

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
LICENCIATURA EM FÍSICA

WILLIAM GEIB

**Relato de experiência didática sobre física térmica na modalidade
de ensino remoto no IFRS – Campus Farroupilha**

Porto Alegre
2021

William Geib

**Relato de experiência didática sobre física térmica na
modalidade de ensino remoto no IFRS – Campus Farroupilha**

Trabalho de Conclusão do Curso de Licenciatura em Física do Instituto de Física, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do Título de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Dioni Paulo Pastorio

Porto Alegre
2021

Este trabalho é dedicado ao meu pai, Silvio, e à minha mãe, Catia, por sempre terem investido em minha educação.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, preciso agradecer a Deus, por estar comigo em todos os momentos de minha vida e nunca ter me desamparado.

A minha mãe, Catia, por sempre ter acreditado em minhas capacidades e ter sido a principal incentivadora para eu pudesse ingressar e concluir um curso de graduação.

Ao meu pai, Silvio, por todo o suporte que me forneceu, principalmente financeiro, ao longo de toda a graduação. Também o agradeço por sempre ter se preocupado com meu enriquecimento cultural.

Aos professores orientadores da disciplina de Estágio em Docência III. Ao Dioni Paulo Pastori, por ser meu orientador do TCC e ajudar a refinar este trabalho. Ao Ives Solano Araujo, por toda dedicação e ensinamento que dispõe aos seus alunos. Ao Caetano Castro Roso, por todas as recomendações na elaboração das aulas.

Ao professor Alexander Montero Cunha, por aceitar ser parte da banca avaliadora deste trabalho e por toda orientação na Residência Pedagógica.

A todos os professores do Instituto de Física que tive ao longo da graduação, por serem profissionais que sempre demonstraram interesse pelo aprendizado dos discentes. Em especial, aos professores Neusa T. Massoni, Sandra D. Prado, Nathan Lima, Alejandra Romero, Leonardo A. Heidemann, Alexandro P. de Pereira, Paulo M. Mors, Roberto da Silva e Eliane A. Veit.

A todos os colegas da graduação, em especial à Lara e ao Júlio por estarem junto comigo nesse momento de conclusão.

Ao IFRS – Campus Farroupilha, ao professor supervisor e à turma de Administração por terem me aceitado como estagiário.

À escola Jussara Maria Polidoro, por ter me recebido no primeiro estágio.

À Vera, por todas nossas conversas e conselhos, agora que seremos colegas de profissão. Ao Jorge e ao Arthur por todo apoio ao longo da minha graduação.

À todos os professores da Escola Paz, que me ensinaram da pré-escola até a oitava série. Principalmente às professoras Jaqueline Frank, Selo Batista, Roseli Ernest, Daniela e Elinara Lopes, responsáveis pela minha alfabetização. À professora Fabiana Damasco, pelas aulas de matemática.

A todos os professores do Colégio Cristo Redentor, que me proporcionaram boas lembranças do Ensino Médio. Em especial ao casal Elizete e Sérgio Flores.

Aos membros da IASD Estância Velha, que sempre me apoiaram. Em especial ao casal Anderson e Carina Borges, que sempre demonstraram grande carinho por mim.

Ao William Rodrigues e Tayane Ferreira, por todas as noites de jogatinas.

Aos Clube de Desbravadores Master, que despertou em mim o desejo pela docência.

Aos membros do PG de Universitários Adventistas da UFRGS que sempre proporcionaram bons encontros e discussões.

