em fontes confiáveis como artigos publicados em periódicos e livros de autores reconhecidos.

3 OBSERVAÇÃO E MONITORIA

Nesta seção, relato a experiência de observação e monitoria que se deu no período anterior ao da regência. Essa etapa foi importante para o delineamento da regência porque pude ter ideia de como eram as turmas, os estudantes e qual o tipo de ensino que estavam acostumados. Também conheci um pouco da escola, seus funcionários e a dinâmica do dia a dia.

3.1 A ESCOLA

A escola escolhida para a realização do estágio foi o Colégio Estadual do Paraná, localizado na Av. Taquary, 395, bairro Cristal, Porto Alegre. O motivo da escolha foi a comodidade pois moro na mesma rua da escola. Ao todo, foram realizadas atividade de observação, monitoria e regência no período de 19/07 à 29/09 de 2022. A proximidade entre a escola e minha residência acabou sendo um fator determinante para as atividades que escolhi realizar, pois elas envolviam a utilização de diversos materiais cujo transporte se tornaria inviável de outra forma.

O Colégio Estadual do Paraná é uma escola de tamanho considerável, possuindo ensino regular de pré-escola, fundamental e médio. Sua localização é no topo de uma lomba íngreme e se pode chegar de ônibus descendo em uma parada que fica bem em frente a sua entrada, como se vê na Figura 1.



Figura 1: Fachada da escola. Fonte: Google Earth.

O contexto socioeconômico dos estudantes que frequentam a escola é marcado pela sua localização, que fica relativamente próxima a uma comunidade de baixa renda conhecida como Vila Cruzeiro. A maior parte dos estudantes reside nas proximidades e vem a pé para a escola. Por morar no entorno, vejo frequentemente, ao longo de toda a manhã, estudantes do lado de fora da escola, sentados no cordão da calçada, ou em grupinhos do lado de fora dos portões. Hoje, depois de passar mais de dois meses na instituição sei o motivo disso: os estudantes que chegam atrasados para o primeiro período ficam do lado de fora esperando o próximo sinal. Além disso, a falta de professores parece ser recorrente na escola de forma que, nessas situações, os estudantes são liberados, ficando à toa na rua. De fato, apenas no período que eu estive lá o horário das turmas mudou três vezes por conta da falta de professores. Essa instabilidade causou diversas mudanças nos cronogramas e

planejamentos de aula que eu havia feito inicialmente, causando-me bastante insegurança sobre os rumos do estágio.

Em termos de arquitetura, a escola tem o arquétipo típico de instituições públicas semiabandonadas: pichações, portas e vidros quebrados, paredes mofadas e descascadas, etc. Apesar disso, possui amplos espaços, tanto nas salas de aula, quanto nos espaços comuns, como o pátio, refeitório e as quadras de esportes abertas e fechadas. Não havia internet disponível ou em condições de uso em nenhum ambiente. A sala de informática tinha computadores que não eram usados, cadeiras comuns e uma TV de 20 polegadas. Já o auditório (também sem internet) possui uma TV de 32 polegadas e cadeiras boas. Ambos os espaços podiam ser usados pelos professores, mas cada um era responsável por trazer um cabo HDMI para utilizar a TV. Conversando com os professores, descobri que a maioria acabava usando apenas o auditório porque a TV é maior e as cadeiras mais confortáveis. Quando um professor queria usar a internet, acabava roteando o sinal a partir do próprio celular.

Em suma, o ambiente é bastante limitado. Das 14 horas-aula de regência, 12 ocorreram no auditório, as outras duas na sala de aula.

3.2 AS TURMAS, O ENSINO E OS PROFESSORES DA ESCOLA

Nesta subseção é resumido o que está descrito em maiores detalhes nos relatos de observação e monitoria na subseção 3.3. Durante todo o período de observação e monitoria, senti-me bem acolhido pela escola, pela professora da turma que fiz a regência, e pelos alunos. Ao todo, observei 17 horas-aula de Física e apenas uma hora-aula de Química das turmas 1101, 1102, 1201, 1202, 1301 e 1302. Essas são todas as turmas de ensino médio da escola. As turmas observadas possuem em média 20 estudantes cada, com aproximadamente 50% de meninos e 50% de meninas. As turmas de primeiro ano eram as mais numerosas, depois as de segundo e por fim as de terceiro, que contavam com não mais que 15 alunos cada. Cada turma parecia ter suas peculiaridades, mas todas se caracterizavam por alto grau de heterogeneidade entre os estudantes no que diz respeito a estilos de se vestir, comportamento, classe social, interesse nas aulas, etc. Uma descrição mais completa de cada turma está presente nos relatos, mas adianta-se aqui que a turma escolhida para regência é a 1202. Descobri que essa turma era diferente das outras logo no primeiro dia porque ouvi a coordenadora dizendo que seus estudantes eram “bonzinhos”. De fato, as observações confirmam que os estudantes dessa turma são mais dedicados, conversam e bagunçam menos. Por conta dessas características, optei logo de início por escolher essa turma para o período de regência.

Talvez a característica mais marcante que observei foi a autonomia dos estudantes para fazerem o que querem dentro da sala de aula. Todos parecem ter celular com internet e o utilizam indiscriminadamente para entrar em contato com amigos via mensagem ou jogar jogos durante as explicações dos professores. Muitos usavam fone de ouvidos e se isolavam completamente da aula; vi momentos de comprometimento generalizado com a aula, especialmente na turma 1202, mas foram poucos. Em geral, quando os estudantes estão muito quietos, ou estão dormindo (acontecia muito nos primeiros períodos) ou estão ouvindo música/jogando com seus fones de ouvido. Os professores não costumavam intervir nesses casos desde que o(s) estudante(s) não atrapalhasse(m) o andamento da aula.

A situação descrita no parágrafo anterior me entristecia e deixava com sensação de desesperança. Mesmo assim, não culpo de forma alguma os alunos, os professores nem o Estado. Apesar dos problemas com baixos salários de professores e péssimas condições de infraestrutura, o Estado, bem ou mal, cria o ambiente e propicia condições mínimas para haver a educação. Os professores que aceitam trabalhar nessas condições estão lá no dia a dia provendo a educação prescrita no currículo, gozando de alto grau de autonomia, cumprindo ou mesmo excedendo suas atribuições, servindo de psicólogos para os estudantes, provendo onde falta. Já os estudantes são obrigados a estarem ali na aula assistindo a um conteúdo que para eles é desinteressante e tem pouco significado ou impacto em suas vidas. Soma-se a isso os incentivos perversos da política pública institucional escolar, segundo a qual a distribuição de verbas para as escolas ocorre segundo critérios de bons desempenhos em avaliações criadas pela própria escola que recebe a verba. Existe, portanto, uma

cultura de que o estudante não pode ser reprovado, o que desestimula fortemente o empenho de professores e dos próprios estudantes. No final das contas, tudo isso caracteriza o ambiente escolar como altamente complexo. Por isso, evito fazer julgamentos sobre quem é responsável pela situação da escola nos dias de hoje.

Todos os dias que observei as turmas, a aula ocorreu na sala de aula. Ou seja, em nenhuma situação os alunos saíam para o auditório ou mesmo para o pátio interno para fazer atividades. O ensino e a dinâmica do dia a dia na sala de aula eram bem próximos do que os integrantes da academia chamam de “ensino tradicional”: aquele centrado no paradigma transmissivo receptivo em que o professor passa o conhecimento e o aluno absorve passivamente. Basicamente, as aulas que assisti envolveram a explicação do conteúdo por parte do professor, seguida de resoluções de exercícios pelos alunos e correção pelo professor. Sobre isso, destaco dois aspectos que penso poder colaborar para esse estado de coisas. Antes disso, no entanto, ressalto que esses aspectos são apenas impressões pessoais deste autor, não respaldadas em artigos ou livros sobre educação. O primeiro deles é seguinte: o professor que percebeu “a dinâmica do jogo” da educação atual (essa que descrevi no parágrafo anterior), incorre facilmente no ensino tradicional. Isso porque a desesperança e a sensação de impotência frente ao estado das coisas leva ao mínimo esforço. O segundo aspecto que destaco, e que, novamente, não tem respaldo algum na literatura, é: *quem quer aprende*. Ou seja, quem está interessado aprende seja qual for o método de ensino do professor. Evidentemente, cabe a nós, professores, aprimorar o método, melhorar nossa efetividade, prover melhores condições, etc. Ocorre que, como sabemos de inúmeros relatos e por observação direta, muitos estudantes não querem estar na escola, e muito menos aprender. Acaba que muitos professores se sentem culpados por não obterem a atenção dos estudantes e tentam encontrar formas mais eficiente de ensinar. Neste ponto, deparam-se com a miríade de métodos de ensino que têm em seu cerne a tese de que o aluno é um ser volátil, cuja atenção só consegue ser capturada e direcionada para o conteúdo que o professor quer ensinar se os pré-requisitos A, B, C, etc. forem preenchidos. Na verdade, muitas vezes a atenção do aluno é capturada para aquilo que ele quer, e não haverá nada que possamos fazer (novamente: *quem quer aprende*). Esse é um ponto que todo professor precisa trabalhar internamente para exercer a profissão mantendo o equilíbrio emocional¹.

3.3 RELATOS DE OBSERVAÇÃO E MONITORIA

Nesta subseção constam os relatos de observação e monitoria referente às 18 horas-aula observadas. À exceção de uma aula, acompanhei a mesma professora em diferentes turmas, sendo uma delas a turma em que a regência foi realizada. A professora de Física da turma que fiz a regência é licenciada em biologia e dá aulas de Ciências, Física e Química, tendo 15 turmas nessas três disciplinas, ministrando um total de 40 horas-aula, trabalhando manhã e tarde. Em algum momento, possivelmente a professora entrará em licença maternidade, pois ela me informou que está grávida de uma menina. O seu método de ensino é mais próximo do que chamaríamos de “ensino tradicional” e esse tipo de ensino permeou todas as aulas que observei, não apenas desta professora. Ao final de cada observação, teço reflexões sobre a aula e possíveis implicações para o período da regência.

Data: 19/07/2022, Turma: T1202M, Horário: 08h30min-10h

No primeiro dia de observação, cheguei na escola, cumprimentei a coordenadora e fui acompanhado pela secretária até a porta da sala, onde a professora me recebeu. Por ter chegado adiantado, e estar com a perna imobilizada ter quebrado meu pé esquerdo duas semanas antes, a

¹ Aqui me refiro à profissão de professor institucionalizado, isto é, aquele cuja prestação do serviço não é voluntária para a pessoa que recebe o serviço. Professores que vendem cursos na internet, por exemplo, trabalham majoritariamente o “método tradicional”, porém não sofrem com o desinteresse dos estudantes, pois todos que compraram o curso querem, por óbvio, aprender.

professora me deixou entrar na sala e ficar esperando a próxima turma que entraria na sala: o segundo ano do Ensino Médio que eu pretendia observar.

Enquanto eu esperava, a professora ministrava aulas de ciências aos seus estudantes do nono ano. Percebi que a sala não tinha projetor. Havia na sala um aparelho de ar condicionado e dois quadros-brancos, cheios de conteúdo de biologia. Ao terminar a aula, fiquei conversando com a professora enquanto os alunos do segundo ano entravam. Me apresentei, expliquei meu propósito ali. Combinei com a professora que entregaria o questionário sobre “Atitudes em relação à Física” (ver Apêndice B) aos estudantes no início da aula. Dos 28 alunos da turma, apenas 16 compareceram e responderam o questionário. Depois disso, a observação propriamente dita teve início.

A professora começou a aula “*Bom dia turma, vamos começar então. Alguém lembra da fórmula do calor latente?*” Os alunos responderam: “*Não sei sora, acho que tu não passou isso*”. A professora, então, responde: “*Olhem nos seus cadernos*”. Um tempo depois, vendo que nenhum aluno tinha a fórmula, nem o conceito de calor latente nos seus cadernos, a professora reconheceu: “*Ah, foi na outra turma que eu passei isso*”.

Ela então voltou à sua mesa, ligou uma música em seu celular (uma *playlist*), e começou a copiar o conceito de calor latente no quadro. Os próximos 25 min se passam desta forma: a professora preenchendo o quadro com definições, conceitos e exemplos, enquanto a música tocava e os estudantes copiavam em silêncio nos seus cadernos.

Após todos terem copiado, a professora baixou o volume da música e a aula seguiu com a leitura em voz alta do que havia sido escrito no quadro. Após resolver um exercício com os estudantes, que podiam usar calculadora, a professora aumentou o volume da música novamente e a transcrição do livro no quadro continuou, até que todo o quadro estivesse cheio com a matéria e mais exercícios. Um tempo depois, quando todos os estudantes haviam copiado, a professora resolveu o exercício proposto junto com a turma, como anteriormente. Eram exercícios sobre a matéria calor latente e envolviam basicamente a substituição de grandezas na fórmula $Q=mL$; a maior dificuldade dos estudantes era a conversão de unidades - de joules para calorias e vice-versa ou de gramas para quilogramas e vice-versa. Feito isso, faltavam cerca de 5 minutos para terminar os dois períodos de aula, e os alunos foram “liberados” para conversar.

Enquanto os alunos e a professora escreviam, fui catalogando as respostas que os estudantes haviam dado no questionário que entreguei mais cedo. Consegui concluir esse trabalho apenas mais tarde, depois de chegar em casa. Francamente, fiquei um tanto espantado com a dinâmica da aula. A professora certamente tem o respeito dos alunos, pois, com exceção de dois ou três, todos copiaram em silêncio total o conteúdo enquanto a música tocava. Apesar da aparente adesão completa dos estudantes ao método da professora, não pude deixar de pensar que ali naquela sala poderia haver estudantes que não gostasse de música, ou daquele estilo musical que estava sendo reproduzido. Ao final da aula, comentei com a professora que fiquei surpreso como os estudantes copiavam a matéria em silêncio ao som da música. Segundo a professora, eles mesmo montaram a *playlist*, e ela só reproduziu as músicas escolhidas “democraticamente” em seu celular.

Depois, em casa, após refletir um pouco sobre essa dinâmica totalmente nova para mim, pensei que, de alguma forma, isso poderia ser útil no período da regência, caso se confirme que os estudantes de fato gostam de música. O conteúdo de ondulatória, por exemplo, explica os mecanismos pelos quais o som se produz. A música, sendo do gosto dos estudantes, poderia ser usada como um ponto de partida para motivá-los? Vou avaliar isso após analisar a resposta dos estudantes ao questionário (ver Apêndice B) e ganhar um pouco mais de experiência com esta turma.

Data: 19/07/2022, Turma: T1301M, Hora: 10h15min-11h

Após observar a aula da professora de Física com a turma 1202M (a que vou realizar a regência posteriormente), fui observar uma aula de Química de uma turma de terceiro ano. O professor me recebeu muito bem, me apresentou aos estudantes e prosseguiu com sua aula normalmente. A

primeira coisa que percebi foi a organização da turma, que estava dividida em dois blocos de estudantes: um grupo organizado em classes enfileiradas; outro grupo amontoado entre classes como em uma espécie de trincheira. Me sentei em um canto no fundo da sala, liguei o computador e passei a observar a aula.

Era uma aula de exercícios, em que o professor resolvia questões no quadro. Eram questões sobre química orgânica, envolvendo basicamente a determinação do nome dos compostos químicos baseados em carbono. Os alunos tinham tempo para pensar por conta própria antes da correção do professor. Talvez por conta disso, a quantidade de questões “resolvidas” em todo o período não passou de três. Grande parte do tempo o professor e os alunos trocavam brincadeiras em clima descontraído. Notei que toda a atenção do professor era voltada para o grupo dos “enfileirados”, enquanto os “entrincheirados” ficavam à toa com seus celulares, como se não estivessem em uma aula. O discurso do professor era voltado diretamente para o grupo dos alunos que estavam participando da atividade proposta; o outro grupo era como se não existisse. Nenhum dos estudantes “entrincheirados” pediu ajuda ao professor ou mobilizou intenção de fazer a tarefa proposta. Assim, rapidamente o período se esgotou e a aula de química acabou.

A divisão entre os grupos de alunos na classe não me surpreendeu, pois sei que isso é normal na escola. Fiquei um pouco surpreso com a total falta de interação entre o professor e os “entrincheirados”. Não posso avaliar se sempre foi assim pois essa foi a primeira observação na turma, mas notei um clima estranho na sala. Sobre essa situação, ao me colocar na pele do professor fico na dúvida sobre o que eu faria. Ignoro completamente os estudantes que “não estão nem aí”? Busco constantemente integrá-los, mesmo que em vão? Nenhuma das alternativas me parece boa pois em qualquer uma das duas, uma das partes sai prejudicada: na primeira os “entrincheirados”, que ficarão para trás; na segunda os “enfileirados”, que terão de se contentar com um ensino aquém de suas aspirações.

Data: 20/07/2022, Turma: T1201M, Data: 08h30min-10h

Nesta observação, acompanhei a aula de Física da professora de Física novamente, porém em outra turma do segundo ano: a 1201M, outro segundo ano. Foi uma aula em que a proposta era que os estudantes ficassem dois períodos fazendo exercícios. A professora iniciou a aula abrindo o livro e passando exercícios sobre calor latente aos estudantes no quadro. Ou seja, a turma 1201M e a 1202M (a que farei a regência) estavam vendo o mesmo conteúdo de forma paralela. Enquanto escrevia os exercícios no quadro, a professora deixou seu celular à disposição para os estudantes colocarem a música que quisessem enquanto copiavam. Nenhum estudante pegou o celular da professora para colocar música, no entanto.

Nesta turma não havia tanto silêncio quanto na primeira, mas a maioria dos estudantes pareciam estar “trabalhando”, copiando os exercícios. Depois de um tempo escrevendo no quadro sem falar com os estudantes, a professora lembrou que eu me encontrava na sala e me apresentou aos alunos brevemente, voltando a copiar no quadro os exercícios. Após encher o quadro com três exercícios simples sobre calor latente, que envolviam a aplicação direta da fórmula $Q=mL$, a professora saiu e foi para outra sala atender outra turma. Fiquei sozinho com os estudantes. Assim que ela saiu, pedi a atenção deles e me coloquei à disposição para ajudá-los a resolver os exercícios propostos, caso quisessem. Mas logo que a professora saiu, a maioria dos estudantes passou a conversar e a mexer em seus celulares, de forma que apenas dois alunos pediram minha ajuda.

Quando o segundo período bateu, a professora voltou e sentou-se em sua mesa. Até o final da aula foi assim: a professora resolvendo os exercícios e os alunos copiando; às vezes a professora se sentava em sua mesa para esperar os alunos copiarem, então ela se levantava, apagava o quadro e colocava mais exercícios. Dois ou três alunos foram até a mesa dela perguntar sobre as questões.

Percebi que a professora gastava um bom tempo de sua aula copiando coisas no quadro. Isso aconteceu na aula de ontem também. Observando isso, pensei que, durante o período de regência, eu deveria trazer os exercícios impressos em uma folha. Desta forma, os alunos teriam mais tempo para pensar nas questões propostas e não precisariam copiar exercícios no caderno.

Data: 01/08/2022, Turma: T1301M, Hora: 07h45min-09h15min

Nesta aula, acompanhei a professora de Física em uma turma do terceiro ano pela primeira vez. Foi uma aula de dois períodos (os dois primeiros). A professora iniciou a aula dando boas vindas aos estudantes, que acabavam de voltar das férias de julho. Foram férias curtas de uma semana, porém nota-se uma evidente animação dos estudantes. A professora teve um breve momento de interação com os estudantes, perguntando como foram suas férias e comentando a recente mudança de horários ocorrida no período de recesso (os estudantes reclamavam que o horário da aula foi alterado para os dois primeiros períodos da manhã). Em seguida, a professora fez a chamada e a aula teve início.

Pela primeira vez durante o período de observação, um estudante pediu para ir ao banheiro. Curiosamente isso ainda não havia ocorrido em nenhuma turma. A estudante avisou: “*sora, vou ao banheiro*”. A professora diz: “*ok, a chave está no armário*”. Em seguida a aluna se levantou, pegou a chave no armário e saiu para o banheiro. Parece que há uma confiança implícita entre os estudantes e a professora nesse sentido, pois depois dessa estudante, vários outros saíram depois de pedir permissão à professora.