Meu muito obrigado.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1 - Fluxograma do método de Instrução pelos Colegas..... | 14 |
| Figura 2 - Fachada do IFRS - Campus Farroupilha..... | 16 |
| Figura 3 - Descrição da divisão de cotas para ingresso no instituto. | 17 |
| Figura 4 - Imagem aérea com algumas estruturas do Campus Farroupilha..... | 18 |
| Figura 5 - Cabeçalho e perguntas 1 a 4 do questionário. | 89 |
| Figura 6 - Perguntas 5 a 8 do questionário. | 90 |
| Figura 7 - Perguntas 9 a 13 do questionário. | 91 |
| Figura 8 - Perguntas 14 a 16 do questionário. | 92 |
| Figura 9 - Moodle da turma de Administração. | 93 |
| Figura 10 - Materiais disponibilizados no Moodle pelo professor supervisor para o conteúdo de Força e Energia. | 93 |
| Figura 11 - Materiais disponibilizados pelo professor estagiário para o conteúdo de Termometria, Dilatação e Calorimetria. | 94 |
| Figura 12 - Primeira questão trabalhada na aula 01..... | 95 |
| Figura 13 - Segunda questão trabalhada na aula 01..... | 96 |
| Figura 14 - Terceira questão trabalhada na aula 01..... | 97 |
| Figura 15 - Quarta questão trabalhada na aula 01..... | 97 |
| Figura 16 - Quinta questão trabalhada na aula 01. | 98 |
| Figura 17 - Sexta questão trabalhada na aula 01..... | 99 |
| Figura 18 - Exercícios utilizados na aula 02..... | 100 |
| Figura 19 - Primeira questão do IpC sobre calor específico e capacidade térmica. | 101 |
| Figura 20 - Segunda questão do IpC sobre calor específico e capacidade térmica. | 101 |
| Figura 21 - Terceira questão do IpC sobre calor específico e capacidade térmica. | 102 |
| Figura 22 - Quarta questão do IpC sobre calor específico e capacidade térmica..... | 102 |
| Figura 23 - Questões quantitativas sobre calor específico e capacidade térmica. | 103 |
| Figura 24 - Questões selecionadas sobre calor latente..... | 104 |
| Figura 25 - Primeira questão do IpC sobre transmissão de energia na forma de calor. | 105 |
| Figura 26 - Segunda questão do IpC sobre transmissão de energia na forma de calor. | 105 |
| Figura 27 - Terceira questão do IpC sobre transmissão de energia na forma de calor. | 106 |
| Figura 28 - Quarta questão do IpC sobre transmissão de energia na forma de calor..... | 106 |
| Figura 29 - Quinta questão do IpC sobre transmissão de energia na forma de calor..... | 107 |
| Figura 30 - Exercícios quantitativos sobre gases ideais. | 107 |
| Figura 31 - Primeira questão sobre calorimetria resolvida no primeiro vídeo disponibilizado para turma de Administração. | 108 |

| | |
|---|-----|
| Figura 32 - Segunda questão sobre calorimetria resolvida no primeiro vídeo disponibilizado para turma de Administração. | 108 |
| Figura 33 - Terceira questão sobre calorimetria resolvida no primeiro vídeo disponibilizado para turma de Administração. | 109 |

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 8 |
| 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E METODOLÓGICA | 10 |
| 2.1 | TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA..... | 10 |
| 2.2 | INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS (<i>PEER INSTRUCTION</i>) | 13 |
| 3 | RELATOS DE OBSERVAÇÃO | 15 |
| 3.1 | CARACTERÍSTICAS DA ESCOLA..... | 15 |
| 3.2 | CARACTERÍSTICAS DAS TURMAS..... | 18 |
| 3.3 | CARACTERÍSTICAS DO ENSINO | 20 |
| 3.4 | OBSERVAÇÕES..... | 21 |
| 3.4.1 | Aula síncrona (3 horas-aula) – 06/09/2021 – Turma: Administração | 22 |
| 3.4.2 | Aula síncrona (3 horas-aula) – 13/09/2021 – Turma: Administração | 24 |
| 3.4.3 | Aula síncrona (3 horas-aula) – 27/09/2021 – Turma: Administração | 27 |
| 3.4.4 | Aula síncrona (3 horas-aula) – 04/10/2021 – Turma: Administração | 31 |
| 3.4.5 | Análise do questionário (1 hora-aula) – Turma: Administração | 35 |
| 3.4.6 | Aula gravada (2 horas-aula) – MRUV – Turma: Informática | 38 |
| 3.4.7 | Aula gravada (2 horas-aula) – Lançamento parabólico – Turma: Informática | 41 |
| 3.4.8 | Aula gravada (3 horas-aula) – Máquinas simples e Gravitação – Turma: Informática .. | 44 |
| 4 | PLANOS DE AULA E RELATOS DE REGÊNCIA | 48 |
| 4.1 | CRONOGRAMA DE REGÊNCIA..... | 48 |
| 4.2 | PLANO DE AULA 01 – 3 HORAS-AULA (SÍNCRONO)..... | 50 |
| 4.3 | RELATO DE REGÊNCIA 01 – 3 HORAS-AULA (SÍNCRONO) – 11/10/2021 | 53 |
| 4.4 | PLANO DE AULA 02 – 3 HORAS-AULA (SÍNCRONO)..... | 60 |
| 4.5 | RELATO DE REGÊNCIA 02 - 3 HORAS-AULA (SÍNCRONO) – 14/10/2021 | 63 |
| 4.6 | PLANO DE AULA 03 – 3 HORAS-AULA (SÍNCRONO)..... | 66 |
| 4.7 | RELATO DE REGÊNCIA 03 – 3 HORAS-AULA (SÍNCRONO) – 18/10/2021 | 70 |
| 4.8 | PLANTÃO DE DÚVIDAS 01 – 1 HORA-AULA (SÍNCRONO) – 19/10/2021 | 73 |
| 4.9 | PLANO DE AULA 04 – 3 HORAS-AULA (SÍNCRONO)..... | 74 |
| 4.10 | RELATO DE REGÊNCIA 04 – 3 HORAS-AULA (SÍNCRONO) – 21/10/2021 | 79 |
| 4.11 | PLANTÃO DE DÚVIDAS 02 – 1 HORAS-AULA (ASSÍNCRONO) – 26/10/2021 | 82 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 85 |