A professora iniciou a matéria da aula lembrando o conteúdo trabalhado antes das férias: lei de Ohm. Percebi que os estudantes não gostavam deste tema, pois muitos fizeram expressões sonoras de descontentamento com o conteúdo. Então a professora começou a colocar os conteúdos no quadro. Ao enunciar a fórmula $V=RI$, a professora discutiu qualitativamente o significado de cada letra na fórmula e chamou a atenção para as unidades possíveis para a corrente elétrica, destacando que poderia ser amperes ou miliamperes. Nenhum estudante fez perguntas sobre o conteúdo, apenas ouviram a explicação da professora.

A professora começou a colocar exercícios sobre Lei de Ohm no quadro. Enquanto os alunos copiavam, o telefone celular de um estudante tocou uma vez. Imediatamente, iniciou-se grande agitação entre os estudantes. A professora reagiu de forma muito segura, dizendo: “*fulano, o combinado era colocar o telefone no silencioso, não era?*”; o estudante pediu desculpas e colocou o celular no silencioso. Nesta turma, os estudantes eram bem inquietos durante a aula: enquanto a professora copiava os exercícios no quadro, vários estudantes usavam o celular e conversavam entre si. A turma parecia um “organismo”, pois as conversas ocorriam de ponta a ponta da sala e começavam e terminavam simultaneamente. Visivelmente, apesar de estarem conversando, os estudantes copiavam o que estava no quadro.

Depois de terminar de copiar os exercícios no quadro, a professora iniciou a *playlist* dos estudantes dessa turma. A essa altura, eu já tinha percebido que cada turma tem a sua *playlist*. Colocando música em um volume baixo, os estudantes ficaram copiando a matéria ao som da música de forma mais calma do que antes. Mesmo assim, alguns estudantes pareciam mais agitados nesta turma em comparação com as outras. A aula transcorreu por aproximadamente 20 minutos com os alunos copiando os seis exercícios que a professora passou no quadro. Eventualmente, os alunos levantavam espontaneamente, pegavam a chave, e iam ao banheiro. Assim transcorreu todo o primeiro período.

Durante o segundo período, a professora deixou os estudantes resolverem os exercícios propostos, colocando-se à disposição para ajudá-los. Após copiarem, alguns estudantes tentaram resolver os exercícios propostos e outros apenas pegaram seus celulares e não se engajaram na proposta da professora. Dos 20 alunos presentes em sala de aula, apenas quatro estavam visivelmente tentando resolver os problemas propostos pela professora. Dois estudantes se levantaram de seus lugares e foram até a mesa da professora tirar dúvidas. A maioria deles aguardava de forma passiva a solução dos problemas pela professora no quadro, o que ocorreu nos últimos 30 minutos de aula. Enquanto a professora resolvia os problemas, os estudantes copiavam interagindo pouco, apenas registrando a solução em seus cadernos. Basicamente, os exercícios envolviam a aplicação direta da fórmula $V=RI$. A maior dificuldade dos estudantes era na conversão de Volts para milivolts e ampere para miliampere. Essa dinâmica se deu até o fim do período, quando os alunos foram liberados pela professora.

Ao final da aula, fiquei me perguntando como eu faria para ensinar o conteúdo “Leis de Ohm”. A professora investiu na resolução de exercícios no quadro e conseguiu mostrar aplicações do

conteúdo por meio de exemplos. Outra forma de mostrar aplicações do conteúdo seria aplicando a Lei às máquinas e equipamentos elétricos do cotidiano, como computadores, máquinas de lavar, etc. A utilização de multímetros para medir a tensão da tomada seria interessante também. A partir dessas aulas demonstrativas, poder-se-ia chamar a atenção para as diferenças entre corrente contínua ou alternada, por exemplo.

Data: 01/08/2022, Turma: T1302M, Hora: 09h15min-10h

Esta observação se deu em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio, tendo ocorrido em seguida da primeira observação (terceiro período). Os estudantes entraram na sala bastante agitados, fazendo barulho e algazarra. A professora demorou certo tempo para acalmar os estudantes, fazendo-os sentar em seus lugares. Depois disso, a professora deu boas vindas aos estudantes, comentou sobre a mudança de horários (lamentando-se, pois agora a aula de dois períodos foi dividida em duas de um período) e explicou a nova dinâmica de aulas: as aulas de segunda-feira seriam teóricas e a aula de quarta seria de exercícios. Durante a explicação da professora os alunos estavam bastante agitados, de forma que a professora teve dificuldades de fazer com que os alunos a escutassem.

Depois de passar os recados iniciais, a professora começou a aula lembrando do conteúdo trabalhado antes do recesso, que é o mesmo da turma anterior: lei de Ohm. Para lembrar o assunto, a professora escreve a fórmula $V=RI$ no quadro e explica o significado de cada um de seus termos, destacando a atenção necessária com relação às unidades de medida a serem usadas na fórmula. Em seguida, a professora liga a *playlist* da turma em seu celular e começa a colocar exercícios no quadro. Esses exercícios foram os mesmos que a professora passou para a turma de terceiro ano nos dois períodos anteriores sobre leis de Ohm. Os exercícios envolviam a aplicação da fórmula $V=RI$ em diferentes situações. Por exemplo, a corrente e a tensão eram fornecidas e o estudante precisava calcular a resistência. Em alguns exercícios a corrente ou tensão precisava ser convertida de miliamperes para amperes ou a tensão de milivolts para volts.

No caso dessa turma, os estudantes não manifestaram interesse ou desinteresse sobre o tema em questão. Até o fim do período, os estudantes copiaram os exercícios e assim que terminavam começavam a conversar entre si, até que, perto do fim da aula, o som de suas conversas estava mais alta do que a música. Quando faltavam cerca de cinco minutos para terminar a aula, muitos estudantes começaram a guardar o material e a se levantar, até que a professora disse: “*peessoal, não bateu, não posso liberar vocês!*”. A partir deste ponto, os estudantes ficaram muito inquietos. A professora disse: “*Ok, no início da próxima aula corrigimos esses exercícios*”.

Depois da aula, fiquei pensando o quão difícil é ministrar aulas para uma turma agitada como essa. A professora teve dificuldades do início ao fim para manter a atenção dos estudantes. Talvez a estratégia para manter os alunos engajados nessa turma deva ser diferente. Esses estudantes possivelmente achariam a matéria mais interessante se eles pudessem interagir mais com o conteúdo sendo trabalhado ou entre si próprios. Possivelmente, a professora teria menos trabalho e os alunos achariam a aula mais interessante. Essa experiência foi significativa para mim, pois repensei a forma de expor o conteúdo que pretendo trabalhar.

Data: 01/08/2022, Turma: T1202M, Hora: 10h15min-11h

Nesta aula, acompanhei a turma em que será feita a regência. A professora iniciou a aula dando boas vindas aos estudantes, perguntando como foram suas férias brevemente. Explicou aos estudantes que o horário das aulas havia sido trocado no período de recesso e combinou a dinâmica das aulas: em geral as aulas de segunda-feira seriam de teoria e as aulas de quinta-feira seriam de exercícios. Em seguida, a professora fez a chamada, colocou a música dos estudantes para tocar em seu celular e começou a aula.

A aula teve início com a professora lembrando os conteúdos trabalhados pelos estudantes antes do recesso escolar. Os estudantes estavam trabalhando calor latente. A professora perguntou o que os estudantes lembravam e clarificou conceitos-chave para o conteúdo em questão, de forma verbal. Por exemplo, ela explicou o conceito de calor e de calor latente. Em seguida, a professora

começou a colocar exercícios no quadro, enquanto os estudantes copiavam. Ao todo, a professora colocou seis exercícios sobre calor e calor latente. Desses exercícios, cinco eram de aplicação direta da fórmula e um de interpretação de gráfico (uma questão de vestibular).

Depois de copiar os exercícios, a professora disse: “*ok, agora vamos lembrar as fórmulas utilizadas para resolver esses exercícios*”. Então a professora escreveu a fórmula do calor latente $Q=mL$ e explicou cada um dos termos desta fórmula, perguntando aos estudantes sobre as unidades de cada um deles. Depois de copiar, a professora aguardou os estudantes resolverem os exercícios e se colocou à disposição para ajudá-los. Enquanto os estudantes copiavam, a professora disse que na próxima aula - a de quinta-feira - esses exercícios e aqueles passados na última aula antes do recesso seriam resolvidos. A entrega das respostas a esse conjunto de exercícios iria compor a nota do bimestre dos estudantes.

Enquanto os estudantes copiavam, uma música da *playlist* começou a tocar e causou certo agito nos estudantes. Aparentemente a música suscitou a lembrança de algum evento que os estudantes consideravam engraçado. A turma toda começou a rir e a brincar, até que um estudante pediu que a música fosse trocada pela professora. O restante da aula transcorreu nesse ritmo: os alunos copiando os exercícios e conversando em voz baixa. Nesta turma, poucos alunos usavam o celular em comparação com outras turmas observadas até então. Mesmo assim, muitos estudantes deixavam o celular sobre a mesa. As conversas paralelas dos estudantes eram dos mais variados tipos, como sobre aplicativos de celular, novela e festas que haviam ido no fim de semana anterior.

Quando faltava cerca de 10 minutos para o fim da aula, alguns estudantes começaram a se levantar, guardar seus materiais e conversar. A medida que iam acabando de copiar os exercícios, quando faltavam poucos minutos para o fim da aula, os estudantes iam se levantando e indo embora. Apenas um estudante fez perguntas para a professora. Isso aconteceu ao final da aula apenas, quando a maioria dos estudantes já tinha deixado a sala. O estudante em questão perguntou sobre como fazer uma conta com vírgula.

A aula desta turma ocorreu como de costume. Os estudantes são bastante calmos em comparação com outras turmas e fazem o que lhes pede quando solicitado. Não notei diferenças em relação às observações anteriores desta turma. De todas as turmas da professora que observei, essa me pareceu a mais fácil de trabalhar pois os alunos aderem facilmente à proposta da professora. Fiquei feliz de poder fazer a regência nesta turma.

Data: 02/08/2022, Turma: T1302M, Hora: 08h30min-09h15min

Nesta observação, acompanhei a aula de física do terceiro ano do Ensino Médio novamente. Ao tocar o sinal, os estudantes da turma entraram na sala e se organizaram em seus lugares. Hoje o comportamento da turma estava bem diferente em comparação com a última aula: os estudantes estavam mais calmos. Logo que sentaram, muitos começaram a escrever em seus cadernos e não conversavam com outros alunos.

Iniciando a aula, a professora deu bom dia aos alunos e disse: “Bom, conforme combinado, vou conferir os exercícios nos cadernos de vocês”; em seguida, a professora começou a chamar os estudantes para virem até a sua mesa mostrar os cadernos. A chamada se deu em ordem alfabética. Cada aluno que ia até sua mesa tinha o caderno conferido e a professora apontava acertos e erros, explicando diretamente para o estudante os pontos em que havia algum erro. Nesse momento entendi porque a turma estava tão concentrada desde o início da aula: alguns estudantes não tinham completado a resolução dos exercícios e estavam empenhados em terminar a tarefa antes de serem chamados pela professora.

A conferência dos exercícios durou praticamente toda a aula. A medida que os estudantes iam terminando de completar seus cadernos ou ganhando o visto da professora pelos exercícios feitos, o barulho na sala foi aumentando. Os alunos se levantavam, pegavam a chave no armário e iam ao banheiro sem pedir à professora (conforme combinado entre eles). Em determinado momento, o barulho dos estudantes ficou muito alto e a professora teve que pedir silêncio aos estudantes. Ao final da correção, faltando cerca de 10 minutos para o fim da aula, a professora começou a distribuir provas corrigidas do bimestre passado.

Conversando com um dos alunos, entendi como era o método avaliativo: o visto da atividade sendo corrigida pela professora compõe apenas parte da nota bimestral: ao longo do bimestre, os estudantes precisam entregar três listas de exercício. Tais exercícios são os que foram passados pela professora no quadro durante as aulas. As notas dessas listas e da prova, compõem a nota total do bimestre.

Ao final da aula, refleti sobre o método da professora para avaliar o trabalho dos estudantes. Apesar de consumir certo tempo, a professora pôde dar um atendimento mais individualizado aos alunos, concentrando-se nas suas dificuldades. Esse momento pode ser útil para estudantes que têm vergonha de perguntar suas dúvidas na frente de outros colegas, já que ali na mesa da professora a conversa é praticamente inaudível para a turma. Vou pensar em formas de implementar isso no período de regência, pois me pareceu bastante vantajoso para os estudantes.

Data: 04/08/2022, Turma: T1102M, Hora: 07h45min-08h30min

Nesta observação, a professora não pôde comparecer à aula. Por conta disso, ela deixou uma atividade avaliativa valendo 10 pontos para que os estudantes fizessem durante os dois períodos da aula. O trabalho consistiu em 10 questões sobre cinemática, sendo cinco de vestibular e cinco questões elaboradas pela professora. A atividade devia ser feita em dupla e com consulta (o livro ou o caderno dos estudantes). As instruções para a realização da atividade foi entregue aos estudantes por meio de uma folha impressa.

Quando entrei na sala, liguei as luzes e separei os materiais a serem entregues aos estudantes. Assim que bateu, os estudantes entraram na sala e se acomodaram em seus lugares. Expliquei a eles que eu estava substituindo a professora hoje e que iria apenas ficar responsável por distribuir e recolher a atividade avaliativa. A professora havia me orientando anteriormente para não auxiliá-los na resolução dos exercícios. Depois de entregar as folhas de orientações, que também continham as questões do trabalho, li com eles as orientações em voz alta, para que todos compreendessem as instruções deixadas pela professora. Com isso, os estudantes começaram a fazer o trabalho.

A maioria dos estudantes se engajou na atividade proposta. Durante a resolução dos exercícios, alguns deles me chamou para tirar dúvidas sobre as questões. Nos casos em que a dúvida era sobre interpretação do problema eu ajudei os estudantes, sem dar, no entanto, a resposta das questões, como a professora havia solicitado, já que se tratava de um trabalho avaliativo. A medida que a atividade transcorreu, percebi que muitos estudantes estavam com dificuldades de completar a tarefa no tempo estipulado.

Quando faltavam cinco minutos para terminar o período, pedi para que me entregassem seus trabalhos com as folhas de rascunho utilizadas. Ao me entregarem os trabalhos, muitos estudantes me falaram não ter conseguido fazer todas as questões.

Após a atividade, fiquei refletindo sobre a questão do planejamento de tempo. É importante planejar as atividades tendo em vista o tempo disponível para sua realização. Nesse caso, acredito que a atividade estava bem dimensionada para ser realizada em dois períodos, pois haviam apenas 10 questões e a atividade poderia ser realizada em dupla com consulta. Mesmo assim os estudantes desta turma demandaram uma quantidade de tempo maior que essa. Cada turma tem suas peculiaridades.

Data: 04/08/2022, Turma: T1101M, Hora: 09h45min-10h

Nesta turma, apliquei a mesma atividade da turma anterior, sob orientação da professora. Os estudantes entraram na sala, se organizaram, e eu expliquei rapidamente a proposta da atividade. Fiz isso porque, tendo acabado de passar a mesma atividade na turma anterior, percebi que os estudantes teriam dificuldades para realizar a tarefa no tempo proposto, já que a aula tinha apenas um período. Alerttei-os sobre a escassez do tempo e iniciei a atividade o mais brevemente possível.

Assim que eles começaram a trabalhar, passei a folha de presença e comeci a observá-los. A maioria dos alunos da turma em questão trabalhou bastante bem durante todo o período, com exceção de quatro alunos, que ficaram usando celular o tempo todo. Em determinado momento, esses estudantes começaram a fazer muito barulho, atrapalhando os outros que queriam fazer o trabalho.

Levantei-me e perguntei a esses alunos porque não queriam trabalhar; eles disseram que já estariam reprovados e que não sabiam nada. Pedi para que fizessem silêncio para não atrapalhar os colegas que estavam trabalhando. Depois disso, eles passaram a fazer menos barulho. O período transcorreu rapidamente. Fui chamado por apenas uma aluna para esclarecer o enunciado de uma questão. Ela me questionava sobre o significado da palavra “repouso”. Expliquei a ela que, no contexto em questão, um corpo que parte do repouso tem velocidade inicial zero. Aparentemente essa explicação foi suficiente para ela, porque ela disse “*agora entendi como faz a questão!*”.

Assim transcorreu todo o período. Conforme eu havia previsto inicialmente, ao se aproximar do fim do período muitos estudantes começaram a se queixar que não haviam conseguido fazer a tarefa. Quando pedi que entregassem o trabalho (no momento em que o sinal havia batido), muitos ficaram bravos e me pediram para solicitar à professora mais tempo para a realização da tarefa. Eu disse que faria isso.

A reflexão que tive depois dessa aula foi a mesma da anterior: é muito importante o planejamento de tempo das atividades didáticas. Nesse caso, os alunos ficaram bastante frustrados por não ter conseguido fazer a tarefa. Pensei no tempo que terei no meu período de regência: após o recesso escolar, os horários mudaram e a turma que farei a regência passou a ter dois encontros por semana, cada um de um período. As aulas de um período não rendem tanto quanto as de dois períodos. Isso me fez repensar algumas atividades que eu tinha pensado em fazer, o que acarretou em mudanças no cronograma de regência.

Data: 08/08/2022, Turma: T1302M, Hora: 08h30min-10h

Nesta aula, acompanhei dois períodos da aula de física da turma 1302M. A professora entrou, deu bom dia para os alunos e disse o que seria feito no dia: finalização e correção dos exercícios da aula anterior e início da matéria nova. Hoje havia acabado de ocorrer uma nova mudança de horários das disciplinas (a segunda do ano). Por isso, havia muitos alunos perdidos pelos corredores, perguntando onde seriam as aulas. Em função dos novos horários, a sala de aula foi diferente da usual também. Depois que a professora deu o recado, a aula de exercícios teve início.

Logo que a aula começou, a professora foi comunicada sobre algum problema com a turma do sexto ano e teve que sair. A professora orientou os estudantes a finalizarem seus exercícios e a me pedirem ajuda caso precisassem. Entretanto, apenas dois estudantes se engajaram na atividade proposta. A maioria sequer tirou o material da mochila. Os estudantes que pareciam fazer as atividades propostas não pediram minha ajuda em nenhum momento. Quando me levantei para oferecer ajuda a esses estudantes, eles disseram que estavam fazendo atividades de outra disciplina (matemática). Voltei à minha mesa e fiquei observando a turma.

O grupo mais próximo de mim conversava sobre trabalho, faculdade e quais profissões pagavam um maior salário. Uma estudante defendia que o melhor curso era administração, porque assim se abria um leque maior de possibilidades de emprego. Outra aluna dizia que queria trabalhar em uma rede de hotéis, pois assim poderia viajar enquanto trabalhava. Outra aluna disse que queria trabalhar de noite porque tem adicional noturno. Depois dessas conversas, o eixo do assunto passou para aposentadoria e benefícios do governo. Esses estudantes sabem o que significam FGTS, auxílio emergencial, carteira de trabalho, bônus de férias, seguro-desemprego e tudo mais. Esse assunto causou grande interesse no grupo, logo haviam 10 estudantes sentados em círculo conversando sobre o mesmo tema. O sinal tocou anunciando o segundo período.

A professora voltou e me disse que um professor havia faltado. Ela me pediu para ficar na turma com os estudantes, de forma que nenhuma turma ficasse sem algum professor supervisionando. Então acabei ficando sozinho com essa turma por dois períodos. Durante o segundo período, uma estudante veio até mim querendo tirar uma dúvida sobre matemática. Vendo que não iriam querer estudar Física, acabei ajudando a estudante em sua dúvida: era sobre como resolver uma regra de três. Os outros estudantes permaneceram em seus grupos conversando até o final da aula.

Como reflexão desta aula, ficou para mim a questão do interesse dos alunos. Porque eles estavam ali na escola? Quais suas reais aspirações? Pelas conversas que escutei, muitos queriam fazer faculdade para ter um emprego melhor e ganhar bem. Também pelas conversas e atitudes dos alunos,

claramente se percebe que eles consideravam a etapa escolar como superada. Seus planos estavam desvinculados completamente do momento que estavam vivendo, ao menos do momento presente: a aula de Física.

Data: 11/08/2022, Turma: T1101M, Hora: 07h45min-09h15min

Nesta observação, acompanhei a aula de física de uma turma do primeiro ano do Ensino Médio. A professora iniciou a aula fazendo a chamada, como de costume. Depois de chamada, a professora avisou os estudantes que entregaria a lista de exercícios da aula passada. Segundo ela, não foi possível corrigir os exercícios, por isso ela entregaria a lista de volta aos estudantes para que eles terminassem de fazer os exercícios que não tinham conseguido completar na última aula. Alguns estudantes não haviam vindo na aula anterior e por conta disso não tinham a lista. Após entregar a lista de exercícios aos estudantes que não tinham os exercícios, a professora liberou os estudantes para sentar em duplas para resolver os exercícios.

A professora ligou a música em um volume baixo e os estudantes começaram a trabalhar. Os exercícios eram sobre queda livre. Os estudantes se comprometeram bastante com a atividade proposta pela professora, conversando entre si em um volume menor que o da música, aparentemente engajados na resolução dos exercícios. Ao longo do período, duas duplas pediram minha ajuda para resolver exercícios da lista. Um dos exercícios envolvia um caso de queda livre, a partir do repouso, do alto de um prédio com altura conhecida. O objetivo da questão era calcular a velocidade do objeto no ponto em que ele toca o solo. O tempo de queda era desconhecido, então expliquei aos estudantes que, possivelmente, a melhor maneira de resolver o exercício seria pela utilização da equação de Torricelli. Os estudantes me agradeceram e não voltaram a pedir ajuda. O segundo exercício era sobre queda livre também, porém, desta vez, pedia-se para determinar o tempo de queda supondo que as velocidades iniciais e finais eram conhecidas (a altura da queda era desconhecida). Mostrei aos estudantes que era possível calcular o tempo de queda por meio da definição de aceleração. Eles me agradeceram também e não pediram mais ajuda.

À medida que os estudantes iam finalizando os exercícios, iam entregando na mesa da professora. Enquanto a professora corrigia os exercícios, os estudantes permaneceram em seus lugares conversando até o final do período. Quando faltavam cerca de 20 minutos para finalizar o segundo período, todos os estudantes já haviam entregue os exercícios e a professora permaneceu sentada corrigindo a atividade e entregando de volta a medida que corrigia. Ao final da aula, a professora pediu aos estudantes para organizar as classes de volta em seus lugares e liberou a turma.

Como reflexão desta aula, ficou para mim a questão do manejo do tempo livre dos estudantes. Nesta aula, como muitos estudantes haviam concluído a tarefa cedo, possivelmente o aproveitamento dos escassos períodos de Física não foi tão bom. Entendo que é muito difícil planejar o tempo das atividades, pois demandas inesperadas podem surgir. Por conta disso, penso que talvez fosse importante ter uma “carta na manga” para manter os estudantes engajados nos estudos de física, aproveitando o máximo do tempo disponível. Por outro lado, aplicar exercícios extras para aqueles estudantes que terminaram as atividades planejadas em um tempo menor que o planejado soa como uma “punição” e pode desestimular o engajamento. Durante o período da regência, se sobrar tempo durante as aulas, sempre podemos recorrer à lista de exercícios, que deve ser entregue ao final da unidade didática. Dessa forma, os intervalos de tempo podem ser completamente preenchidos.

Data: 11/08/2022, Turma: T1202M, Hora: 09h15min-10h

Nesta observação, acompanhei a aula de física da turma em que farei a regência na semana seguinte. A professora iniciou a aula fazendo a chamada, como de costume e avisou os estudantes que essa seria a última aula com ela antes do início de minha regência. A professora explicou que passaria como atividade da aula de hoje três questões sobre dilatação linear, encerrando o conteúdo nesta aula.

A professora iniciou a aula relembrando a matéria sobre dilatação linear. Ela colocou a fórmula da dilatação linear no quadro e começou a explicar o significado de cada um dos termos da fórmula, como a variação do comprimento, coeficiente de dilatação e variação da temperatura. A

professora chamou atenção para dois aspectos importantes: por vezes, é preciso converter as unidades, que devem sempre ser equivalentes; o coeficiente de dilatação linear por vezes está em notação científica, então tem que cuidar o lugar da vírgula. Assim que retomou os conhecimentos anteriormente trabalhados, a professora escreveu os três exercícios no quadro. Ela resolveu o primeiro com os estudantes e deu um tempo de 20 minutos para eles resolverem os outros dois. Enquanto ela resolvia o primeiro exercício, fiquei feliz de ver os estudantes prestando atenção e fazendo muitas perguntas. Essa turma é, de fato, bastante diferente das outras, como a coordenadora da escola havia me dito. Depois de resolver o primeiro exercício, a professora ligou a música em um volume baixo e os estudantes começaram a trabalhar. A professora saiu da sala e eu fiquei observando. No tempo em que a professora ficou fora, apenas uma estudante veio tirar dúvidas comigo sobre os exercícios. A menina queria saber como converter de graus Celsius para Kelvin no primeiro exercício; no segundo exercício, ela queria saber como lidar com notação científica na calculadora; ajudei ela nesses pontos e ela me agradeceu. A professora voltou e sentou-se em sua mesa. Vendo que uma menina não havia aberto os cadernos, ela chamou a atenção dessa menina, que guardou o celular e começou a trabalhar. Outros três estudantes foram tirar dúvidas diretamente com a professora depois que ela voltou. Vendo que todos os alunos haviam chegado na resposta correta dos exercícios propostos, a professora permitiu que os estudantes conversassem entre si faltando 5 minutos para terminar a aula. Em seguida, deu o sinal para o intervalo e a professora liberou os estudantes.

Essa aula não me proporcionou reflexões muito significativas sobre a prática regente na semana que vem. Na verdade, fiquei apenas satisfeito por ter escolhido uma turma em que os alunos parecem ser mais engajados que a média das turmas daquela escola (pelo menos em relação às turmas de Ensino Médio que observei). Antes de sair da escola neste dia, fui no auditório fazer um último teste com a TV. Liguei na tomada, conectei os cabos e projetei a tela: estava tudo certo para o início da regência.

4 PLANOS DE AULA E RELATO DE REGÊNCIA

As aulas foram planejadas tendo em vista as observações feitas anteriormente. No primeiro dia de observação, apliquei um questionário na turma 1202 em que a regência seria feita (ver Apêndice B). O objetivo desse questionário foi conhecer os estudantes e um pouco de suas atitudes com relação à Física. Ao todo, 16 alunos responderam ao questionário. A análise das respostas mostrou que apenas um estudante achava física a sua disciplina favorita; três estudantes disseram que a física é a disciplina que menos gostam; seis estudantes disseram não gostar de física. Dos que não gostam de física, foi apontado como causa para isso: “a dificuldade em decorar as fórmulas”, “o excesso de cálculos”, “a grande quantidade de textos”. De fato, os estudantes lidavam com bastante textos porque a professora cobrava que copiassem os exercícios em seus cadernos. Quando perguntados sobre o que eles gostariam de estudar nas aulas de física, os estudantes deram respostas variadas como: “a gravidade”, “a relatividade”, “história de físicos importantes”, “a física na prática, com experimentos” e “não faço ideia”. Quando perguntados sobre os seus *Hobbies*, foi unânime a frase “escutar música”. Um estudante disse que seu passa tempo favorito era tocar violão.

A partir do questionário e das observações, percebi que a música era algo que tinha potencial de motivá-los a estudar física. Além disso, como a turma é de segundo ano e o próximo conteúdo que a professora estudaria com a turma seria ondulatória, pensei em seguir o planejamento inicial da professora e usar a música como mote para estudar ondulatória. Conforme discutido na Seção 2, a unidade didática foi estruturada sob a perspectiva teórico-metodológica de um ensino pautado na exposição dialogada dos conteúdos, uso de experimentação e história da ciência no ensino de física. Na sequência, os planos de aula e relatos de regência são apresentados juntos, para cada aula. Antes de elaborar os planos de aula, foi construído um cronograma de regência (ver Apêndice A), que serviu para ter uma visão mais global da unidade didática.

Ao todo, a unidade didática contou com sete aulas, cada uma de dois períodos, totalizando 14 horas-aulas de regência. A avaliação dos estudantes foi feita segundo os critérios de: participação nos experimentos e atividades propostas (levando em conta engajamento, seriedade, etc.); respostas aos questionários das tarefas prévias (a entrega das respostas deveria ser feita de forma online, até o dia anterior à aula); entrega da lista de exercícios.

Nas subseções seguintes, apresento os planos de aula e os relatos de regência.

4.1 AULA I

4.1.1 Plano de aula

Data: 18/08/2022, quinta-feira, 1º e 2º períodos (07h45min-09h15min).

Tópicos: Apresentação do professor; *feedback* sobre os questionários; apresentação da unidade didática a ser trabalhada; exposição do método avaliativo; movimentos oscilatórios; Movimento Harmônico Simples (MHS); Período, Amplitude e Fase de uma onda.

Objetivos docentes:

- Apresentar os tópicos que serão trabalhados ao longo de toda a regência relacionando com os conteúdos já vistos, ressaltando suas aplicações e relevância.
- Aguçar a curiosidade dos alunos para os conceitos de Física envolvidos no violão e que serão discutidos nas próximas aulas.

- Motivados pela questão “o que é música boa?”, despertar a curiosidade sobre o assunto, oportunizando discussões sobre notas musicais, acordes, tipos de instrumentos e semelhanças entre diferentes instrumentos.
- Mostrar os movimentos oscilatórios do cotidiano, habilitando-o a diferenciar movimentos oscilatórios periódicos e não periódicos.
- Diferenciar oscilações livres, amortecidas, forçadas e acopladas.
- Introduzir o conteúdo MHS, dando sentido aos conceitos de amplitude, período e fase.
- Realizar uma atividade experimental com os estudantes, onde eles medem o período de um pêndulo ou de uma mola fornecida pelo professor.

Procedimentos:

Atividade Inicial (~ 10 min):

Deslocarei a turma para o espaço de audiovisual e realizarei a chamada. Logo de início, passarei uma folha para os estudantes escreverem seus números de telefone para receber as atividades planejadas ao longo da unidade didática, como a versão digital da lista de exercícios (ver Apêndice D), as aulas em PDF e os vídeos que farão parte de algumas tarefas prévias. Os materiais serão enviados via *WhatsApp* ou outro semelhante. Também entregarei uma versão impressa da lista de exercícios neste dia.

Desenvolvimento (~ 75 min):

Me apresentarei aos estudantes e com o auxílio de *slides* exporei a unidade didática preparada. Neste ponto os estudantes vão interagir bastante comigo porque a apresentação contém questões voltadas a eles. Espero com isso conhecer os alunos e entender suas motivações com relação à proposta. A ideia é iniciar uma conversa aberta com os estudantes e buscar entender melhor suas expectativas frente à proposta apresentada, bem como responder eventuais perguntas que possam surgir. Ao longo da exposição, buscarei mostrar que eles foram ouvidos apresentando suas respostas ao questionário nos *slides*. Levantarei a questão: “o que é música boa?” e, a partir das respostas dos estudantes, buscarei problematizar suas respostas e deixando claro que tentaremos responder a essa questão ao final da unidade didática. Em seguida, explicarei a dinâmica de trabalho ao longo da unidade didática, expondo o conteúdo a ser trabalhado e sobre a atividade final que consiste na montagem de um monocórdio de Pitágoras. Depois, explicarei qual será o método avaliativo.

Encerrado o primeiro período, continuarei a exposição do conteúdo por meio de *slides*, iniciando pela explicação dos diferentes tipos de oscilação usando uma mola e um pêndulo como experimento demonstrativo. Avisarei os estudantes que eles realizarão uma atividade em grupo em seguida com o objetivo de medir o período do pêndulo e/ou da mola. Depois disso, discutirei o conceito de oscilações periódicas usando o experimento demonstrativo do papel que se move horizontalmente sob uma caneta que executa um MHS verticalmente; por meio dos experimentos demonstrativos, conceitualizarei período, amplitude e fase. Em seguida, introduzirei o MHS diretamente a partir da fórmula, chamando atenção para os conceitos previamente definidos; resolverei um rápido exercício com os estudantes e darei início à atividade experimental em grupos de três pessoas onde os estudantes receberão molas e/o fios de prumo e terão que medir o período de oscilação desses objetos, comparando o resultado entre si. A ideia é que essa atividade não ultrapasse 15 minutos. Ao final da aula, os estudantes deverão me entregar seus resultados.

Fechamento (~ 5 min):

Finalizarei a aula retomando a relação entre o que foi aprendido e a física da música, chamando atenção para o fato de que a corda do violão executa um movimento oscilatório não periódico amortecido. Explicarei o que será visto na próxima aula e avisarei os estudantes sobre a tarefa prévia, que envolve assistir um vídeo e responder a um questionário (ver Apêndice C). Também pedirei aos estudantes que baixem o aplicativo Audizr em seus celulares para a próxima aula, que envolverá outro experimento. Pedirei apenas que explorem as funcionalidades do aplicativo antes de vir para a aula.

- Link do [vídeo](#)².

² Link: <<https://youtu.be/taqMIQSErIU>> Último acesso: 03/10/2022.

- Link do [questionário](#)³.
- Link para baixar o [aplicativo Audizr](#)⁴.

Recursos:

- Violão - Experimentos demonstrativos usando o violão.
- Molas e fios de prumo – Experimento para determinar o período de oscilação.
- Caneta no papel – Experimento demonstrativo para demonstrar as propriedades das ondas.
- Aula expositiva com o uso da TV do auditório e quadro-negro para resolver exercícios.

Avaliação:

Os alunos serão avaliados em termos de sua participação, engajamento e seriedade na execução do experimento proposto.

4.1.2 Relato de regência

Neste primeiro dia de aula com os alunos cheguei bem cedo à escola, cerca de 40 minutos antes do início da aula. Eu estava um pouco ansioso para o contato com os estudantes porque até este momento eu havia estado em apenas uma ocasião com eles: no primeiro dia de observações. Cumprimentei a recepcionista, peguei a chave da sala de aula e do auditório e me desloquei até lá para fazer os preparativos. Para garantir que não haveria problemas com a TV do auditório, resolvi primeiramente ligar o computador, conectar os cabos e já deixei a tela ligada. Depois disso, fui para a sala (que fica ao lado do auditório) e esperei os estudantes lá dentro. O sinal tocou e os estudantes foram entrando. Fui cumprimentando os que chegavam e dizendo que eu explicaria a dinâmica assim que todos houvessem chegado. Assim que boa parte deles chegou, me apresentei brevemente, lembrando-os de quem eu era e pedi para que me acompanhassem até o auditório. Fiz isso para que os alunos que chegassem atrasados pudessem saber que a aula seria em um local diferente hoje.

Assim que todos estavam acomodados, iniciei a aula me apresentando melhor: falei que estudo na UFRGS, que faço Doutorado, alguns de meus *Hobbies*, etc. Expliquei que estaríamos juntos ao longo dos meses de agosto e setembro e que uma boa forma de nos comunicarmos era através da criação de um grupo de *WhatsApp*. Nesse momento, deixei uma folha em branco circulando para que os estudantes anotassem seus nomes e telefones. Essa fase inicial de apreensão por minha parte (e também pelos alunos) pareceu ter passado logo: a turma estava bastante descontraída e participativa. Assim, iniciei a aula propriamente dita perguntando para eles “porque aprender física?”. Muitos deram respostas como: “para ser alguém na vida”, “para passar na escola” e “para ser inteligente”. Deixei eles falarem e depois eu mesmo sugeri algumas respostas, que constam nos *slides* da Aula I. Alguns ficaram surpresos com a ideia de que aprender física pode ser útil para a própria segurança (ex: não sair do carro caso um fio de alta tensão caia sobre ele) ou para não ser enganado (ex: não acreditar em um guru que vende a certa cura quântica).

Depois dessa introdução, lembrei-os do questionário que haviam respondido algumas semanas atrás (ver Apêndice B). Falei para eles que eu havia lido e levado em consideração suas respostas para a produção das aulas. Dos 28 alunos, 16 responderam. Apenas três estudantes disseram que física é a disciplina que menos gostam e um estudante disse que física é a disciplina que mais gosta. A maioria dos estudantes que não gostam de física reclamam que não sabem como usar nem “decorar” as fórmulas e que a disciplina tem muitos textos. Outros disseram que gostariam mais das aulas se houvesse experimentos, demonstrações ou mesmo história de físicos famosos (como Einstein e Stephen Hawking). De minha parte, falei para eles para ficarem tranquilos com relação ao uso de fórmulas, pois a dinâmica das atividades não seria centrada na utilização de equações e sim em um balanço entre: teoria, resolução de problemas, experimentos e história da ciência. Aparentemente eles

³ Link: <<https://forms.gle/qWc88ze424sZ88QM7>> Último acesso: 03/10/2022.

⁴ Link: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=audizr.android&hl=gs&gl=US>> Último acesso: 03/10/2022.

ficaram curiosos para como seriam as aulas e com isso eu aproveitei o gancho para entrar na dinâmica das nossas aulas.

Comecei perguntando a eles “o que é música boa?” e com isso mostrei a imagem de cantores famosos dos mais diferentes estilos musicais: pagode, funk, sertanejo, eletrônica, pop, clássica, etc. Eles ficaram bastante desconfiados e a maioria respondeu brincando que era “música clássica”, mas em tom de brincadeira, como se eles achassem que essa resposta seria a que eu teria esperado da parte deles (depois fiquei pensando se a pergunta não foi um tanto clichê). Vendo que eles estavam firmes em suas respostas, continuei perguntando: “o que tem em comum entre esses estilos musicais?”. Dessa vez eles não souberam responder e voltaram a ficar intrigados. Nesse momento eu disse que a música seria o tema central das nossas aulas e que nós entenderíamos o que esses estilos têm em comum ao final da unidade didática. Então expliquei o que veríamos nas próximas seis aulas, como seria o método avaliativo e, por fim, distribuí a lista de exercício que deveria ser entregue até o dia 29/09/2022. Esses foram os eventos até cerca de cinco minutos antes de tocar o sinal para o segundo período.

Assim que entreguei a lista de exercícios, iniciei a parte dois da aula, que consistia no estudo de movimentos oscilatórios. Por meio dos *slides*, mostrei aos estudantes alguns exemplos comuns de movimentos desse tipo: relógio de pêndulo, amortecedor de carro, crianças se balançando, etc. Como experimento demonstrativo, eu trouxe uma “mola maluca” e um pêndulo. Com a mola maluca expliquei o conceito de oscilação amortecida e com o pêndulo expliquei o conceito de oscilação periódica. Para evidenciar os conceitos de período, amplitude, crista e vale, pedi que dois estudantes segurassem contra o quadro um longo pedaço de papel que eu havia trazido e puxassem esse papel com velocidade constante enquanto eu riscava nele com movimentos verticais para cima e para baixo. Com isso, mostrei o que seria a crista, vale e a amplitude do movimento. Em seguida, viramos a folha de papel e, dessa vez, eu pedi para que os estudantes puxassem com velocidade crescente. No início da folha, enquanto os estudantes puxavam-na devagar, as marcações ficaram bem apertadas, enquanto no final as marcações ficaram mais espaçadas. Falei para eles que esse espaço entre as marcações podia ser entendido como uma representação do tempo de oscilação, que, nesse caso, aumentava à medida que eles puxavam a folha mais rápido. Com isso, defini o conceito de período de uma oscilação.

Depois dessa atividade, introduzi o conceito de MHS. Comecei a discussão explicando que uma forma de explicar o desenho que eles acabaram de ver se formando no papel era por meio de uma função matemática chamada cosseno, que, junto com os parâmetros “amplitude” e “período” (que eles acabaram de ver na prática), era capaz de descrever o movimento oscilatório. Assim, mostrei a equação do MHS e fiz um exercício que envolvia determinar o período de oscilação e a posição de um objeto que oscila em MHS de acordo com uma função dada. Notei que muitos ficaram assustados com a fórmula, já que as funções trigonométricas não são comumente trabalhadas na escola. Mas, ao que me pareceu, eles acharam as contas simples especialmente porque era possível fazer na calculadora. Também busquei tranquilizá-los lembrando que haveriam dois momentos em que faríamos apenas exercícios.

Depois disso, pedi para que os estudantes se organizassem em grupos de no máximo quatro pessoas e propus uma atividade em que eles deveriam medir o período de oscilação de um pêndulo. O pêndulo foi fornecido por mim e consistia em um pedaço de barbante com um pesinho amarrado na ponta. Cada pêndulo tinha um comprimento diferente, de forma que o período era diferente para cada grupo. Inicialmente, deixei eles pensarem em como poderiam fazer a medida. Vendo que não conseguiram bolar uma forma eficiente de medir, expliquei que uma possibilidade poderia ser deixar o pêndulo realizar várias oscilações, enquanto o tempo total dessas oscilações era registrado por meio do cronômetro do celular. Em seguida, usando uma regra de três simples, o período poderia ser determinado. Com isso, em menos de 10 minutos todos haviam medido o período de seus pêndulos. À medida que os grupos iam terminando, eu fui anotando no quadro o valor do período obtido, para que todos pudessem ver. Fiquei surpreso e contente de ver que os grupos que terminavam ajudavam os que estavam tendo dificuldades em fazer as medidas, ou mesmo as contas. Antes de encerrar a atividade, pedi a atenção deles para mostrar que o período dos pêndulos mais compridos era maior do que os mais curtos, mas não entrei em detalhes sobre o porquê disso.