1 INTRODUÇÃO

A prática da docência sempre foi uma atividade repleta de desafios, que seus profissionais precisam superar. Com o advento da pandemia de Covid-19, esses desafios se multiplicaram quase exponencialmente, sendo preciso uma reinvenção de muitas práticas para possibilitar o ensino escolar nesse período pandêmico.

No curso de Licenciatura em Física da UFRGS, em sua etapa final, ocorre o último Estágio de Docência em Física, a ser realizado no ensino médio de uma escola pública da escolha do discente. Na disciplina de estágio ocorreram dois momentos: o primeiro, de discussões sobre diversos artigos de ensino que tratam de aspectos fundamentais para a prática docente em sala de aula; e um segundo momento, sobre microepisódios de ensino, nos quais foram ensaiadas as aulas preparadas em paralelo com a discussão dos artigos. Cada microepisódio serviu para refinar ideias e contou com a participação de três professores orientadores e outros dois colegas matriculados na disciplina, que faziam suas sugestões e críticas. O estágio na escola foi dividido em duas partes: na primeira, foram realizadas observações das aulas de um professor de física, que aceitou ser o supervisor do estagiário dentro da instituição; a segunda parte foi a realização da regência de aulas, em que o estagiário assume uma turma e aplica uma unidade didática elaborada durante a disciplina.

A trajetória para escolha da escola não foi simples. Inicialmente este estágio seria realizado em uma escola da rede estadual de educação do Rio Grande do Sul, na cidade de Porto Alegre. Porém com o arrefecimento dos índices de internações e mortes por Covid-19, foi adotada uma política de retorno presencial às unidades escolares. Como a universidade, durante o semestre que este estágio foi realizado, precisava deliberar sobre o retorno de atividades presenciais - o que poderia demorar muito tempo e inviabilizar a execução do estágio - foi escolhido trocar de escola, para uma que estivesse apenas com atividades de ensino remotas. Nessa situação, o IFRS – *Campus* Farroupilha aceitou o autor deste trabalho para realização de seu estágio. Todavia, durante as observações, prestes a iniciar as regências, o instituto decidiu retornar com aulas presenciais. Foi realizado uma reunião para discutir a situação e

ficou decidido que o estagiário poderia realizar sua regência remotamente com os alunos em sala de aula, em modelo semelhante aos cursos semipresenciais, em que os alunos estão presencialmente em um local, mas interagem com o professor por videochamada. Porém, o professor supervisor também atuaria com os alunos em modo presencial. Para isso, foi preciso planejar aulas que promovessem o trabalho conjunto entre o estagiário e o supervisor.