Faltando menos de cinco minutos para terminar a aula, retomei o que havíamos visto na aula e os instruí sobre a tarefa prévia para a próxima aula, que consistia em assistir a um vídeo e responder a um questionário. Também pedi para que baixassem em seus telefones o um aplicativo que seria útil para utilização na próxima aula. Com isso, liberei-os para deixar a sala. Fiquei bastante satisfeito com a quantidade de coisas que conseguimos fazer nesse primeiro dia de aula. Também fiquei com uma boa impressão da turma, que agiu de forma colaborativa e engajada nas atividades que propus.

4.2 AULA II

4.2.1 Plano de aula

Data: 25/08/2022, quinta-feira, 1º e 2º períodos (07h45min-09h15min).

Tópicos: Ondas; ondas transversais e longitudinais; ondas mecânicas e não mecânicas; comprimento de onda e frequência de uma onda; espectro eletromagnético.

Objetivos docentes:

- Definir ondas usando exemplos do dia a dia.
- Diferenciar o conceito científico de onda do conceito popular.
- Definir ondas transversais e longitudinais usando experimentos demonstrativos.
- Diferenciar ondas mecânicas e não mecânicas.
- Realizar um experimento para evidenciar ondas materiais.
- Ensinar o aluno a determinar o comprimento de onda e a frequência de uma onda.
- Explicar a relação intrínseca entre período e frequência.
- Evidenciar o som como uma onda composta de muitas frequências.
- Expor e explicar o espectro eletromagnético.
- Diferenciar sons graves de agudos
- Realizar uma atividade prática com os estudantes em que eles medem o espectro de sons.

Procedimentos:

Atividade Inicial (~ 5 min):

Desloquei os estudantes ao auditório e farei a chamada; usando a TV do auditório, exporei as respostas dos estudantes ao questionário respondido previamente, chamando a atenção tanto para as respostas certas quanto para as erradas, buscando explicá-las brevemente. A ideia é voltar nessas respostas ao longo da aula para discuti-las com maior profundidade.

Desenvolvimento (~ 80 min):

Assim que a exposição do questionário for encerrada, exporei o conteúdo fazendo uso principalmente de *gifs*. Esse conteúdo é bastante qualitativo e intuitivo, por isso apostei no aprendizado pela visualização direta do movimento ondulatório em diversas situações. Assim, com os *gifs*, eu mostro como uma perturbação no espaço pode se propagar sem transportar matéria bem como a diferença entre ondas longitudinais e transversais. Nesse ponto, farei uso de dois experimentos demonstrativos para destacar a diferença entre ondas transversais e longitudinais. Para demonstrar ondas transversais, vou levar uma corda e pedir para um(a) estudante segurar uma extremidade enquanto eu ou ele(a) sacode a corda. Para demonstrar ondas longitudinais, vou levar a “mola maluca” e chamar outro voluntário para me auxiliar a produzir as ondas na mola. Por fim, proporei um experimento para ser realizado em duplas pelos estudantes: eles devem montar um “telefone de copo”. O objetivo do experimento é evidenciar o som como uma onda mecânica que pode se propagar tanto pelo ar quanto pela cordinha que conecta os dois copos, entregando a mensagem. Essa atividade deve durar em torno de 20 minutos. Os copos e o fio barbante serão fornecidos por mim. Assim que bater para o próximo período, vou iniciar a segunda parte da aula.

Por meio dos *slides*, explicarei os conceitos de comprimento de onda em termos da identificação em gráficos ou diagramas, das zonas de vales/picos ou zonas de compressão/rarefação da

matéria. Explicarei o conceito de frequência usando o pêndulo como um experimento demonstrativo (nesse ponto espero que os estudantes já estejam bem familiarizados com o pêndulo porque eles já terão feito uma atividade experimental com ele na aula anterior). A ideia desse experimento é mostrar ao estudante como obter a frequência de qualquer movimento oscilatório sem usar o gráfico. Em seguida, farei um exercício sobre cálculo de frequência. Depois, construirei a relação entre período e frequência por meio da definição e farei outro exercício. Uma vez explicados os conceitos de comprimento de onda e frequência, mostrarei o espectro eletromagnético e a grande variação no comprimento de onda e frequência da luz, relacionando com o que foi aprendido anteriormente e com objetos comuns do dia a dia, como micro-ondas, raio-X, etc. Por fim, pedirei que os estudantes se organizem em duplas para medir o espectro de alguns sons que emitirei (apitos, músicas monotônicas, barulhos de animais, etc.) com o uso do aplicativo Audizr: cada dupla deve anotar o som e a(s) frequência(s) correspondente(s) dos sons propostos por mim. Depois disso, liberarei os estudantes para medir outros sons de acordo com seu interesse. O objetivo principal da atividade é fazer os estudantes perceberem que, associadas a um som, existem uma multiplicidade de frequências que o caracterizam. Nessa mesma atividade, verifica-se facilmente a diferença entre sons graves e agudos em termos de sua frequência.

Fechamento (~ 5 min):

Finalizarei a aula retomando a relação entre o que foi aprendido e a física da música, chamando a atenção para o fato de que a onda que se propaga na corda do violão é uma onda mecânica transversal que sofre reflexão com mudança de fase, enquanto o som é uma onda mecânica longitudinal. Também destacarei que os sons são compostos de múltiplas frequências e a frequência determina se o som é grave ou agudo. Destacarei também a faixa audível dos seres humanos, que compreende uma faixa limitada. Avisarei os estudantes sobre a tarefa prévia, que envolve assistir dois vídeos e responder a um questionário (ver Apêndice C). Para finalizar, pedirei ainda que os estudantes baixem e instalem o aplicativo *Physics Toolbox* em seus telefones para ser usado na próxima aula.

- Link do [vídeo 1](#)⁵.
- Link do [vídeo 2](#)⁶.
- Link do [questionário](#)⁷.
- Link para baixar o aplicativo [Physics Toolbox](#)⁸.

Recursos:

- “Telefone de copo” - Experimentos em dupla para demonstrar ondas materiais.
- Aplicativo Audizr – Atividade prática envolvendo a medida do espectro sonoro de vários sons usando o aplicativo Audizr;
- Cordas e a “mola maluca” – Experimentos demonstrativos para produzir ondas transversais e longitudinais. Usando a corda, demonstrar a reflexão de onda em obstáculos.
- Pêndulo simples - Experimento demonstrativo para medir frequência.
- Aula expositiva com uso da TV do auditório.

Avaliação:

Os alunos serão avaliados em termos de sua participação, engajamento e seriedade na execução do experimento proposto.

4.2.2 Relato de regência

Nesta segunda aula, busquei novamente chegar cedo para deixar o ambiente pronto para receber os estudantes. Deixei a porta do auditório aberta pois na aula anterior eu havia combinado com a turma que eles poderiam ir diretamente para esse ambiente, para pouparmos tempo. Enquanto os

5 Link: <<https://youtu.be/jx44j8QFq4E>> Último acesso: 03/10/2022.

6 Link: <<https://youtu.be/k2XkYEUH9nA>> Último acesso: 03/10/2022.

7 Link: <<https://forms.gle/nT7BoMJr9T4eUVV48>> Último acesso: 03/10/2022.

8 Link: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.chrystianvieyra.physicstoolboxsuite&hl=de&gl=US>> Último acesso: 03/10/2022.

estudantes chegavam, meu orientador do estágio chegou para observar a aula. Apresentei-o aos estudantes e expliquei o motivo de sua presença. Ele foi para o fundo da sala, eu fechei a porta e a aula começou.

Iniciei a aula explicando o que veríamos na primeira parte da aula: ondas, ondas longitudinais e transversais e ondas materiais. Apresentei algumas respostas dos estudantes ao questionário da tarefa prévia proposta ao final da aula passada. Apenas 10 estudantes responderam, sendo que uma resposta foi cópia direta da internet e outras duas respostas foram idênticas entre si. Apesar disso, fiquei satisfeito com as respostas dos estudantes: 60% das respostas foram corretas na conceitualização de onda. Assim que comentei com eles algumas das respostas do questionário, passamos para o conteúdo propriamente dito, começando com a definição científica de onda. Para ajudar a elucidar que uma onda envolve o transporte de energia sem o transporte de matéria, apresentei aos estudantes diversos gifs e fiz um experimento demonstrativo. No experimento, pedi para que um estudante sentado próximo a mim segurasse a ponta de uma corda de cerca de quatro metros que eu havia trazido. Enquanto ele segurava, sacudi verticalmente a corda, gerando pulsos de onda que chegavam até ele. Perguntei ao aluno se ele sentia a “energia” do pulso chegando até ele; também provoquei os estudantes perguntando se a corda saiu do lugar para que a onda chegasse até o colega que segurava a corda. Com esse experimento demonstrativo, creio que consegui transmitir a ideia de que onda envolve o transporte de energia sem o transporte de matéria.

Em seguida, passei a definir os tipos de onda (transversais ou longitudinais). Para exemplificar as ondas transversais, usei o experimento demonstrativo que eles acabaram de ver: a corda sacudindo gerava ondas transversais. Outros exemplos que citei foi ondas de choque de terremotos, as cordas no violão e o campo eletromagnético. Já para exemplificar as ondas longitudinais, usei a mola maluca. Dessa vez pedi ajuda para outro estudante, que deveria segurar a extremidade da mola que foi colocada por mim sobre uma mesa. Fui gerando pulsos longitudinais que se propagavam entre as extremidades da mola, ocorrendo inclusive a reflexão desses pulsos (alguns estudantes comentaram a reflexão deles, pois o fenômeno é muito visível). Outros exemplos de onda longitudinal que dei foram as ondas de choque de terremoto (existem ondas de choque longitudinais e transversais) e as ondas sonoras. Com esse exemplo, aproveitei o gancho para mostrar um gif que representa a propagação do som no ar: com isso, pude evidenciar o som como uma onda. Falei que o som gerado pelas cordas de um violão resulta da oscilação das cordas, na forma de ondas transversais, que colocam as moléculas de ar para vibrar e com isso se geram ondas longitudinais que se propagam até nossos ouvidos sem transportar matéria; brinquei que se o som transportasse matéria, ouvir alguém cantar seria algo muito anti-higiênico, já que a saliva de quem canta seria transportada pelo ar.

Depois disso, perguntei a eles se as ondas precisam de um meio para se propagar. Eles haviam visto na tarefa prévia que a luz viajava pelo espaço vazio do Sol até a Terra, então alguns responderam prontamente que não. Com isso, conceitualizei ondas mecânicas e não mecânicas. Sobre esse assunto, propus uma atividade prática em que eles deveriam construir o “telefone de copo” (um aparelho que envolve dois copos de plástico conectados por um fio; quando a corda entre os fios está tensionada, o som da voz de uma pessoa que fala dentro de um copo é transmitida até o outro copo, de forma que a pessoa consegue escutar). A ideia era mostrar para eles que o som pode se propagar tanto pelo ar, quanto pela corda. Pedi para que os estudantes se organizassem em duplas e dei 2 copos e um pedaço de barbante para cada par. O furo no copo poderia ser feito com uma caneta. Inicialmente, tive a impressão que os estudantes acharam a proposta um pouco desinteressante, talvez por ser uma brincadeira de criança. Mas à medida que as primeiras duplas foram conseguindo construir o equipamento e transmitir a voz pelo telefone de copo, a animação aumentou e logo estavam todos rindo e transmitindo mensagens um para o outro a partir de diferentes extremidades da sala. A Figura 2 mostra a turma utilizando os telefones de copo.



Figura 2 - Duplas falando entre si com o telefone de copo recém construído.

Apenas uma menina mais introvertida não participou do experimento, mas não consegui dar atenção a ela porque me envolvi bastante com algumas duplas que estavam tendo problemas para montar o experimento: os que não conseguiram (duas duplas) ficaram muito ansiosos e frustrados pois viram que os outros estavam se divertindo com o brinquedo. Depois que a atividade foi encerrada (cerca de 15 minutos), apresentei aos estudantes um slide contendo a explicação física do fenômeno, que consiste na conversão das ondas sonoras longitudinais de quem fala em onda transversal pela corda e depois de volta para onda longitudinal pela vibração do copo.

A segunda parte da aula, iniciada assim que tocou o sinal para o segundo período, foi dedicada à apresentação dos conceitos de frequência e comprimento de onda. Demorou um pouco para que todos os estudantes voltassem a prestar atenção pois alguns queriam continuar brincando com o telefone de copo. Apresentei o comprimento de onda como a distância entre dois picos ou dois vales para ondas transversais e a distância entre zonas de compressão e rarefação para ondas longitudinais. Em seguida, apresentei a frequência como o número de oscilações por unidade de tempo e relatei as duas grandezas pela fórmula $f=1/T$. Com o entendimento sobre o conceito de frequência e comprimento de onda, expliquei o espectro eletromagnético relacionando os diferentes tipos de ondas eletromagnéticas com objetos do dia a dia, como microondas, Wi-Fi, raio-X e rádio.

Para consolidar o entendimento sobre o conceito de frequência e a sua relação com o som, fiz uma última atividade com os alunos: para diferenciar sons graves de agudos, eles deveriam usar o aplicativo Audizr (que eu havia pedido para eles baixarem em seus celulares na aula passada) e medir a frequência desses sons. A ideia era que eles observassem pelo aplicativo que a frequência dos sons agudos era maior que a dos sons graves. Quando solicitei que usassem o aplicativo, no entanto, descobri que apenas um estudante tinha o programa baixado em seu telefone. Já prevendo que isso poderia acontecer, coloquei rapidamente no quadro a senha do meu Wi-Fi (“roteado” a partir do celular) e pedi que eles usassem minha internet para baixar o aplicativo. Em cinco minutos vários alunos estavam com o aplicativo instalado e os que não baixaram estavam olhando no celular de seu colega. A informação que se obtém do aplicativo é o espectro sonoro captado pelo microfone do aparelho. As informações são apresentadas em um gráfico que contém o nível sonoro no eixo vertical e a frequência no eixo horizontal. Falei para eles que esse aplicativo será bastante usado na disciplina e por isso pedi que não desinstalassem o aplicativo até o final da unidade didática.

Depois desse pequeno contratempo, comecei a emitir sons graves e agudos usando outro aplicativo (*Physics Toolbox*) no meu celular e também assobiando. Acredito que boa parte dos estudantes conseguiram ver a diferença entre sons graves e agudos em termos da frequência, pois, no aplicativo, o som captado se destaca muito bem do ruído de fundo. Conversando com o meu

orientador do estágio, que observava a aula e também estava usando o aplicativo, descobri que mesmo no fundo da sala o som era capturado com distinção. Depois desse pequeno experimento, finalizei a aula retomando o que havíamos aprendido hoje e passei a tarefa que os estudantes deveriam realizar para a próxima aula: assistir a dois vídeos, responder a um questionário e baixar um último aplicativo em seus telefones: o *Physics Toolbox*.

Assim como na aula anterior, fiquei com uma sensação boa porque consegui cumprir tudo o que havia planejado. Porém, achei os estudantes mais quietos do que na aula passada. Entendo que isso possivelmente ocorreu porque o orientador do estágio estava presente, condicionando parcialmente o comportamento dos estudantes.

4.3 AULA III

4.3.1 Plano de aula

Data: 01/09/2022, quinta-feira, 1º e 2º períodos (07h45min-09h15min).

Tópicos: Velocidade de uma onda; eco; audição humana; intensidade sonora; nível sonoro.

Objetivos docentes:

- Habilitar o estudante a perceber a influência do meio na velocidade de propagação das ondas.
- Explicar o fenômeno do eco.
- Explicar a reflexão de ondas em obstáculos
- Explicar aspectos da fisiologia do ouvido humano, diferenciando sons audíveis e inaudíveis.
- Explicar o conceito de intensidade sonora.
- Explicar a emissão de sons por fontes pontuais.
- Relacionar a intensidade sonora com o nível sonoro.
- Envolver os estudantes em uma atividade prática com o objetivo de medir o nível sonoro e a intensidade sonora do ambiente usando um aplicativo de celular
- Discutir sobre poluição sonora.

Procedimentos:

Atividade Inicial (~ 10 min):

Desloquei os estudantes ao auditório e farei a chamada; exporei as respostas dos estudantes ao questionário respondido previamente, chamando a atenção para os casos em que houve uma concentração maior de respostas equivocadas. As respostas sobre o questionário sobre logaritmos serão mostradas no segundo período da aula.

Desenvolvimento (~ 75 min):

Utilizando *slides*, começarei a aula definindo a velocidade de propagação das ondas em termos da distância percorrida por unidade de tempo (fazendo paralelo com a cinemática), relacionando essas grandezas com o comprimento de onda e a frequência de oscilação. Logo em seguida, realizarei dois exercícios rápidos com eles: um sobre a determinação da velocidade de propagação de uma onda e outro sobre a determinação do comprimento de onda do som produzido por um assóvio. Em seguida, mostrarei aos estudantes que o som se propaga com diferentes velocidades nos diferentes meios, chamando atenção para o papel da densidade do meio (em geral, quanto maior a densidade, maior a velocidade). Tendo como mote o fenômeno da ecolocalização dos animais, como os morcegos e as baleias, discutirei o eco, a reflexão das ondas por obstáculos, bem como aspectos relacionados à fisiologia do ouvido humano, dando enfoque para a faixa audível do espectro sonoro. Usando um experimento demonstrativo com uma corda e um eixo balizador, discutirei a inversão de fase de ondas transversais na reflexão em obstáculos com ou sem ponto fixo. Antes de bater para o próximo período, resolverei um exercício sobre eco.

No período seguinte, utilizando *slides*, auxiliarei os estudantes a compreenderem a percepção do volume de um som como uma medida da quantidade de energia que chega aos tímpanos, por

unidade de área; em seguida, usarei o modelo de fonte sonora pontual para mostrar a dissipação da energia ao longo da superfície de uma esfera. A diminuição do volume nesse caso tem relação com o aumento da área da esfera com a distância; a partir disso, argumentarei que o volume mínimo que uma pessoa é capaz de escutar é a audição de limiar. Fecharei essa parte com a resolução de um exercício. Para quantificar o volume de um som de forma precisa, introduzirei a função logaritmo, explicando as propriedades que a tornam forte candidata para descrever o volume. Mostrar para o estudante as vantagens de utilizar a função logaritmo para descrever o volume de um som, comparando com a Escala Richter (também logarítmica); Nesse momento, vou trazer as respostas dos estudantes ao questionário sobre logaritmos e buscarei sanar suas dúvidas sobre esse assunto. Em seguida, resolverei dois exercícios com os estudantes, um deles usando o aplicativo *Physics Toolbox*, que mede o volume do ambiente em decibéis. Depois de explicada a teoria, vou propor um trabalho em duplas, onde os estudantes devem medir a intensidade sonora de diferentes sons propostos inicialmente por mim (som de fundo da sala, som de música alta e baixa, etc.). A ideia do experimento é medir o som na sala e mapear os pontos em que ele é mais intenso. Com essa atividade, buscarei problematizar a questão da poluição sonora e as possíveis implicações danosas à saúde do ouvido.

Fechamento (~ 5 min):

Finalizarei a aula retomando a relação entre o que foi aprendido e a física da música, chamando atenção para a forma como ocorre a reflexão das ondas que se propagam na corda do violão e a faixa audível. Também destacarei que a amplitude das ondas sonoras está relacionada com o seu volume, que é medido em decibéis. Avisarei os estudantes para anotarem suas dúvidas para a próxima aula, pois uma parte dela será de exercícios sobre a matéria vista até aqui.

Recursos:

- Corda – Experimento demonstrativo para evidenciar a reflexão de ondas em obstáculos.
- Aplicativo *Physics Toolbox* – Experimento em duplas com o objetivo de mapear o nível sonoro na sala de aula e medir a intensidade sonora de diferentes sons.
- Aplicativo Audizr – Apoio na resolução de um exercício.
- Aula expositiva com uso da TV do auditório.

Avaliação:

Os alunos serão avaliados em termos de sua participação, engajamento e seriedade na execução do experimento proposto.

4.3.2 Relato de regência

Antes da aula tive um pequeno susto com a TV do auditório, que se recusava a ligar. Após algum tempo de tensão descobri que o cabo de força estava solto do encaixe e o problema foi resolvido. Deixei a porta aberta e aguardei os estudantes entrarem na sala. A terceira aula foi um tanto diferente das outras porque havia menos estudantes que o habitual (estavam presentes apenas 12). Em função disso, pensei que seria uma aula tranquila, mas não foi bem assim.

Comecei a aula lembrando os estudantes sobre o que havíamos aprendido na aula passada. Fiz isso mostrando em um único slide um resumo de tudo que havíamos aprendido. Depois disso, apresentei algumas das respostas dos estudantes ao questionário que eles precisavam responder. O questionário era sobre dois assuntos: velocidade de propagação das ondas e logaritmos. As perguntas do questionário diziam respeito a dois vídeos que os estudantes precisavam assistir. Nessa parte um da aula, apresentei apenas as respostas referentes à parte de velocidade de propagação das ondas; a segunda parte do questionário apresentei aos estudantes apenas no início do segundo período, quando começamos a estudar nível sonoro.

Boa parte das respostas (cerca de 60%) dos estudantes sobre o primeiro questionário foram incorretas. Entretanto, apenas cinco respostas foram enviadas (metade da vez anterior), de forma que a discussão não foi tão significativa quanto na aula passada. Nesse momento pensei que a baixa quantidade de respostas ao questionário e o pequeno número de pessoas na sala tinha relação direta.

Pelas respostas, percebi que os estudantes que fizeram o questionário não tinham compreendido bem a relação entre o comprimento de onda, a velocidade e a frequência em uma onda. Mesmo após a explicação com base no material dos *slides*, percebi que alguns ainda estavam confusos. Por isso, gastei um tempo maior no início da aula explicando como essas grandezas se relacionam, inclusive fazendo exemplos no quadro que não constavam nos *slides*.

Sobre esse assunto, o melhor exemplo que podemos dar no contexto do estudo da física da música é o da velocidade do som no ar. Assim, expliquei aos estudantes que a velocidade de propagação do som no ar é de cerca de 340 m/s e já os envolvi em uma atividade em duplas que envolvia o uso do aplicativo Audizr para determinar o comprimento de onda do som produzido por um assobio do colega. A proposta da atividade é que eles fizessem de forma alternada: primeiro um estudante assobia no tom mais grave que consegue, enquanto o outro mede a frequência do som pelo aplicativo; com isso e com a informação recém-vista sobre a velocidade de propagação do som no ar, é possível calcular o comprimento de onda. Depois disso, os papéis se invertiam e o outro estudante deveria assobiar, porém agora em um tom agudo. Essa atividade não deu tão certo quanto imaginei porque muitos não sabiam assobiar ou começavam a rir quando tentavam e por isso não conseguiam produzir som algum. Percebendo que a atividade não seria tão proveitosa, encerrei ela rapidamente, menos de 10 minutos depois de começar. Depois disso, expliquei no quadro os resultados obtidos por uma dupla que havia conseguido calcular com sucesso o comprimento de onda. Tentei fazer os estudantes perceberem que o comprimento de onda do som grave é maior que o comprimento de onda do som agudo, mas achei os alunos muito dispersos, apenas alguns pareciam estar realmente prestando atenção.

Depois dessa dinâmica, comecei a explicar sobre eco, ecolocalização, ultrassom e infrassom, dando exemplos do cotidiano. Por exemplo, falei sobre como o morcego utiliza a ecolocalização para “enxergar” em uma caverna escura, bem como as características do som emitido pelo morcego, que é inaudível para os seres humanos. Com isso falei sobre a faixa audível do som usando o aplicativo *Physics Toolbox* (que eles precisavam ter baixado para a aula de hoje). Para mostrar que a faixa audível do ser humano fica entre 20 Hz e 20000 Hz, fui gerando tons nesse intervalo e pedindo que os estudantes que conseguiam escutar ficassem com a mão levantada. Foi bastante interessante, pois alguns sons podiam ser ouvidos por pouquíssimos estudantes.

Depois desse experimento demonstrativo, voltei a mostrar situações onde a velocidade de propagação das ondas e/ou o fenômeno do eco podem ser importantes: vimos como determinar a distância que um raio caiu; como estimar a distância de uma parede com base no intervalo de tempo decorrido entre a emissão de um som e seu eco; falamos sobre como as espumas dos estúdios bloqueiam o eco, diminuindo o ruído nos microfones; mostrei *gifs* que evidenciam como uma onda sofre reflexão em um obstáculo (com ou sem inversão de fase). Com a mesma corda que usei na aula 2, mostrei o fenômeno da reflexão com inversão de fase: para isso amarrei a corda na maçaneta da porta e gerei um pulso bem forte, que foi refletido invertido ao chegar na maçaneta. Nesse ponto percebi que os alunos estavam um tanto cansados e inquietos e ainda estávamos no primeiro período. Pensei que talvez a quantidade de informações que passei foi em demasia.

Começando o segundo período fiquei com esperança de que o interesse dos estudantes fosse melhorar, pois mudamos de assunto. Isso de fato aconteceu. Comecei a segunda parte da aula introduzindo o conceito de intensidade sonora. Expliquei a definição dessa grandeza e, em particular, como se calcula a intensidade sonora para uma “fonte pontual” e como ela decai com o quadrado da distância. Um estudante manifestou-se dizendo não entender como uma fonte pode ser um ponto; respondi dizendo que se trata de uma idealização, isto é, uma aproximação que permite-nos descrever o fenômeno dentro de um grau de precisão aceitável. Vi que ele não ficou muito convencido porque, em suas palavras, “a fonte não é realmente pontual”. Falei para ele que quando eu era jovem eu acreditava que a ciência descreve a realidade dos fenômenos e que não existem aproximações. Falei que a única forma de descrever os fenômenos é por meio de idealizações, o que distorce a realidade por definição. Vi que não adiantou muito e o aluno permaneceu cético. De fato, os estudantes dessa turma acreditam que as contas que fazemos representam fielmente a realidade. Uma evidência disso são as contas que eles apresentam, sempre com pelo menos 10 algarismos depois da vírgula.

Depois dessa argumentação com o estudante, expliquei porque a grandeza “intensidade sonora” não é adequada para mensurar o volume de um som. Essencialmente, isso ocorre porque a escala e intensidade é muito ampla (o som mais alto que o ouvido consegue escutar pode ter intensidade maior que 1 trilhão de vezes a menor intensidade). Uma boa forma de dar conta de números tão grandes é por meio de uma função matemática chamada logaritmo. Antes de falar sobre logaritmo, no entanto, mostrei para eles a escala de decibéis, que mostra o nível sonoro típico de alguns eventos, como a conversa em tom normal, trânsito pesado, avião decolando etc. Fiz isso para motivá-los. Expliquei que a forma de calcular esses valores é com o uso da função logaritmo. A partir daí, comecei a falar sobre a parte do questionário que envolvia logaritmos. Pelas respostas, percebi que ou o vídeo não tinha ajudado os estudantes, ou eles não tinham visto o vídeo e apenas chutaram as respostas. Como poucos responderam ao questionário, decidi que nem valia a pena indagá-los sobre isso. Assim, gastei cerca de 15 minutos da aula explicando esse conteúdo. Pela interação dos estudantes, pareceu-me que boa parte entendeu as propriedades básicas do logaritmo.

Depois da revisão, introduzi a definição de “nível sonoro”, fiz alguns exemplos numéricos (só com números “bons” para aplicar as propriedades recém vistas) para evidenciar o uso da função logaritmo. Depois disso, propus o seguinte exercício: os estudantes deveriam usar o aplicativo *Physics Toolbox* para medir o nível sonoro de um som emitido pelo meu celular e com isso estimar a potência do alto-falante do telefone; eles deveriam fazer isso de suas carteiras. Eu apresentei um slide que explicava essa tarefa e já apresentava a fórmula pronta para o cálculo, que assumia o meu celular como uma fonte pontual. A tarefa dos estudantes era, portanto, medir o som e fazer a conta. Evidentemente, como cada estudante estava a uma distância diferente de mim, cada um mediria um nível sonoro diferente. Infelizmente, quando propus a tarefa faltava cerca de cinco minutos para terminar o período e a adesão dos estudantes à proposta foi baixa. Os que tentaram fazer tiveram muitas dificuldades para calcular, pois dessa vez eles teriam que usar a calculadora, já que a conta não era mais “redonda” como nos exemplos que dei anteriormente. Acabei liberando eles prometendo concluir a tarefa na aula seguinte, que seria em parte de exercícios. Eles não tem tarefa prévia para a próxima aula.

4.4 AULA IV

4.4.1 Plano de aula

Data: 08/09/2022, quinta-feira, 1º e 2º períodos (07h45min-09h15min).

Tópicos: Aula de exercícios; ondas estacionárias; superposição; modo de vibração; ressonância.

Objetivos docentes:

- Proporcionar ao estudante um momento de consolidação do conteúdo abordado até aqui.
- Esclarecer dúvidas sobre o conteúdo.
- Resolver exercícios junto com os estudantes, de forma alternada (estudantes fazem um exercício, professor faz outro).
- Estudar a teoria das ondas estacionárias em conexão com os instrumentos musicais.
- Habilitar o estudante a medir as frequências ressonantes.
- Relacionar a frequência de vibração da corda do violão com a frequência da onda sonora.
- Estudar os modos de vibração de uma corda.

Procedimentos:

Atividade Inicial (~ 5 min):

Farei a chamada e explicarei a proposta da aula.

Desenvolvimento (~ 80 min):

Resolução de exercícios com os estudantes sobre o conteúdo até aqui ministrado: MHS, período, amplitude, fase, ondas transversais e longitudinais, ondas mecânicas e não mecânicas,

comprimento de onda e frequência de uma onda, espectro eletromagnético, velocidade de uma onda, eco, audição humana, intensidade sonora e nível sonoro. O nível de intervenção do professor vai ser calibrado com base nas dificuldades. Terminando o primeiro período, vou lembrá-los do prazo para entrega da lista (29/09) e os avisarei que haverá mais um único momento, no dia 22/09, para resolução de exercícios. Em seguida, vou orientar os estudantes a se deslocarem para o auditório e darei continuidade a aula usando a TV.

Antes de começar a segunda parte da aula, utilizarei um violão para motivar os alunos a estudar ondas estacionárias: direi que a corda do violão representa um espaço confinado de propagação, envolvendo a reflexão e a superposição de ondas. Também trarei uma corda cumprida à sala e com ela farei um experimento demonstrativo onde se pode visualizar esses fenômenos na prática. Com os *slides*, buscarei facilitar a visualização do fenômeno da superposição e reflexão das ondas utilizando figuras e gifs. Em seguida deduzirei a fórmula que relaciona o/a comprimento de onda/frequência ao número do harmônico; mostrarei que o conjunto de frequências é harmônico, isto é, ressonante entre si. Em seguida, pedirei para que os estudantes utilizem o aplicativo Audizr para analisar o som da corda do violão que eu trouxe: a ideia é que eles vejam os modos ressonantes, pedirei para mostrarei aos estudantes que o espectro sonoro de uma corda de violão vibrando contém diversas frequências ressonantes; resolver exercícios.

Fechamento (~ 5 min):

Finalizarei a aula retomando a relação entre o que foi aprendido e a física da música, chamando a atenção para o fato de que uma corda pode vibrar com mais de uma frequência e que a frequência principal de vibração é a do primeiro harmônico. Por fim, avisarei os estudantes sobre o experimento a ser feito na próxima aula. Para que o experimento aconteça, pedirei que os estudantes tragam cordas, barbantes ou fios e algum objeto de massa conhecida. Por fim, avisarei os estudantes sobre a tarefa prévia, que envolve assistir um vídeo e responder a um questionário (ver Apêndice C).

- Link do [vídeo](#)⁹.
- Link do [questionário](#)¹⁰.

Recursos:

- Corda - Experimento demonstrativo usando a corda para demonstrar a superposição de pulsos de onda.
- Aplicativo *Audizr* para determinar as frequências ressonantes que compõem o espectro das cordas de um violão.
- Aula expositiva com uso da TV do auditório.

Avaliação:

A avaliação será feita na entrega da lista de exercício, que pode acontecer até o dia 29/09.

4.4.2 Relato de regência

A quarta aula com a turma correu bem melhor que a última. Eu estava preocupado porque, como poucos estudantes tinham vindo na aula anterior, muitos tinham perdido conceitos importantes, como velocidade de propagação e sua relação com o comprimento de onda e frequência, bem como intensidade e nível sonoro. Nessa aula estava previsto um tempo para que os alunos tirassem dúvidas e também para que pudéssemos realizar juntos alguns exercícios da lista que eles precisam entregar até o dia 29/09. Isso no primeiro período. Assim que os estudantes chegavam no auditório, eu pedia que fossem para a sala de aula porque lá havia um quadro branco grande, o que facilitaria a vida dos estudantes que quisessem copiar. No segundo período continuaríamos com a unidade didática no auditório explorando o conteúdo de ondas estacionárias.

Depois de fazer a chamada, revisei o conteúdo que tínhamos visto na aula anterior. Como muitos alunos tinham faltado, por uma questão de tempo optei por não fazer o exercício que iniciamos

9 Link: <<https://youtu.be/wbftu093Yqk>> Último acesso: 03/10/2022.

10 Link: <<https://forms.gle/bCph7PyDbthyWeJS7>> Último acesso: 03/10/2022.

sem concluir na aula anterior. Depois de colocar os estudantes que não tinham vindo a par do que trabalhamos na aula anterior, começamos os exercícios. Como eu esperava, nenhum aluno disse ter dúvida sobre o conteúdo, mesmo que nenhum deles parecesse querer ou saber fazer qualquer exercício da lista. Vi que eles estavam tendo dificuldade em acompanhar meu raciocínio em diversos problemas e por isso tive que gastar mais tempo relembando assuntos das aulas anteriores. Assim, passei o resto do primeiro período e mais cerca de 20 minutos fazendo os exercícios mais difíceis da lista, deixando os mais simples para eles concluírem por conta própria. Está previsto mais um encontro dedicado à resolução de exercícios, por isso resolvi problemas apenas até a metade da lista. Depois de cerca de 20 minutos que o período havia tocado, fui para o auditório e instalei o computador na TV. Voltei para a sala e pedi para que os estudantes parassem de copiar (havia alunos que não copiavam, afirmando que a foto do quadro estava no grupo da turma) e fossem para o auditório. Em função do tempo extra que ficamos na lista de exercícios, pensei que possivelmente não conseguiria dar conta de fazer tudo que tinha planejado nesse segundo período.

Na segunda parte da aula, que teria que ocorrer com o tempo apertado, apostei fortemente nos gifs para demonstrar o conceito de onda estacionária e superposição. Mesmo com os gifs mostrando o fenômeno de forma mais eficiente, mostrei ele acontecendo na cordinha que venho usando na aula: amarrei a corda na maçaneta e gerei um trem de onda que produziu ondas estacionárias ao refletir na maçaneta. Para explicar os modos de vibração, no entanto, os gifs são muito mais eficientes. Expliquei que quando tocamos as cordas de um violão, formam-se vários desses modos de vibração de forma simultânea, em superposição. Falei que cada modo de vibração tem uma frequência própria, que existe em harmonia/ressonância com as outras (por isso o nome harmônicos). Nesse momento, pedi que pegassem o telefone e entrassem no aplicativo *Audizr*, que usamos em aulas passadas. Quando todos estavam vendo a tela do aplicativo (no seu telefone ou no de um colega), toquei a sexta corda do violão bem forte e perguntei o que eles estavam vendo. Todos responderam que viam várias frequências, ao que eu disse que ali estavam, justamente, os harmônicos que eles acabaram de ver nos gifs. Aproveitei o gancho e a empolgação deles para explorar quantitativamente esse fenômeno. Mostrei para eles a relação existente entre o comprimento da corda, o número do harmônico e o comprimento de onda.

Em seguida, expliquei que, no violão, o harmônico mais importante é o primeiro harmônico, já que grande parte da energia de movimento da corda está concentrada nele. Um aluno que toca instrumento me perguntou qual é a frequência que aparece no aplicativo de afinação, ao que eu disse que era justamente a frequência do primeiro harmônico, pois ela é a mais intensa. Logo em seguida o sinal tocou e eu fiquei confuso por um momento. Só me dei conta depois que tínhamos gastado mais tempo do que o pretendido na parte anterior da aula. Antes que eles saíssem, eu disse que retomaria o assunto na próxima aula e pedi que lembrassem de assistir ao vídeo e responder ao questionário para a próxima aula. Como tudo aconteceu muito rápido no final da aula, mandei para eles logo em seguida os materiais da aula e o lembrete sobre a tarefa que teriam que fazer. Nessa aula ficou faltando falar sobre a relação quantitativa entre frequência, velocidade, comprimento de onda da corda e número do harmônico. Mas isso não me preocupou porque esse assunto seria retomado naturalmente na aula que vem, quando os estudantes farão um experimento que envolve a medida da densidade linear de massa de uma corda.

4.5 AULA V

4.5.1 Plano de aula

Data: 15/09/2022, quinta-feira, 1º e 2º períodos (07h45min-09h15min).

Tópicos: Tensão em uma corda; densidade linear de massa; história da construção da escala musical ocidental.

Objetivos docentes:

- Estudar a relação da tensão e da densidade linear de massa de uma corda com a frequência produzida por ela em conexão com a afinação de um violão.
- Habilitar o estudante a prever teoricamente a frequência de vibração dos harmônicos de uma corda vibrante e a contrastar empiricamente esse resultado.
- Evidenciar o processo de construção da escala musical ocidental como um empreendimento coletivo.
- Explicar a influência da numerologia e harmonia das esferas nas primeiras formulações da escala musical.
- Evidenciar a mudança epistemológica com relação à teoria musical que se operou nos cientistas a partir do século XVI, culminando na escala moderna de Bach.

Procedimentos:

Atividade Inicial (~ 5 min):

Deslocarei os estudantes ao auditório e farei a chamada.

Desenvolvimento (~ 80 min):

Iniciarei a aula com os *slides* perguntando aos estudantes “o que muda nas cordas do violão quando afinamos o instrumento?”. Conduzirei as discussões tentando chamar a atenção do papel da tensão e da densidade de massa de cada corda. O papel da tensão será evidenciado na prática apertando as cordas do violão: com isso, mostrarei que a frequência do som muda. Em seguida, para identificar o papel da massa da corda, tocarei as cordas mais grossas e as mais finas do violão, identificando a diferença no som. Em seguida, mostrarei um *slide* que contém uma figura já mostrada aos estudantes na aula sobre a velocidade do som. Nesta figura, aparece a velocidade de propagação da onda sonora em meios densos e pouco densos. Até então, em geral uma densidade maior implicava uma velocidade maior. Explicarei que nas ondas transversais é diferente, pois se trata de um movimento que cujas propriedades inerciais fazem diferença na propagação da onda. Em seguida, deduzirei a relação matemática que dá a frequência de qualquer harmônico, dando destaque para o primeiro, já que esse é o harmônico que os estudantes vão estudar na atividade experimental que vem a seguir. Depois disso, mostrarei um exemplo de cálculo da frequência do primeiro harmônico do violão e darei as instruções sobre a atividade experimental: os estudantes irão se organizar em 6 grupos de no máximo 5 pessoas. Cada grupo receberá de mim um pedaço de corda e algumas garrafas PET previamente enchidas com água. Eles devem prender uma das extremidades da corda em um ponto fixo e amarrar na outra extremidade um ou mais garras PET na outra extremidade, deixando as garrafas penduradas, de forma que sua força peso tensione a corda. Mostrarei uma figura que ilustra esse esquema de montagem em um *slide*. Eles terão à disposição uma balança de precisão para medir a massa das cordas. A tarefa dos estudantes é prever teoricamente a frequência do primeiro harmônico e comparar o resultado experimental, obtido a partir do software Audizr. Finalizarei o primeiro período colocando o resultado dos alunos no quadro e comparando as medidas tendo em vista o modelo construído anteriormente. Também buscarei discutir as possíveis fontes de erro nas medidas.