Este trabalho relata e analisa 20 horas de observações realizadas nas turmas de ensino médio dos cursos técnicos de Administração e Informática; e 14 horas de regência na turma de Administração. Para essa turma, foi elaborada uma unidade didática sobre Física Térmica, com base nos pressupostos teóricos de David Ausubel. Nessa unidade, foram trabalhados tópicos de Termometria, Dilatação térmica, Calorimetria e Equação Geral dos Gases, além de outros assuntos pertinentes ao conteúdo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E METODOLÓGICA

2.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Para David Ausubel (1918-2008), psicólogo estadunidense e teórico cognitivista das teorias de aprendizagem (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2010), o conceito central de sua teoria é a Aprendizagem Significativa. Segundo Lemos e Moreira (2011, p. 16): “A aprendizagem significativa é um processo no qual o indivíduo relaciona uma nova informação de forma não arbitrária e substantiva com aspectos relevantes já presentes em sua estrutura cognitiva.”

Nessa teoria, o sujeito aprende significativamente com base em conhecimentos já existentes, por meio de estruturas chamadas pelo teórico de **subsunçores**, que funcionaram como “ancoradouro” (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2010, p. 23) para novas informações.

A **não-arbitrariedade** será fundamental para ocorrência de aprendizagem significativa. Este conceito está atrelado à produção de materiais potencialmente significativos que irão se relacionar não-arbitrariamente, ou seja, não é com qualquer conhecimento prévio na estrutura cognitiva do indivíduo (subsunçores). Outro fator importante é a **substantividade**, ou seja, o conhecimento obtido pelo aluno não é entendido de forma literal (COELHO; MARQUES; SOUZA, 2021, p. 1 apud MOREIRA, 2011, p.13).

Porém, Coelho, Marque e Souza (2021) alertam que:

Não devemos cair no erro de que todos subsunçores são facilitadores de aprendizagem. Há casos em que eles podem estar estáveis na estrutura cognitiva do aluno, mas ainda serem um conhecimento equivocado, que irá mais atrapalhar do que facilitar a aquisição de novos conhecimentos.

Um exemplo comum é utilizar a sensação térmica para determinar a temperatura de um corpo. Como aponta o vídeo “*Misconceptions About Heat*”¹, as pessoas ao colocar as mãos em um livro e numa caixa metálica tendem a pensar que a caixa tem uma temperatura menor, pois no tato ela parece fria. Porém, tanto a caixa quanto o livro possuem a mesma temperatura por estarem no mesmo ambiente por muito tempo. O que ocasiona essa diferença na sensação térmica é a capacidade dos metais serem melhores condutores de energia em forma de calor do que um livro.

Ausubel também faz distinção entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica. Para ele, a aprendizagem mecânica ocorre quando há pouca ou nenhuma interação de uma nova informação com subsunçores do indivíduo, que acaba assimilando-a de forma arbitrária. Um exemplo clássico de aprendizagem mecânica na disciplina de física é a memorização dos símbolos de uma equação, sem compreender seus significados, apenas para resolver exercícios, algo presente na concepção dos alunos descritos neste trabalho (ver subseção 3.4.5), quando questionados sobre a importância da disciplina.

Porém, Ausubel não descreve a aprendizagem mecânica e significativa como essencialmente dicotômicas (MOREIRA; OSTERMANN, 1999, p. 47). Ele irá assumir que, em determinadas situações, é preferível este tipo de aprendizagem. Por exemplo, em situações onde o sujeito não possui subsunçores, está diante de uma informação totalmente nova.

Na interação entre subsunçores e novas informações, ocorre os processos de **diferenciação progressiva** e **reconciliação integrativa**. À medida que uma nova informação é aprendida, e no processo modifica os subsunçores atrelados a ela, ocorre a diferenciação progressiva. Mas, se uma nova informação resulta na integração de subsunçores e, a partir disso, gera novos significados a eles, ocorreu o processo de reconciliação integrativa (MOREIRA; OSTERMANN, 1999, p. 55). É importante destacar que os dois processos estão correlacionados, como destaca Moreira e Ostermann (1999, p. 55): “a diferenciação progressiva e a reconciliação

¹ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=hNGJOWHXMyE>>; acesso em 25 de novembro de 2021.

integrativa são processos dinâmicos que ocorrem no curso da aquisição de significados”.

Na elaboração das aulas desta unidade didática, foram abordados formalmente novos conceitos que advém do estudo da Física Térmica. Embora sejam novos conceitos, espera-se que os estudantes já possuam conhecimentos prévios sobre os mesmos, afinal, alguns deles estão presentes diariamente no cotidiano do estudante.