Antes de começar a segunda parte da aula, exporei as respostas dos estudantes ao questionário respondido previamente discutindo aspectos interessantes que apareceram no vídeo da tarefa prévia (por exemplo, sobre a sociedade secreta de Pitágoras, sobre a razão áurea, etc). Evocarei o conceito de numerologia, que aparece com força no vídeo que os estudantes assistiram. Argumentarei que esse conceito, junto com a ideia de harmonia das esferas balizou a construção da escala musical por Pitágoras, que vigorou no ocidente por séculos; com isso, introduzirei as primeiras noções sobre as notas fundamentais da escala pitagórica e que são usadas até hoje (oitava, quinta e terça); discutirei sobre o papel da música na ciência, explicando que ela foi por séculos considerada uma ciência exata. Em seguida, explicarei que a teoria musical pitagórica sofreu diversas críticas ao longo da história, porém as concepções epistemológicas aristotélica sobre a construção do conhecimento científico impedia que outra teoria tomasse seu lugar. Neste ponto, chamarei atenção do papel de Vincenzo Galilei (pai de Galileu Galilei) na história não apenas da música, mas também da própria ciência: Vincenzo defendia que as sensações humanas e o artifício (experimentos) também deveriam fazer parte da construção do conhecimento, não apenas a razão. Ele fez experimentos que mostravam que a escala pitagórica não fazia sentido, pois a frequência do som não dependia unicamente da razão de

números inteiros, como defendia Pitágoras, mas também de propriedades dos materiais envolvidos, como densidade, tensão, etc. Destacarei que as ideias de Vincenzo abriram o campo para outros pensadores proporem suas próprias teorias musicais, sendo um deles Sebastian Bach, o fundador da escala musical moderna ocidental.

Fechamento (~ 5 min):

Para concluir, buscarei destacar como o processo de construção da escala musical moderna foi conturbado e não linear ao longo da história. Também chamarei atenção para o fato de que ideias muitas vezes metafísicas podem ser frutíferas para fomentar a construção do conhecimento, como ocorreu com Pitágoras; finalizarei a aula avisando os estudantes sobre a tarefa prévia, que envolve assistir um vídeo e responder a um questionário (ver Apêndice C).

- Link do [vídeo](#)¹¹.
- Link do [questionário](#)¹².

Recursos:

- Balança, cordas, dinamômetros, garrafas PET com água – atividade experimental em que os alunos contrastam empiricamente a frequência calculada com a medida pelo aplicativo Audizr.
- Experimentos demonstrativos usando o violão.
- Aula expositiva com uso da TV do auditório.

Avaliação:

Os alunos serão avaliados em termos de sua participação, engajamento e seriedade na execução do experimento proposto.

4.5.2 Relato de regência

Nesse dia estava planejado um experimento em que os alunos utilizariam bastante materiais, então cheguei bem cedo para organizar a sala de forma a poupar tempo. Estava um dia chuvoso e eu tive que sair de casa carregando uma sacola com seis garrafas PET cheias de água, uma caixa com materiais diversos, como fio, balança, dinamômetro, alicate e trena. Além disso, levei o violão e o guarda-chuva. Ao chegar na escola, abri a sala do auditório e da sala de aula e trouxe cinco classes da sala de aula para o auditório. Separei as mesas o máximo possível uma da outra e sobre cada uma delas coloquei uma garrafa de água. As mesas precisavam ser afastadas porque o experimento envolvia a medida do espectro sonoro de uma corda vibrante. Sobre cada mesa, também coloquei um pedaço de corda de aproximadamente dois metros. Eu trouxe dois tipos de corda, uma mais grossa e outra mais fina. O restante dos materiais que seriam utilizados no experimento (trena e o dinamômetro) deixei sobre a mesa central da sala. Fiz isso porque não havia uma quantidade suficiente desses materiais para cada grupo que se formaria nas mesas. Uma vez que o material necessário para realizar o experimento estava pronto, conectei meu computador na TV e aguardei os alunos entrarem na sala.

Na aula anterior, tinha sobrado pouco tempo para passar o conteúdo de ondas estacionárias. Por conta disso, neste dia, comecei a aula pontualmente, buscando retomar o assunto anterior. O fato de ter começado a aula no horário produziu diversas interrupções porque muitos alunos estão acostumados a chegarem atrasados. Mesmo assim, acredito ter conseguido retomar o conteúdo sobre ondas estacionárias de forma satisfatória, pelo menos tendo em vista os fins da atividade de hoje, em que esse conhecimento seria usado.

Após fazer a revisão da aula anterior, peguei o violão e comecei a questioná-los sobre o que ocorre com as cordas de um violão e com o som produzido quando apertamos ou afrouxamos a tarraxa. Muitos alunos disseram que o som mudou. Perguntei-lhes então: “muda como? Aumenta ou diminui a frequência?”. Pedi para que abrissem o aplicativo Audizr e acompanhassem comigo o som produzido por diferentes cordas e o que mudava quando eu mexia na tarraxa. Eles conseguiram

11 Link: <<https://youtu.be/2XKGKNaa-BQ>> Último acesso: 03/10/2022.

12 Link: <<https://forms.gle/VAsey4pZBumNezzh9>> Último acesso: 03/10/2022.

identificar diferenças significativas nas frequências produzidas pela corda grossa (6ª) e pela corda fina (1ª), mas não conseguiram identificar outros harmônicos produzidos por cada corda, além do harmônico fundamental. Acredito que isso tenha ocorrido porque havia muito barulho no corredor da sala de aula, de forma que no aplicativo aparecia muito ruído. Falei para eles que não tinha problema porque na maioria dos casos (como no violão) é a frequência do primeiro harmônico que importa.

Segui a aula explicando os conceitos de densidade linear de massa e de força tensora. Para explicar a densidade linear, pesei na balança de precisão um pedaço de cerca de 1,5m de um fio de cobre isolado. Provoquei-os perguntando: “e como eu faria para medir a densidade linear de massa dessas cordas aí na mesa?”; eles disseram para fazer o mesmo que eu acabara de fazer. Entretanto, a balança não tinha precisão suficiente para medir sua massa, pois a medida começava em 0,1g. Falei para eles que na aula de hoje faríamos um experimento que permitiria calcular a densidade linear de massa dessas cordas sem usar a balança. Eles ficaram um pouco desconfiados, mas percebi que isso foi suficiente para manter a atenção deles. Em seguida, para evidenciar o conceito de força tensora, amarrei na extremidade da corda uma das garrafas de água e suspendi a mesma pelo dinamômetro. Expliquei para eles como ler o instrumento, pois eles teriam que usá-lo no experimento que viria a seguir.

Expliquei a proposta do experimento e os alunos se colocaram a trabalhar. Observei duas dificuldades dos estudantes: medir a frequência do primeiro harmônico usando o aplicativo e fazer as contas substituindo os valores na fórmula. A primeira dificuldade foi experienciada por 3 dos 5 grupos que se formaram: eles não conseguiram fazer a leitura correta no aplicativo porque havia muito ruído e o som da corda não podia ser captado com suficiente intensidade para se sobrepor a ele. Dois grupos conseguiram fazer a leitura perfeitamente. A segunda dificuldade foi geral: todos os grupos tentaram calcular sem converter o comprimento da corda de centímetros para metros e, mesmo após eu alertá-los sobre isso, tinham dificuldade em fazer a conta em si, pois não respeitavam a ordem básica das operações aritméticas. Assim que o sinal do primeiro período tocou, encerrei a atividade com eles e fiz um exemplo de cálculo no quadro, visando sanar essa dificuldade. Depois que a atividade terminou me dei conta que eu havia esquecido de tirar fotos para anexar no TCC.

Cerca de 10 minutos depois de começar o segundo período, pude começar a segunda parte da aula. Nessa parte correu tudo como eu planejei, sem grandes alterações. Comecei apresentando algumas das respostas dos estudantes ao questionário anteriormente proposto (apenas 4 alunos responderam). Percebi que muitos ficaram impressionados com a história do número de ouro e a possibilidade da existência de propriedades matemáticas ocultas na natureza. Os que interagiram comigo durante a exposição acharam as ideias de Pitágoras ingênuas e arbitrarias e ficaram mais surpresos ao descobrir que sua teoria musical vigente durou por mais de dois mil anos. Percebi que alguns alunos ficaram um tanto confusos quando expliquei o conceito de “quintas”, “quartas” e “oitavas”, então usei o violão para mostrar na prática seu significado, o que ajudou. Quando introduzi a história de Vincenzo Galilei e sua briga com os pitagóricos, busquei motivá-los para as próximas duas aulas, em que faremos experimentos que vão de encontro com a teoria de Pitágoras e validando uma forma comum nos dias de hoje (ao contrário da época de Vincenzo) de se fazer ciência: através da experimentação.

A aula acabou cinco minutos antes do horário. Pedi para que os alunos me ajudassem a organizar a sala e liberei-os. Fiquei bastante satisfeito de ter conseguido ministrar tanto conteúdo e ainda ter feito um experimento em apenas dois períodos.

4.6 AULA VI

4.6.1 Plano de aula

Data: 22/09/2022, quinta-feira, 1º e 2º períodos (07h45min-09h15min).

Tópicos: Teoria musical; notas musicais; harmonia; construção da escala de Bach; acordes; aula de exercícios.

Objetivos docentes:

- Construir a escala musical de Bach usando os conhecimentos vistos desde o início da unidade didática.
- Fornecer condições para que o estudante consiga calcular a frequência principal de qualquer nota do violão.
- Explicar a separação entre os trastes do braço do violão.
- Proporcionar ao estudante um momento de consolidação do conteúdo abordado até aqui; esclarecer dúvidas sobre o conteúdo.
- Resolver exercícios junto com os estudantes, de forma alternada (estudantes fazem um exercício, professor faz outro).

Procedimentos:

Atividade Inicial (~ 5 min):

Desloquei os estudantes ao auditório e farei a chamada; dessa vez, em vez de apresentar as respostas dos estudantes no início da aula, farei isso após construir a escala de Bach. Dessa forma, poderei argumentar de forma mais concreta sobre as dúvidas no quesito notas musicais e acordes.

Desenvolvimento (~ 80 min):

Por meio dos *slides*, iniciarei a aula retomando alguns dos principais conceitos aprendidos na unidade didática. Por exemplo, lembrarei os estudantes como se determina a frequência dos diferentes harmônicos, como se calcula a velocidade de uma onda, etc. Em seguida, usarei esses conceitos para definir a escala de Bach, segundo a qual as notas em uma corda distam uma da outra por um intervalo constante de frequência, sendo que a metade da corda é dividida em 12 partes. Com isso, deduzirei duas relações matemáticas: uma para o cálculo da frequência e outra para o cálculo do comprimento da corda para cada uma das 12 notas de referência da escala, mostrando que a separação prevista pelo modelo é a mesma que se observa no braço do violão. Em seguida, farei dois exemplos envolvendo o cálculo direto das frequências e comprimento das cordas para diferentes situações no braço do violão, já introduzindo o nome de algumas notas. Em seguida, explicarei o conceito de oitavas, terças e quintas em analogia com a teoria de Pitágoras. Depois disso, apresentarei formalmente as notas musicais em associação direta com o nome das cordas do violão e sua frequência de base. Neste ponto, explicarei que os acordes são conjuntos de sons produzidos por cordas que produzem sons com frequências ressonantes, mostrando gráficos que ilustram esse ponto, bem como usando o violão como experimento demonstrativo. Desta forma, espero que os estudantes compreendam a música do ponto de vista físico, isto é, como a combinação de frequências ressonantes. Por fim, vou mostrar as respostas dos questionários sobre acordes musicais e discutir com os estudantes os pontos que contém equívocos à luz da apresentação feita até aqui. Antes de finalizar essa parte da aula, vou retomar a relação entre o que foi aprendido e a física da música, chamando a atenção para o fato de que no violão os trastes dividem a corda nas respectivas notas; também destacarei que, ao tocar cordas específicas simultaneamente, produzimos acordes musicais que contém frequências ressonantes.

Assim que tocar o sinal do próximo período, iniciarei a aula de exercícios. Farei a resolução de alguns dos exercícios da lista entregue aos estudantes sobre o conteúdo até aqui ministrado: ondas estacionárias, superposição de ondas, modos de vibração, tensão na corda e densidade linear de massa. O nível de intervenção do professor vai ser calibrado com base nas dificuldades.

Fechamento (~ 5 min):

Finalizarei a aula lembrando-os do prazo para entrega da lista (29/09) e orientarei os estudantes sobre a atividade da aula seguinte: a construção do Monocórdio de Pitágoras. Para minimizar as dificuldades operacionais, enviarei o link de um vídeo sobre a construção do dispositivo. O vídeo mostra a construção de um monocórdio bastante simples e já dá uma ideia de como o dispositivo produz diferentes sons. Avisarei que cada grupo deverá construir o monocórdio e apresentar na aula seguinte o seu trabalho, explicando as notas, bem como suas frequências.

- Link do [vídeo](#)¹³.

13 Link: <<https://youtu.be/XWFsNvGByh4>> Último acesso: 03/10/2022.

Recursos:

- Violão – Experimento demonstrativo para exemplificar diferentes acordes.
- Aula expositiva com uso da TV do auditório.

Avaliação:

A avaliação será feita na entrega da lista de exercício, que pode acontecer até o dia 29/09.

4.6.2 Relato de regência

Cheguei na aula em cima da hora hoje. Estava chovendo e eu acabei demorando para compilar as respostas dos estudantes ao questionário. Cheguei na escola faltando cinco minutos para começar a aula, abri a sala e deixei entrar os alunos que me esperavam na porta. A escola havia aberto os portões mais cedo por causa da chuva, por isso já havia alguns estudantes na porta me esperando (em geral eles entram depois das 07h45min). Conversando um pouco com os estudantes, me dei conta que havia esquecido o cabo HDMI para conectar o *notebook* na TV do auditório. Como metade da aula seria ministrada com o uso de *slides*, eu decidi voltar para casa e buscar o cabo. Isso foi possível porque moro na mesma rua da escola. Pedi para os estudantes que já tinham entrado me aguardar enquanto eu ia buscar o cabo. Consegui ir e voltar em menos de cinco minutos e iniciei a aula 07h46min.

No intervalo de tempo em que saí e voltei, apenas um estudante havia chegado, de forma que havia apenas quatro estudantes na aula. Possivelmente a chuva foi responsável pelo baixo quórum. Fiquei preocupado porque o conteúdo dessa aula seria muito importante para a última aula, em que os estudantes construirão um monocórdio usando a escala musical de Bach. Decidi começar a aula. Enquanto falava durante o primeiro período, entraram mais seis alunos, cada um em horário diferente, produzindo interrupções incômodas. Até o final da aula, a turma contava com 10 estudantes. Comecei a aula lembrando da escala musical pitagórica, que consistia em sete notas musicais produzidas pela divisão da corda em partes representadas por frações de números inteiros; lembrei-os sobre a história de Vincenzo Galilei, que contestou a hegemonia pitagórica e abriu caminho para a experimentação não apenas na música, mas na ciência como um todo; apresentei a personalidade de Bach e suas contribuições para a teoria musical ocidental, destacando que sua construção não era única e que concorria com outras, como as escalas chinesas e árabes.

Assim que fiz a introdução, mostrei como o que havíamos aprendido podia ser usado para prever a frequência de vibração do primeiro harmônico e o comprimento da corda para cada frequência para a divisão da escala em 12 notas (a escala temperada ou cromática de Bach). Nessa escala, a razão entre frequências de notas adjacentes é constante (é uma progressão geométrica, mas não usei esses termos com eles). Para exemplificar como determinar a frequência e o comprimento da corda para cada nota, fiz exemplos numéricos junto com experimentos demonstrativos com o violão. Percebi que metade da turma parecia estar muito interessada e a outra metade bastante desinteressada (os que não pareciam interessados ficavam dormindo ou mexendo nos celulares, mas não atrapalhavam minha explicação). A maior dificuldade dos estudantes foi em compreender como uma oitava poderia produzir a mesma nota. Expliquei usando o argumento físico de que a mesma nota separada por uma oitava diferia apenas pela frequência: se fosse uma oitava acima seria o dobro da frequência; se fosse uma oitava abaixo seria a metade da frequência. Na prática, para se obter oitavas cada vez maiores é preciso dividir infinitamente a corda em sua metade: isso fez com que alguns alunos ficassem confusos sobre como a primeira corda do violão (a mais fina) pudesse ser a quarta oitava da nota Mi (E4), enquanto a sexta corda representa a segunda oitava da mesma nota (E2). Expliquei que o que importa para definir a nota é a frequência, não o comprimento em si da corda. Por isso que as cordas vão afinando em diâmetro e massa no violão, justamente para produzir frequências maiores e buscar oitavas maiores da mesma nota. Não fiquei certo que todos os interessados haviam compreendido bem o conceito de oitava.

Depois de explicar como se obtém a frequência de vibração e as notas na escala de Bach, comecei a parte em que veríamos o que são acordes e como eles geram sons consonantes/ressonantes.

Antes disso, no entanto, conversei com eles sobre suas respostas aos questionários que eles deviam responder. Seis alunos responderam (a maior quantidade de respostas desde o primeiro questionário). Pelas suas respostas, vi que todos entenderam que acordes são sons formados por conjuntos de notas musicais, não sendo uma frequência isolada, o que me deixou satisfeito. Antes de entrar na explicação em si, chamei a atenção deles para a complexidade envolvida na formação do som no violão. Afinal, são seis cordas, cada uma produzindo um som que possui infinitos harmônicos em frequências diferentes! Mostrei um gráfico de autoria própria em que a energia dos harmônicos das cordas de um violão são mostradas em função de sua frequência. A energia está expressa como um percentual da energia total das seis cordas vibrando, como se todas tivessem sido tocadas simultaneamente. Esse gráfico pode ser visto na Figura 3:

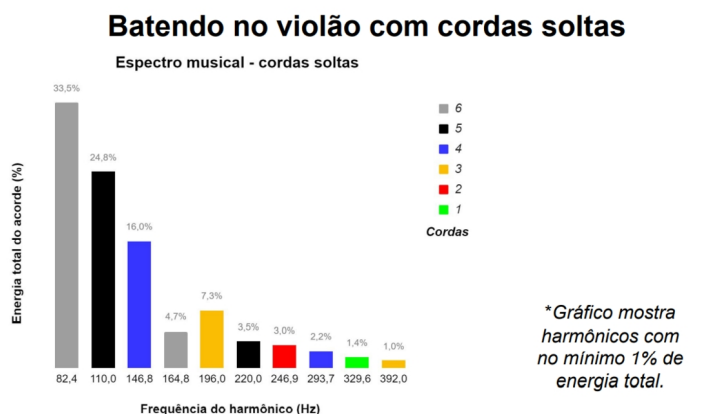


Figura 3 - Energia dos harmônicos ao tocar as cordas de um violão. Na figura, podemos ver, por exemplo, que a energia do primeiro harmônico da sexta corda é a maior de todas. O segundo harmônico dessa mesma corda tem 4,7% de energia.

Pela Figura 3, vemos que existem várias frequências não ressonantes e eu busquei chamar muito a atenção deles sobre isso: “a frequência de 82,4Hz não é ressonante com a frequência de 146,8Hz”, argumentei. “O que acontece quando produzimos um som com um acorde?”, perguntei. Vendo que não responderam, mostrei a imagem da Figura 4, que representa as mesmas grandezas da Figura 3, porém quando se faz o acorde Dó Maior (C). Vemos claramente que o primeiro harmônico da corda quatro passa a ter a mesma frequência que o segundo harmônico da corda seis, o que implica a ressonância entre essas duas cordas. O mesmo ocorre para as cordas cinco e dois e quatro e um. Isso faz que com o som como um todo fique concentrado em menos frequências com um nível sonoro maior, gerando a sensação de harmonia.

Depois de explicar esses conceitos, mostrei como o software Audizr pode ser utilizado para medir as frequências ressonantes de um acorde e como a medição bate bom com a previsão. Optei por não fazer uma atividade prática com o software porque a análise dos resultados fica um pouco dificultada já que são muitos harmônicos produzidos. Nesse ponto percebi que os estudantes que antes estavam desinteressados voltaram a demonstrar algum interesse. Aproveitei o momento para lembrá-los da pergunta que mobilizou toda a unidade didática: “O que é música boa?”; argumentei que a escala construída por Bach é muito parecida com a de Pitágoras em vários aspectos e que o seu som é o que estamos acostumados a escutar há séculos. Do ponto de vista físico, a escala de Bach produz sons com harmônicos em ressonância; entretanto, sons dissonantes são empregados por músicos com muita frequência. O conceito de “música boa” é, afinal, muito subjetivo, como os próprios estudantes concordavam. Além disso, falei que a escala de Bach não é única, existindo paralelamente com outras escalas.

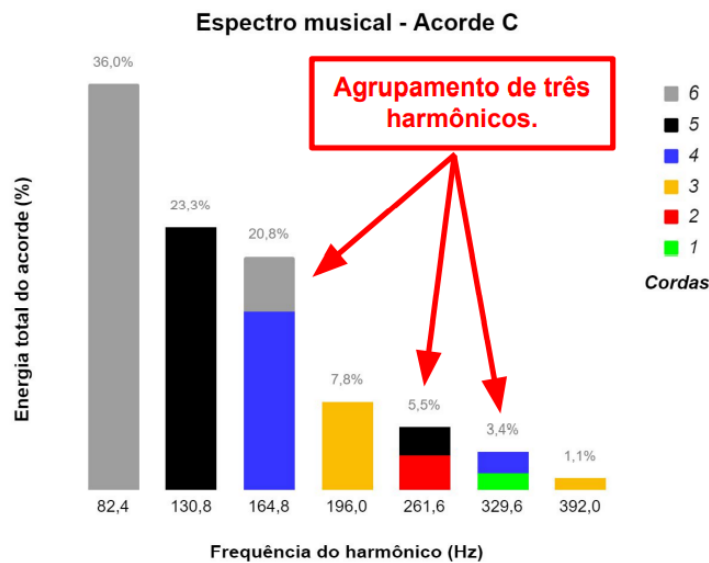


Figura 4 - Energia dos harmônicos ao tocar todas as cordas de um violão formando o acorde Dó maior.

O sinal para o segundo período tocou e com isso pedi que os estudantes se deslocassem para a sala de aula, onde continuaríamos o segundo período resolvendo exercícios da lista. Na última aula de exercícios, eu havia resolvido com eles os exercícios mais difíceis até cerca da metade da lista. Na aula de hoje concluí a outra metade, deixando para eles resolverem os outros exercícios. Antes de liberá-los, lembrei-os que o prazo para a entrega da próxima lista era semana que vem, nossa última aula.

Se o tempo não fosse um fator limitante, eu teria transferido essa aula para um outro dia. Isso porque na aula os estudantes construiriam o monocórdio usando a teoria aprendida nessa aula. Fiquei desapontado e com a sensação de que a próxima aula poderia não correr tão bem quanto eu gostaria.

4.7 AULA VII

4.7.1 Plano de aula

Data: 29/09/2022, quinta-feira, 1º e 2º períodos (07h45min-09h15min).

Tópicos: Escala musical ocidental; monocórdio de Pitágoras.

Objetivos docentes:

- Proporcionar aos estudantes uma atividade prática experimental em que eles montam um monocórdio de Pitágoras e aplicam os conhecimentos sobre escalas musicais para construir a escala de Bach na prática.
- Com os monocórdios montados pelos estudantes, compor acordes de um violão; fechar a unidade didática buscando responder a pergunta inicial: “o que é música boa?”.

Procedimentos:

Atividade Inicial (~ 10 min):

Farei a chamada e explicarei a proposta da aula: os estudantes devem se organizar em seis grupos de no máximo 5 pessoas e usar o período para iniciar a construção do monocórdio (tendo como referência de frequência a vibração da corda do violão que receberam) e marcar a escala das notas no braço. Também distribuirei um guia de atividade (ver Apêndice E) que conterá perguntas que os

estudantes devem responder e entregar ao final da aula. A resposta a essas perguntas fará parte da avaliação da atividade. Todo o material necessário para a montagem será disponibilizado aos estudantes. Gastarei cerca de 5 minutos explicando aspectos importantes da montagem e dando dicas para que a aula ocorra de forma mais tranquila.

Desenvolvimento (~ 75 min):

Enquanto os estudantes montam o monocórdio, vou deixar na TV do auditório uma imagem que contém um diagrama de montagem do monocórdio e a equação útil para construir a escala com base na frequência de referência. Enquanto montam, os estudantes podem consultar a imagem e o professor. Provavelmente, ao final do primeiro período eles já terão montado o monocórdio (a montagem é muito simples) e iniciado a construção da escala; essa etapa é mais demorada porque envolve cálculos e o ajuste da frequência medida pelo aplicativo *Audizr* ou pelo Afinador do Cifraclub¹⁴. Durante toda a aula, os estudantes tocarão a corda e ouvindo seu som. Possivelmente, neste momento, surgirão sons, batidas, ritmos, etc., que mostram que mesmo sem a escala definida, é possível produzir sons bonitos. Levantarei novamente essa questão ao final da aula, pois ela ajudará a fechar a unidade tentando responder a pergunta “o que é música boa?”.

No segundo período, buscarei atuar de forma mais direta, resolvendo situações que eventualmente estejam bloqueando o avanço dos estudantes. Assim que todos os monocórdios estiverem prontos, iniciarei a etapa de apresentação, que consistirá na apresentação dos grupos; cada grupo terá 3 minutos para explicar seu experimento, devendo ter total clareza sobre: a) a frequência de vibração fundamental e a nota associada à corda; b) das notas que podem ser produzidas, bem como a oitava da nota. Assim que todos os grupos terminarem de apresentar, pedirei para que os estudantes coloquem seus monocórdios um ao lado do outro, de forma que o braço do violão será formado. Eu formarei alguns acordes para exemplificar como seria o som no violão e retomar a questão que abriu a unidade didática: “o que é música boa?”. Nesse ponto isso é possível já que, ao longo da atividade, os estudantes possivelmente terão se divertido bastante tocando a corda do instrumento, fazendo todo o tipo de som antes mesmo de ter montado a escala; buscarei lembrá-los disso: mesmo sem uma escala previamente definida que classifique o som em notas, os estudantes estavam obtendo sons interessantes e bonitos.

Fechamento (~ 5 min):

Fecharei a unidade didática agradecendo os estudantes pela colaboração e participação nas aulas e me colocando à disposição para esclarecer quaisquer dúvidas que eventualmente tenham ficado depois da unidade. Deixarei a critério dos estudantes levar pra casa os monocórdios construídos.

Recursos:

- Cordas de violão.
- Ripas de madeira;
- Parafusos, hastes metálicas para apoiar as cordas e chaves de fenda.
- Aplicativo Afinador do Cifraclub ou Audizr.

Avaliação:

Os alunos serão avaliados em termos de sua participação, engajamento e seriedade na execução do experimento proposto. Neste experimento em particular, para fins de avaliação, os estudantes também devem entregar o guia da atividade com as perguntas respondidas.

4.7.2 Relato de regência

Nesta última aula, cheguei bem cedo na escola porque a sala precisava ser preparada para que os alunos pudessem realizar o experimento do monocórdio. Antes de ir para o auditório, pedi emprestado algumas régua milimetradas às funcionárias da escola, pois eu não consegui providenciar

14 Link: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.studiosol.afinadorlite&hl=pt_BR&gl=US> Último acesso: 03/10/2022.

uma quantidade suficiente desse material para todos os seis grupos previstos. Abri a sala do auditório e trouxe algumas classes da sala de aula para servir de apoio para o monocórdio. Sobre cada mesa, deixei uma tábua de madeira, uma chave de fenda ou Philips, uma corda de violão e um parafuso com bucha. Separei esses materiais previamente para diminuir o tempo que os estudantes precisariam se dedicar. Em cada tábua de madeira, coloquei previamente à aula um pino que serviria de ponto de fixação para uma das extremidades da corda. A outra extremidade da corda seria presa em um parafuso com bucha no qual a corda podia ser enrolada e o parafuso fixado na madeira: quando o parafuso girava, a corda era mais ou menos tensionada. Fiz testes prévios à aula em casa com esse sistema e funcionou bem.

Enquanto aguardava os estudantes entrarem na sala, o orientador do estágio chegou, cumprimentou-me e se sentou no fundo da sala. Os estudantes já o conheciam pois era sua segunda visita, então não o apresentei formalmente. Esperei cerca de cinco minutos e comecei a aula. Na última aula estavam presentes apenas 10 estudantes. Na aula de hoje haviam 19. Na verdade, quando a aula começou haviam 20 estudantes, sendo que um deles eu nunca havia visto. Perguntei a ele se ele era mesmo aluno da turma e ele disse que sim. Não senti convicção, mas deixei ele ali. Depois de um tempo ele saiu da sala e não voltou mais. Como cerca de metade da turma presente na aula de hoje não tinha vindo na aula anterior, imaginei que os estudantes teriam muita dificuldade para montar o experimento. Na aula anterior eu havia explicado em detalhes a construção da escala musical, com vários exemplos numéricos e demonstrativos usando o violão. Por isso, gastei cerca de 15 minutos da aula explicando rapidamente a teoria aos estudantes e orientei-os sobre como montar o monocórdio. Depois de instruí-los sobre isso, expliquei que a atividade foi planejada para ser feita em grupos, e que cada um deveria entregar, individualmente, a resposta para três perguntas que constavam no guia de atividade que deixei projetado na TV durante todo o experimento. Com isso, dei início à atividade. Cinco grupos acabaram se formando.

Apesar da explicação que eu tinha acabado de dar sobre como fixar a corda, percebi rapidamente que os estudantes não estava entendendo como isso era feito. Um estudante atochou o parafuso todo na madeira, destruindo a bucha; outro estudante tirou a bucha e tentou prender de forma diferente a que eu havia acabado de mostrar. Em suma, algo que eu pensei que os estudantes teriam facilidade de fazer (pois se tratava de algo manual, não intelectual) foi um fator extremamente limitante. Vendo que ninguém conseguia prender a corda, eu passava nos grupos orientando como poderia ser feito e deixava a regulagem da tensão com eles. Ou seja, nos grupos em que era necessário, eu fixava o parafuso com a corda enrolada e deixava a regulagem com eles. Entretanto, muitos não tinham força para girar o parafuso, ou quando conseguiam, o entortavam afrouxando ou arrebentando a corda, tendo que começar o processo do zero. Verifiquei que em apenas dois grupos os estudantes trabalhavam em equipe; nos outros, apenas um ou dois trabalhavam, enquanto os outros mexiam no telefone ou ficavam só olhando. A Figura 5 ilustra a dinâmica na sala de aula.



Figura 5 - Grupos trabalhando na sala. No grupo mais próximo do fotógrafo, pode-se ver os estudantes trabalhando no monocórdio. Esse grupo era um dos mais cooperativos da turma, conseguindo trabalhar bem em equipe.

Vendo que não haveria jeito dos estudantes conseguirem regular a corda de forma que ficasse minimamente tensionada, orientei-os a abandonar a tentativa e partir diretamente para a construção da escala. Fiz isso quando começou o segundo período. Sem a corda tensionada, não seria possível medir a frequência fundamental, porém isso não é um impeditivo para a construção da escala de Bach, que requer apenas o comprimento inicial da corda.

Nessa segunda etapa, verifiquei novamente que os estudantes estavam com dificuldades que os impediam de avançar. Muitos grupos me chamavam pedindo para que eu ensinasse novamente como calcular na calculadora o expoente $L_0 2^{-\frac{n}{12}}$, necessário para calcular os sucessivos comprimentos da corda na escala. Na aula anterior eu havia resolvido vários exercícios sobre isso e dito explicitamente que usaríamos essa fórmula na aula seguinte, porém os estudantes não entenderam como calcular. Depois que eu passei na mesa de cada grupo e lembrei como era calculado, finalmente a atividade deu algum fruto e os estudantes começaram a fazer as marcações nas madeiras. A parte da aula que eu havia planejado em que os estudantes apresentariam o que tinham feito e que eu formaria sons com base no material produzido não pode acontecer porque o tempo ficou muito curto. Faltando cerca de 10 minutos para terminar a aula, dois grupos haviam conseguido montar a escala de Bach (com as 12 marcações completas) e os outros três estavam a meio caminho, com cerca de oito marcações. Pedi para que os grupos que ainda estava fazendo parassem o experimento, colocassem seus nomes no material e voltassem aos seus lugares.

Fiquei um pouco sem saber o que fazer pois meu planejamento não contava com um plano B, isto é, não contava com a possibilidade dos estudantes não conseguirem montar o monocórdio. Eu suspeitava que eles teriam dificuldades sanáveis, mas não pensei que não conseguiriam montar o instrumento que envolvia apenas uma corda esticada entre dois pontos. Nenhum monocórdio foi capaz de produzir som algum, por isso o que eu havia planejado não pode ser executado. Expliquei para eles que o fato de não terem conseguido montar não lhes traria problema em termos de atribuição da nota e que um aspecto relevante da proposta experimental foi parcialmente atingido: a construção da escala de Bach. Falei que ficaria mais interessante se tivéssemos conseguido produzir os sons, pois assim poderíamos ver na prática o efeito da escala. Com isso, não consegui fechar a última atividade dando uma nova resposta à questão que vínhamos nos fazendo desde o início da unidade didática: “o que é

música boa?”. Agradei aos estudantes pela disponibilidade em assistir minhas aulas, desculpei-me por qualquer coisa que eu possa ter feito e liberei-os faltando cinco minutos para terminar o período.

Por não ter conseguido atingir todos os objetivos, fiquei bastante frustrado com a atividade. Afinal, era o último encontro com os estudantes e eu queria poder ter feito um fechamento mais proveitoso, em que a pergunta “o que é música boa?” pudesse ser respondida de forma mais efetiva. Vinhamos trabalhando desde o início da unidade toda a teoria musical necessária para compreender completamente os instrumentos de corda, porém, no dia em que vamos evidenciar na prática os conceitos, nada parece funcionar. Faço meia culpa nisso, pois eu superestimei a capacidade manual dos estudantes. Por outro lado, os estudantes não haviam se esforçado para entender o dispositivo, pois não estavam preparados para fazer a atividade, apesar de toda a preparação prévia. Penso que, em uma futura aplicação dessa unidade, um monocórdio funcionando poderia ter sido trazido para a sala de aula; desta forma, talvez alguns estudantes não incorressem em erros grosseiros como atarraxar o parafuso ou tentar prender a corda no lugar inadequado. Ainda, se o tempo permitisse, eu transferiria essa atividade para outro dia com o intuito de garantir que toda a turma soubesse da teoria antes de tentar construir o monocórdio.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Do ponto de vista do cumprimento das atividades que constavam nos planos de aula, creio que se pode dizer que a implementação da unidade didática foi bem-sucedida. O ensino de ondulatória tendo a música como elemento motivador foi implementado em conformidade estreita com o que havia sido planejado. Em todas as aulas, busquei criar um diálogo com os estudantes, levando em consideração seus conhecimentos prévios para facilitar a assimilação do conteúdo. Também acredito ter conseguido trazer bastante elementos de história da ciência ao explorar o desenvolvimento da teoria musical desde Pitágoras, passando por Vincenzo Galilei e Bach; fiquei agradavelmente surpreso por descobrir que os estudantes se interessavam pela história. Os experimentos realizados - por mais que nem sempre bem-sucedidos - trouxeram um elemento de diversidade no cotidiano dos estudantes, que não estavam acostumados a realizar atividades práticas. A média das notas finais dos estudantes na unidade didática foi de 7,3. Esse resultado, no entanto, não reflete o quanto os estudantes aprenderam ou deixaram de aprender. Acho extremamente difícil mensurar a aprendizagem.

Os maiores fatores limitantes para o desenvolvimento das atividades planejadas ao longo desse período foram o baixo engajamento dos estudantes na resposta dos questionários que propus e o frequente baixo quórum nas aulas. Fora esses dois fatores, estavam presentes as dificuldades típicas de estudantes do ensino médio, como: falta de habilidade matemática para manipular as equações que deveriam ser aprendidas; uso do celular com fins não didáticos durante as explicações; passividade na resolução de exercícios propostos.

Tenho certeza que nem todos os alunos gostaram da proposta da unidade didática. Também tenho certeza que houve alunos que gostaram muito. Acredito que os alunos que mais aprenderam foram os que se engajaram nas atividades que propus, que perguntavam, que prestavam a atenção, etc. Nesse sentido, penso que metade da turma tirou algum proveito da unidade didática. Eu mesmo aprendi um bocado de coisas sobre a vida de professor de escola pública e sobre a realidade do contexto escolar e dos estudantes atualmente. A sala de aula me parece um ambiente muito diferente do que era no passado, quando eu era estudante. Sobre isso, não faço comparações, pois os tempos mudam. Ademais, espero ter podido contribuir positivamente em algum nível na vida dos estudantes que gentilmente me aceitaram como professor-estagiário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- COIMBRA, C. L. (2017). A aula expositiva dialogada em uma perspectiva freireana. LEAL, Edvalda Araújo; MIRANDA, Gilberto José; CASA NOVA, Silvia Pereira de Castro. *Revolucionando a Sala de Aula: como envolver o estudante aplicando técnicas de metodologias ativas de aprendizagem*. São Paulo: Atlas, 1-13.
- DEACON, C.; HAJEK, A. Student perceptions of the value of physics laboratories. *International Journal of Science Education*, Philadelphia, v. 33, n. 7, p. 943-977, May 2011.
- DUCHEYNE, S. The Cavendish experiment as a tool for historical understanding of science. *Science & Education*, v. 21, n. 1, p. 87-108, 2012.
- FRANCISQUINI, M. F.; SOARES, V.; TORT, A. C. O paradoxo cinemático de Galileu. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 36, n. 1, p. 1304, 2014.
- GASPAR, A. Cinquenta anos de ensino de física: muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade de recolocar o professor no centro do processo educacional. *Educação: revista de estudos da educação*, v.13, n. 21, p. 71- 91, dez. 2004.
- HARTMANN, A. C., MARONN, T. G., & SANTOS, E. G. (2019). A Importância Da Aula Expositiva Dialogada No Ensino De Ciências E Biologia. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 1(1).
- HODSON, D. In search of a meaningful relationship: An exploration of some issues relating to integration in science and science education. *International Journal of Science Education*, Philadelphia, v. 14, n. 5, p. 541– 562, May 1992.
- HYGINO, C. B.; SOUZA, N. S. Reflexões sobre a natureza da ciência em aulas de física: Estudo de um episódio histórico do Brasil colonial. *Experiências em ensino de Ciências*, v. 7, n. 2, p. 14-24, 2012.
- JUNIOR, L. A.; CUNHA, M. F.; LARANJEIRAS, C. C. Simulação de experimentos históricos no ensino de física: uma abordagem computacional das dimensões históricas e empírica da ciência na sala de aula. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 34, n. 4, p. 4602, 2012.
- MATTHEWS, M. História e Filosofia da Ciência: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.
- MARTINS, R. de A. (2001). Como não escrever sobre história da física - um manifesto historiográfico. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 23(1), 113–129.
- PARREIRA J. E.; DICKMAN A.G. Objetivos das aulas experimentais no ensino superior na visão de professores e estudantes da engenharia. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 42, e20200096, 2020.
- PEDUZZI, L. O. Q. (2011). *Evolução dos Conceitos da Física*.
<https://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/Textos_Peduzzi/EvolConFis.pdf> Acesso em 25/09/2022.

PILIOURAS, P; SIAKAS, S.; SEROGLU, F. Pupils produce their own narratives inspired by the History of Science: animation movies concerning the geocentric-heliocentric debate. *Science & Education*, v. 20, n. 7, p. 761-795, 2011.

PINHO-ALVES, J. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 17, n. 2, p. 174-188, 2000.

PRESTES, M. E; CALDEIRA, A. M. Introdução. A importância da história da ciência na educação científica. *Filosofia e História da Biologia*, 2009. v. 4, p. 1-16.

SILVEIRA, A. F. *et al.* Natureza da Ciência numa sequência didática: Aristóteles, Galileu e o Movimento Relativo. *Experiências em ensino de Ciências*, v. 5, n. 1, p. 57-66, 2010.

Vedove, J. L. B. D., & Ferreira, C. S. (2020). Reflexões sobre ensino e aprendizagem: importância do método de exposição oral dialogada na educação superior. *XV Semana Universitária*.