Um exemplo dessa situação ocorreu na primeira aula em que foi abordado o conceito de temperatura, muito presente na vida do estudante, além de escalas termométricas. Como ponto de partida, foi problematizada a importância dos termômetros em nossa sociedade, e como eles podem ser úteis para fornecer diferentes informações a partir da temperatura. O conceito de temperatura foi problematizado a partir dos seus instrumentos de medição, os termômetros, a suma importância dessa capacidade de medição - por meio de reportagens sobre temperaturas extremas ao redor do planeta - e como isso é necessário para adoção de políticas públicas que possam diminuir os danos de altas temperaturas.

Na segunda aula, o conceito de dilatação foi apresentado por meio de objetos que variam suas dimensões em função da temperatura, como fios de poste de luz e chapa de fogão a lenha, assim como a expansão do mercúrio dentro de termômetros.

Na terceira aula, a diferenciação entre capacidade térmica e calor específico partiu-se de uma discussão do aquecimento de uma piscina e um copo de água e como essas características físicas se diferenciam em cada um destes casos.

Na quarta aula, para as formas de transmissão de energia em forma de calor, foi feito um paralelo entre condução, convecção e irradiação com formas de comunicação, como a brincadeira de telefone sem fio, sinal de fumaça e envio de mensagens pela *internet*; além de exemplos cotidianos de cada forma.

2.2 INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS (*PEER INSTRUCTION*)

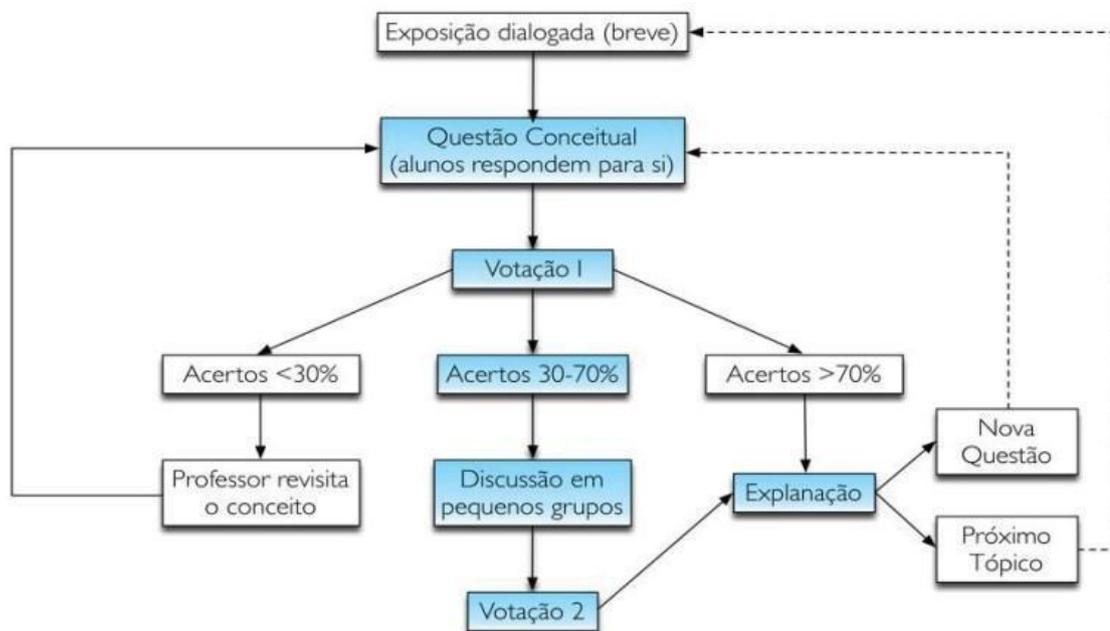
O Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*) é um método desenvolvido por Eric Mazur, professor da Universidade de Harvard, na década de 1990 para proporcionar uma inversão na sala de aula e colocar o estudante como foco de seu ensino. No método, o professor disponibiliza para os alunos materiais prévios à aula síncrona que, depois, em sala de aula, respondem uma série de perguntas conceituais a fim de colocá-los em discussão (ARAUJO; MAZUR, 2013). Deste modo, o tempo em sala de aula pode ser concentrado em discussões conceituais, eventuais dúvidas e interação entre os alunos, que propiciam os momentos de aprendizagem.

Inicialmente, o professor realiza uma exposição oral de 15 min e, na sequência, são apresentadas questões conceituais de múltipla escolha (ver APÊNDICE E e APÊNDICE F – Figuras 19, 20, 21, 22, 25, 26, 27, 28, 29) com a finalidade de avaliar os conceitos mais importantes. O professor lê a pergunta com os alunos, que precisam escolher uma alternativa e formular uma argumentação para convencer o colega de sua decisão.

Com base no percentual de acerto da resposta correta, o professor decide qual passo fará na sequência, conforme ilustra o fluxograma na Figura 1. Caso 70% dos alunos respondam corretamente à questão, o professor pode decidir por explicar a mesma e seguir para uma nova exposição dialogada. Caso o percentual de acertos fique entre 30% e 70%, é aconselhável dividir a turma em pequenos grupos (de três a cinco pessoas), em que exista uma variação de respostas entre os componentes do grupo a fim deles discutirem a escolha de cada um e chegarem em uma nova resposta. O professor também pode fazer outras perguntas conceituais, caso veja necessidade. Se o percentual de acertos for inferior a 30%, é aconselhável fazer uma nova exposição dialogada dos conceitos.

Neste trabalho, foram realizados dois momentos inspirados na dinâmica da Instrução pelos Colegas, na terceira e quarta aula, como descrito nas subseções 4.7 e 4.10, respectivamente.

Figura 1 - Fluxograma do método de Instrução pelos Colegas.



Fonte: Araujo e Mazur (2013)

3 RELATOS DE OBSERVAÇÃO

Nesta seção serão apresentadas algumas características do IFRS - Campus Farroupilha (subseção 3.1), que possui um bom corpo técnico, docente e estrutural para atender seus estudantes. As duas turmas observadas são descritas na subseção 3.2. Devido à pandemia de Covid-19, a escola teve que adaptar suas atividades diante das políticas de distanciamento social e as medidas adotadas para continuar as atividades estão descritas na subseção 3.3.

As 20 horas de observação estão descritas na subseção 3.4, sendo 12 horas de acompanhamento síncrono na turma de Administração, durante o mês de setembro. Para complementar as horas, foram observadas sete horas de aulas gravadas da turma de Informática e uma hora dedicada na análise de um questionário aplicado na turma de Administração.

3.1 CARACTERÍSTICAS DA ESCOLA

O IFRS – *Campus Farroupilha*² (Figura 2) foi criado no ano de 2010, a partir da federalização da antiga Escola Técnica de Farroupilha (ETFAR), começando suas aulas em 02 de agosto daquele ano. Atualmente a instituição conta com mais de mil estudantes, um corpo de 43 técnicos administrativos e 60 docentes.

O Instituto oferece cursos técnicos integrados ao ensino médio, com quatro anos de duração, nas áreas de administração, informática e eletromecânica. Também são oferecidos cinco cursos técnicos desvinculados do ensino médio, sete cursos de graduação, dois de pós-graduação e outros diversos cursos de Educação à Distância (EaD).

² Site do instituto: <<https://ifrs.edu.br/farroupilha/>>; acesso em: 23 de novembro de 2021

A forma de ingresso varia pela modalidade de curso. No caso de ensino médio com técnico integrado, o estudante pode ingressar por meio de uma prova ou sorteio. Para cursos subsequentes ao ensino médio, como os técnicos e graduações, o ingresso pode ser feito por uma prova, pela nota do ENEM³ ou ambas as opções. Também existe um sistema de cotas para o ingresso (descrito na Figura 3).

Figura 2 - Fachada do IFRS - Campus Farroupilha.



Fonte: Núcleo de Memória do IFRS⁴

³ Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

⁴ Disponível em: <<https://memoria.ifrs.edu.br/historia-do-ifrs/campus-farroupilha/>>; acesso em: 15 de novembro de 2021.

Figura 3 - Descrição da divisão de cotas para ingresso no instituto.



*PCD = pessoa com deficiência.

Fonte: Site do IFRS – Campus Farroupilha⁵

O *campus* (Figura 4) conta com uma estrutura bastante robusta para fornecer uma boa qualidade de educação. Dentro do campus existem diversos laboratórios, para os cursos de ensino médio, técnicos e superiores; sendo seis laboratórios de informática; além de biblioteca, restaurante, quadra poliesportiva, etc.