Apêndice A - Cronograma de regência

Data	Tópicos a serem trabalhado(s)	Objetivos docentes	Estratégias de Ensino
<p>Aulas 1 e 2:</p> <p>18/08/22 (07h45min - 09h15min)</p>	<p>Apresentação do professor.</p> <p><i>Feedback</i> sobre os questionários.</p> <p>Apresentação da unidade didática a ser trabalhada.</p> <p>Exposição do método avaliativo.</p> <p>Movimentos oscilatórios.</p> <p>MHS.</p> <p>Período, Amplitude e Fase de uma onda.</p>	<p>Apresentar os tópicos que serão trabalhados ao longo de toda a regência relacionando com os conteúdos já vistos, ressaltando suas aplicações e relevância.</p> <p>Aguçar a curiosidade dos alunos para os conceitos de Física envolvidos no violão e que serão discutidos nas próximas aulas.</p> <p>Motivados pela questão “o que é música boa?”, despertar a curiosidade sobre o assunto, oportunizando discussões sobre notas musicais, acordes, tipos de instrumentos e semelhanças entre diferentes instrumentos.</p> <p>Mostrar os movimentos oscilatórios do cotidiano, habilitando-o a diferenciar movimentos oscilatórios periódicos e não periódicos;</p> <p>Diferenciar oscilações livres, amortecidas, forçadas e acopladas.</p> <p>Introduzir o conteúdo MHS, dando sentido aos conceitos de amplitude, período e fase.</p> <p>Realizar uma atividade experimental com os estudantes, onde eles medem o período de um pêndulo ou de uma mola fornecida pelo professor.</p>	<p>Violão – Experimentos demonstrativos usando o violão.</p> <p>Molas e fios de prumo – Experimento para determinar o período de oscilação.</p> <p>Caneta no papel – Experimento demonstrativo para demonstrar as propriedades das ondas.</p> <p>Aula expositiva com o uso da TV do auditório e quadro-negro para resolver exercícios.</p>
<p>Aulas 3 e 4:</p> <p>25/08/22 (07h45min - 09h15min)</p>	<p>Ondas.</p> <p>Ondas transversais e longitudinais.</p> <p>Ondas mecânicas e não mecânicas</p> <p>Comprimento de onda e frequência de uma onda.</p> <p>Espectro eletromagnético.</p>	<p>Definir ondas usando exemplos do dia a dia.</p> <p>Diferenciar o conceito científico de onda do conceito popular.</p> <p>Definir ondas transversais e longitudinais usando experimentos demonstrativos.</p> <p>Diferenciar ondas mecânicas e não mecânicas.</p> <p>Realizar um experimento para evidenciar ondas materiais.</p> <p>Ensinar o aluno a determina o comprimento de onda e a frequência de uma onda.</p>	<p>“Telefone de copo” - Experimentos em dupla para demonstrar ondas materiais.</p> <p>Aplicativo Audizr – Atividade prática envolvendo a medida do espectro sonoro de vários sons usando o aplicativo Audizr;</p> <p>Cordas e a “mola maluca” – Experimentos demonstrativos para</p>

Data	Tópicos a serem trabalhado(s)	Objetivos docentes	Estratégias de Ensino
		<p>Explicar a relação intrínseca entre período e frequência.</p> <p>Evidenciar o som como uma onda composta de muitas frequências.</p> <p>Expor e explicar o espectro eletromagnético.</p> <p>Diferenciar sons graves de agudos</p> <p>Realizar uma atividade prática com os estudantes em que eles medem o espectro de sons.</p>	<p>produzir ondas transversais e longitudinais. Usando a corda, demonstrar a reflexão de onda em obstáculos.</p> <p>Pêndulo simples - Experimento demonstrativo para medir frequência.</p> <p>Tarefa prévia consistindo na visualização de um vídeo e resposta de um questionário.</p> <p>Resolução de exercícios no quadro.</p> <p>Aula expositiva com uso da TV do auditório.</p>
<p>Aulas 5 e 6: 01/09/22 (07h45min - 09h15min)</p>	<p>Velocidade de uma onda.</p> <p>Eco.</p> <p>Audição humana.</p> <p>Intensidade sonora.</p> <p>Nível sonoro.</p>	<p>Habilitar o estudante a perceber a influência do meio na velocidade de propagação das ondas.</p> <p>Explicar o fenômeno do eco.</p> <p>Explicar a reflexão de ondas em obstáculos.</p> <p>Explicar aspectos da fisiologia do ouvido humano, diferenciando sons audíveis e inaudíveis.</p> <p>Explicar o conceito de intensidade sonora.</p> <p>Explicar a emissão de sons por fontes pontuais.</p> <p>Relacionar a intensidade sonora com o nível sonoro.</p> <p>Envolver os estudantes em uma atividade prática com o objetivo de medir o nível sonoro e a intensidade sonora do ambiente usando um aplicativo de celular.</p> <p>Discutir sobre poluição sonora.</p>	<p>Corda – Experimento demonstrativo para evidenciar a reflexão de ondas em obstáculos.</p> <p>Tarefa prévia consistindo na visualização de um vídeo e resposta de um questionário.</p> <p>Resolução de exercícios no quadro.</p> <p>Aplicativo <i>Physics Toolbox</i> – Experimento em duplas com o objetivo de mapear o nível sonoro na sala de aula e medir a intensidade sonora de diferentes sons.</p> <p>Aplicativo Audizr – Apoio na resolução de um exercício.</p> <p>Aula expositiva com uso</p>

Data	Tópicos a serem trabalhado(s)	Objetivos docentes	Estratégias de Ensino
			da TV do auditório.
<p>Aulas 7 e 8: 08/09/22 (07h45min - 09h15min)</p>	<p>Aula de exercícios. Ondas estacionárias. Superposição. Modo de vibração Ressonância.</p>	<p>Proporcionar ao estudante um momento de consolidação do conteúdo abordado até aqui. Esclarecer dúvidas sobre o conteúdo. Resolver exercícios junto com os estudantes, de forma alternada (estudantes fazem um exercício, professor faz outro). Estudar a teoria das ondas estacionárias em conexão com os instrumentos musicais. Habilitar o estudante a medir frequências ressonantes Relacionar a frequência de vibração da corda do violão com a frequência da onda sonora. Estudar os modos de vibração de uma corda.</p>	<p>Corda - Experimento demonstrativo usando a corda para demonstrar a superposição de pulsos de onda. Aplicativo Audizr para determinar as frequências ressonantes que compõem o espectro das cordas de um violão. Aula expositiva com uso da TV do auditório.</p>
<p>Aulas 9 e 10: 15/09/22 (07h45min - 09h15min)</p>	<p>Tensão em uma corda. Densidade linear de massa. História da construção da escala musical ocidental.</p>	<p>Estudar a relação da tensão e da densidade linear de massa de uma corda com a frequência produzida por ela em conexão com a afinação de um violão. Habilitar o estudante a prever teoricamente a frequência de vibração dos harmônicos de uma corda vibrante e a contrastar empiricamente esse resultado. Evidenciar o processo de construção da escala musical ocidental como um empreendimento coletivo. Explicar a influência da numerologia e harmonia das esferas nas primeiras formulações da escala musical. Evidenciar a mudança epistemológica com relação à teoria musical que se operou nos cientistas (com destaque para o papel de Vincenzo Galilei) a partir do século XVI, culminando na escala moderna de Bach.</p>	<p>Balança, cordas, dinamômetros, garrafas PET com água – atividade experimental em que os alunos contrastam empiricamente a frequência calculada com a medida pelo aplicativo Audizr. Experimentos demonstrativos usando o violão. Tarefa prévia consistindo na visualização de um vídeo e resposta de um questionário. Resolução de exercícios no quadro. Aula expositiva com uso da TV do auditório.</p>

Data	Tópicos a serem trabalhado(s)	Objetivos docentes	Estratégias de Ensino
<p>Aulas 11 e 12: 22/09/22 (07h45min - 09h15min)</p>	<p>Teoria musical. Notas musicais. Harmonia. Escala de Bach. Acordes. Aula de exercícios.</p>	<p>Construir a escala musical de Bach usando os conhecimentos vistos desde o início da unidade didática.</p> <p>Fornecer condições para que o estudante consiga calcular a frequência principal de qualquer nota do violão.</p> <p>Explicar a separação entre os trastes do braço do violão.</p> <p>Proporcionar ao estudante um momento de consolidação do conteúdo abordado até aqui.</p> <p>Esclarecer dúvidas sobre o conteúdo.</p> <p>Resolver exercícios junto com os estudantes, de forma alternada (estudantes fazem um exercício, professor faz outro).</p>	<p>Violão – Experimento demonstrativo para exemplificar diferentes acordes.</p> <p>Aula expositiva com uso da TV do auditório.</p> <p>Tarefa prévia consistindo na visualização de um vídeo e resposta de um questionário.</p> <p>Resolução de exercícios no quadro.</p>
<p>Aulas 13 e 14: 29/09/22 (07h45min - 09h15min)</p>	<p>Escala musical ocidental, Monocórdio de Pitágoras. Escala musical ocidental. Monocórdio de Pitágoras.</p>	<p>Proporcionar aos estudantes uma atividade prática experimental em que eles montam um monocórdio de Pitágoras e aplicam os conhecimentos sobre escalas musicais para construir a escala de Bach na prática.</p> <p>Proporcionar aos estudantes uma atividade prática experimental em que eles montam um monocórdio de Pitágoras e aplicam os conhecimentos sobre escalas musicais para construir a escala de Bach na prática.</p> <p>Compor acordes de um violão usando os monocórdios montados pelos estudantes.</p> <p>Fechar a unidade didática buscando responder a pergunta inicial: “o que é música boa?”.</p>	<p>Atividade experimental pelos estudantes: construção do monocórdio.</p> <p>Apresentação em grupos buscando aprendizagem mútua.</p>

Apêndice B - Questionário sobre atitudes em relação à Física

Nome: _____ . Idade: _____ .

- 1) Qual sua disciplina favorita e qual você menos gosta? Por quê?
- 2) Você gosta de Física? Comente sua resposta.
- 3) “*Eu gostaria mais de Física se...*” complete a sentença.
- 4) O que você acha mais interessante na Física? E menos interessante?
- 5) Que tipo de assunto você gostaria que fosse abordado nas aulas de Física?
- 6) Você vê alguma utilidade em aprender Física? Comente sua resposta.
- 7) Quais dificuldades você costuma ter ao estudar Física?
- 8) Você trabalha? Se sim, em quê?
- 9) Qual profissão você pretende seguir?
- 10) Pretendes fazer algum curso superior? Qual? Em que instituição?

Apêndice C - Tarefas Prévias e Questionários

Tarefa Prévia 1 – Questionário Aula II (Ondas)

- Assistir ao vídeo: <<https://youtu.be/taqMIQSErIU>> Último acesso: 26/09/2022.

- Responder às questões:

1) O que é uma onda?

- a) Onda é uma perturbação no meio, envolvendo o transporte de matéria.
- b) Onda é uma perturbação no meio, não envolvendo o transporte de matéria.
- c) Onda é um deslocamento de energia e matéria pelo espaço.
- d) Onda é uma oscilação de energia no espaço.
- e) Onda é uma oscilação em torno de um ponto de equilíbrio.

2) No vídeo é dito que a luz é uma onda eletromagnética que se propaga no vácuo com alta velocidade. A mesma luz pode se propagar nos sólidos, líquidos e gases, porém com velocidade menor. Você é capaz de formular uma explicação para o porquê disso ocorrer?

Tarefa Prévia 2 - Questionário Aula III (Velocidade de Propagação das ondas & Logaritmos)

- Assistir ao vídeo: <<https://youtu.be/jx44j8QFq4E>> Último acesso: 26/09/2022.

- Assistir ao vídeo: <<https://youtu.be/k2XkYEUH9nA>> Último acesso: 26/09/2022.

- Responder às questões:

1) A velocidade de propagação das ondas

- a) É uma medida do quão rápido ela oscila.
- b) É uma medida da sua capacidade de transportar energia.
- c) É medida em hertz e o inverso dessa quantidade fornece o período.
- d) Pode ser medida pela razão da distância percorrida pela onda em um período.
- e) É maior em meios mais densos.

2) Duas ondas mecânicas se propagam no mesmo meio, de forma que suas velocidades de propagação são iguais. Sabendo que a frequência da primeira onda é quatro vezes maior que a frequência da segunda, o que podemos dizer sobre seu comprimento de onda em relação ao comprimento de onda da segunda?

3) Qual foi sua maior dificuldade de compreensão sobre o conteúdo do vídeo 1?

4) Qual o valor do logaritmo abaixo?

$$\log_3 9$$

5) Qual o valor do logaritmo abaixo?

$$\log_2 \left(\frac{1}{2} \right)$$

6) Qual o valor do logaritmo abaixo?

$$\log \left(2 \cdot 10^{-8} \right)$$

7) Qual foi sua maior dificuldade de compreensão sobre o conteúdo do vídeo 2?

Tarefa Prévia 3 - Questionário Aula V (Donald no país da matemática)

- Assistir ao vídeo: <<https://youtu.be/wbftu093Yqk>> Último acesso: 26/09/2022.

- Responder às questões:

1) Explique porque o vídeo se refere ao país da “matemática” e não da matemática.

2) O que é a razão áurea, também chamada de número de ouro?

3) Pitágoras definiu a primeira escala musical no ocidente. Para isso, ele usou argumentos matemáticos. Quais foram esses argumentos?

Tarefa Prévia 4 - Questionário Aula VI (Acordes)

- Assistir ao vídeo: <<https://youtu.be/2XKGKNaa-BQ>> Último acesso: 26/09/2022.

- Responder às questões:

1) O que são acordes?

a) São sons de uma única frequência.

b) São cordas que produzem música.

c) São notas musicais.

d) São sons formados por conjuntos de notas musicais.

2) Um acorde (marque caso se aplique):

() Deve agregar apenas sons ressonantes.

() Tem regra de formação específica.

() Deve conter sons dissonantes.

() É válido apenas para um instrumento específico.

3) Qual foi sua maior dificuldade de compreensão no vídeo?

Apêndice D - Lista de Exercícios

Colégio Estadual Paraná

Lista de Exercícios de Física - Ondulatória

Turma 1202M

Professor: Rodrigo Weber Pereira.

Entrega da lista: até o dia 29/09/2022.

Nome do(a) aluno(a):

- 1) Diferencie os movimentos oscilatórios periódicos dos não-periódicos.
- 2) A Lua demora 27 dias, 7 horas e 43 minutos para dar uma volta completa em torno da Terra. Qual o período da Lua em segundos?
- 3) Determine a Amplitude, o Período e a Fase do corpo que executa um Movimento Harmônico Simples (MHS) descrito pela seguinte equação:

$$x(t) = 3 \cos\left(\frac{2}{\pi}t + \pi\right)$$

- 4) Um corpo preso em uma mola oscila com amplitude de 20 cm. Admitindo que o corpo executa 20 oscilações em um minuto, determine:
 - a) o período do movimento.
 - b) a posição do corpo no instante 5s (considere a fase nula).
- 5) Diferencie ondas longitudinais de ondas transversais.
- 6) Classifique as seguintes ondas em mecânicas e não-mecânicas: a) Onda sísmica; b) Som; c) Luz ultravioleta; d) Vibração do *smarthphone*; e) Raio-X; f) Corda de um violão.
- 7) Determine a frequência e o período de um pêndulo que executa 10 oscilações em 30 segundos.
- 8) Compare a frequência de rotação da Terra em torno do Sol com a frequência de rotação da Lua em torno da Terra. Admita que esses movimentos ocorrem em intervalos de tempo de 1 ano e 30 dias, respectivamente.
- 9) Qual a velocidade de propagação de uma onda que vibra com frequência de 8 Hz e tem comprimento de onda de 3m?
- 10) A luz é uma onda que tem velocidade de $3 \times 10^8 \text{ m/s}$. Sabendo que o comprimento de onda da radiação de microondas é de 2 cm, determine a frequência desta onda.
- 11) Buscando detectar cardumes por ecolocalização, uma baleia emite um som na faixa de frequência do ultrassom. Depois de 6s da emissão, a baleia recebe o som refletido no cardume. Sabendo que a velocidade de propagação do som na água é 1500m, determine a distância entre a baleia e o cardume.
- 12) Qual nível sonoro de uma fonte emissora que gera uma intensidade sonora de 2 W/m^2 ?
- 13) Uma caixa de som de potência 300 W é ligada no seu volume máximo. Qual é a intensidade sonora a uma distância de 4 metros da caixa?
- 14) Um som é emitido por uma caixa de som de potência 100W. Calcule:

a) a intensidade sonora a uma distância de 5m da caixa.

b) o nível sonoro a uma distância de 5m da caixa.

15) O nível sonoro dos fones de ouvidos devem estar sempre abaixo dos 85 dB para garantir que não haja danos aos sensores auditivos.

a) calcule a intensidade sonora de um som de 80 dB.

b) sabendo que os tímpanos têm aproximadamente 1cm de diâmetro, calcule a potência sendo dissipada no ouvido por um som de 80 dB.

16) Você provavelmente ficaria impressionado(a) com a potência de uma caixa de som que consegue produzir um som de 130 dB. Imagine que você está parado(a) a uma distância de 1,5m dessa caixa.

Calcule

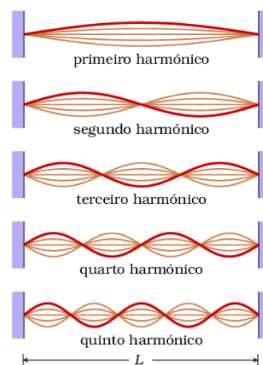
a) a intensidade sonora. R: 10 W/m^2

b) a potência da caixa. R: 282,74 W

17) Suponha que uma corda é esticada entre duas paredes distantes por um comprimento $L=1,2\text{m}$. Batendo nessa corda, é possível gerar ondas estacionárias, chamadas de harmônicos.

a) Escreva ao lado de cada harmônico o seu respectivo comprimento de onda.

b) O que acontece com a frequência da onda à medida que os harmônicos aumentam?



18) Suponha que uma corda é esticada entre duas paredes distantes por um comprimento $L=2\text{m}$. Sabendo que a velocidade de propagação das ondas nessa corda é de 450 m/s, calcule a frequência de vibração do 8 harmônico.

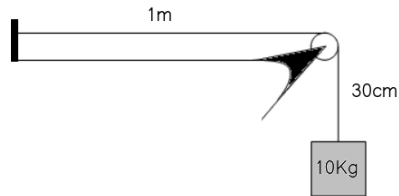
19) Admitindo que em um violão com cordas bem esticadas é possível produzir apenas o primeiro harmônico ($n=1$), calcule a velocidade de propagação das ondas nas cordas de um violão com braço $L=80\text{cm}$.

CORDA	NOTA	FREQUÊNCIA	NOTAÇÃO FORMAL
1 (mais aguda)	Mi	330 Hz	E4
2	Si	247 Hz	B3
3	Sol	196 Hz	G3
4	Re	146 Hz	D3
5	Lá	110 Hz	A2
6	Mi	82 Hz	E2

20) Segundo o fabricante do violão da questão anterior, a densidade linear de massa das cordas 1 e 6 são, respectivamente, $\mu_1=5 \times 10^{-3} \text{ kg/m}$ e $\mu_6=1,2 \times 10^{-2} \text{ kg/m}$. Calcule a tensão T das cordas 1 e 6.

21) Uma corrente marítima de 150m de comprimento é utilizada para sustentar uma âncora de 300 Kg. Sabendo que o conjunto corrente-âncora tem uma massa de 900 Kg, qual a densidade linear de massa da corrente?

22) Qual a frequência de vibração do terceiro harmônico ($n=3$) do conjunto abaixo, sabendo que a corda tem uma massa de 25g?



Apêndice E - Slides que Serviram como Guia das Atividades Experimentais

Atividade experimental realizada no dia (15/09/2022). Slide que serviu de guia:

Guia de atividade

$f_1 = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$

$\mu = \frac{T}{(2L f_1)^2}$

A força tensora na corda é igual ao peso do objeto pendurado nela.

- Trabalho em grupo.
- Entregar até a próxima aula, individualmente, um parágrafo explicando o experimento.

Determine a densidade linear de massa da corda usando o primeiro harmônico e compare o resultado com o valor medido com a balança.

Atividade experimental realizada no dia (29/09/2022). Slide que serviu de guia:

Guia de atividade

$L_n = \frac{L_0}{2^{1/2} n}$

$f_n = 2^{1/2} n f_0$

L_{12}	L_{11}	L_{10}	L_9	L_8	L_7	L_6	L_5	L_4	L_3	L_2	L_1	L_0
f_{12}	f_{11}	f_{10}	f_9	f_8	f_7	f_6	f_5	f_4	f_3	f_2	f_1	f_0
E	D#	D	C#	C	B	A#	A	G#	G	F#	F	E

1ª Oitava

Responder às seguintes questões:

- a) Qual o comprimento total da corda?
- b) Qual a frequência de vibração fundamental da corda? Que nota musical é associada a essa frequência?
- c) Quais as notas podem ser produzidas até a primeira oitava?