⁵ Disponível em: <<https://ifrs.edu.br/farroupilha/estude-no-ifrs/>>; acesso em: 15 de novembro de 2021.

Figura 4 - Imagem aérea com algumas estruturas do Campus Farroupilha.



Fonte: Site do IFRS - Campus Farroupilha⁶

3.2 CARACTERÍSTICAS DAS TURMAS

No IFRS – *Campus* Farroupilha as turmas são nomeadas pelo seu curso técnico. Ao longo do estágio foram realizadas atividades nas duas turmas sob responsabilidade do professor supervisor: Administração e Informática.

Na turma do Técnico em Administração foram realizadas 12 horas de observações síncronas e 14 horas de regência. A turma possuía 18 alunos matriculados, sendo 14 meninas e quatro meninos que estavam no terceiro ano do curso, com idades entre 17 e 18 anos, conforme demonstra a análise do questionário (subseção 3.4.5). Nas observações realizadas (todas em aulas de ensino remoto) a

⁶ Disponível em: <<https://ifrs.edu.br/farroupilha/desenvolvimento-institucional/cooperacao/>>; acesso em: 15 de novembro de 2021.

turma se mostrou pouco participativa, não realizava muitas perguntas e, às vezes, deixava o professor em momentos de silêncio enquanto fazia alguns questionamentos. Na volta das aulas presenciais, apesar de não poder ver imagens da interação dos alunos, pois a câmera filmava apenas a lousa, era perceptível que a postura em sala de aula era diferente. Os alunos eventualmente faziam perguntas, pediam ajuda do professor para fazer exercícios, problemas e participavam mais ativamente das atividades propostas. Quando as aulas retornaram presencialmente, os estudantes podiam escolher se queriam voltar ou não. Assim, na sala de aula presencial frequentavam 13 alunos, e cinco continuavam remotamente acompanhando o desenvolvimento das atividades. Como o professor supervisor do estágio ministrava as aulas na turma presencial, eventuais atendimentos aos alunos em modalidade remota foram realizados pelo professor estagiário. Nos dois plantões de dúvidas marcados, nenhum aluno dessa turma se fez presente. Outras características estão descritas na subseção 3.4.5, em que foram analisadas as respostas dos alunos a um questionário para conhecê-los melhor e estruturar uma sequência didática com temas de interesse dos estudantes.

Na turma do Técnico em Informática, foram realizadas observações de aulas gravadas, que estavam disponíveis no *YouTube*⁷, canal do NEAD⁸ IFRS Farroupilha⁹. Esta turma possui 24 estudantes da mesma faixa etária que a turma de Administração, a qual também estava no terceiro ano do curso. Nas observações realizadas, esta turma tinha características diferentes, pois a mesma possuía alunos que participavam mais ativamente, fazendo perguntas e retirando dúvidas, inclusive fazendo brincadeiras eventuais com o professor. Os plantões de dúvidas também foram disponibilizados para esta turma, no qual duas alunas participaram do primeiro plantão; já no segundo plantão não houve presença de nenhum aluno.

⁷ Plataforma gratuita de compartilhamento de vídeos na *internet*.

⁸ Núcleo de Educação a Distância.

⁹ Disponível em: <<https://www.youtube.com/c/NEADIFRSFarroupilha>>; acesso em 25 de novembro de 2021.

3.3 CARACTERÍSTICAS DO ENSINO

Com o advento da pandemia de Covid-19 no começo de 2020 e início das políticas de isolamento social, a escola só retornou às suas atividades em agosto daquele ano. Com o retorno, foi implementado o regime de Atividades Pedagógicas não Presenciais¹⁰ (APNP), que regulamentava o ensino remoto. Para isso a escola sondou os estudantes para saber se teriam condições de acompanhar aulas remotas via internet e dar o suporte necessário. Também ficou estabelecido que nenhum estudante pode ser reprovado durante a vigência das APNP.

Até outubro de 2021, o instituto manteve suas atividades exclusivamente remotas. O professor supervisor lecionava suas aulas na plataforma do *Google Meet*¹¹, dispondo de cinco horas semanais com as duas turmas (Administração e Informática), sendo três horas em um encontro síncrono na semana e duas horas de aula assíncrona. Ao longo da semana, também era disponibilizado um horário para os alunos tirarem dúvidas. As aulas do professor (descritas ao longo da subseção 3.4), no geral, eram expositivas com 10 a 15 minutos para a introdução do conteúdo, por meio de *slides*, e um longo tempo dedicado à resolução de exercícios selecionados. Em algumas aulas eram utilizadas simulações do *Phet*¹² e vídeos sobre o conteúdo. A interação com os alunos era feita por meio de perguntas ao longo da aula. O ambiente para disponibilizar atividades era o *Moodle*¹³ (APÊNDICE B - Figuras 9, 10 e 11) da disciplina. No geral, o que era disponibilizado para os alunos eram os *slides* trabalhados em aula, uma lista de exercícios selecionados pelo professor supervisor e uma pasta com a resolução de vários exercícios vistos nas aulas.

¹⁰ Mais informações em: <<https://ifrs.edu.br/farroupilha/atividades-pedagogicas-nao-presenciais/>>; acesso em: 25 de novembro de 2021.

¹¹ Serviço de comunicação por videoconferência via *internet*. Para mais informações: <<https://meet.google.com/>>.

¹² Site que oferece gratuitamente simulações de matemática e ciências. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/>; acesso em: 25 de novembro de 2021.

¹³ O Moodle é um ambiente virtual de apoio à aprendizagem. Nele é possível disponibilizar material didático, fazer listas de exercício, provas, repositórios de trabalhos etc. Para mais informações: <https://moodle.org/?lang=pt_br>.

Durante o período das APNP, o principal fator de avaliação era a participação dos estudantes na resolução das listas de exercícios e confecção de trabalhos, sendo responsável por 60% da nota. Os outros 40% eram compostos por provas. As provas não tinham periodicidade definida, elas ocorriam sempre que o professor terminava um conjunto de tópicos. Por exemplo, durante o período de estágio houve três provas: a primeira sobre Leis de Newton, Trabalho e Conservação de energia; a segunda sobre Torque, Gravitação Universal, Leis de Kepler e Hidrostática; e a terceira prova foi sobre Termometria, Dilatação, Calorimetria, Leis dos Gases e Leis da Termodinâmica. A primeira prova ocorreu dentro de um período de quatro semanas; a segunda prova, duas semanas; a terceira prova ocorreu com quatro semanas para discussão do conteúdo.

Com a adoção de um modelo híbrido em outubro de 2021, a disciplina de física passou a ter seis horas semanais, divididas em: três horas na segunda-feira de manhã e três horas na quinta-feira de manhã, ambas as aulas das 7h30min às 10h. Tal carga horária é habitual para esta etapa do curso de Administração.

3.4 OBSERVAÇÕES

Os primeiros quatro relatos são referentes às observações feitas na turma de Administração. Em cada subseção, no título, serão indicadas a carga horária, a data da aula e a turma. Na subseção 3.4.5 é descrita a análise do questionário aplicado na turma de Administração. Os três últimos relatos são de aulas observadas na turma de Informática, sendo indicado no título da subseção a carga horária e os tópicos da aula.

3.4.1 Aula síncrona (3 horas-aula) – 06/09/2021 – Turma: Administração

A aula estava agendada para às 7h30min e começou às 7h37min, sem nenhum imprevisto, com 17 alunos presentes na plataforma do *Google Meet*. Como instrumentos de ensino foram utilizados *slides* e mesa digitalizadora para resolver exercícios com os alunos. O professor perguntou aos alunos quem fez uma lista de exercícios anterior a esta aula e somente três se manifestaram. Na sequência o professor reforçou a importância de fazer as listas, para que possam aprender a matéria.

O professor começou a aula planejada com uma breve revisão sobre as duas primeiras Leis de Newton, centrando-se mais na segunda Lei. Foi surpreendente ver que a segunda Lei foi mostrada como a variação do momento linear¹⁴, uma conexão não muito comum no ensino médio¹⁵. Na sequência, foram comentados alguns exemplos, trazidos na aula anterior, sobre aplicações da segunda Lei de Newton e foi realizado mais um exercício com os alunos. No exercício, três pessoas aplicam forças em direções distintas sobre um pneu, que não se movia, e o objetivo era determinar uma dessas forças. Era preciso fazer a decomposição de vetores e determinar os ângulos de alguns deles, montando um diagrama de corpo livre da situação. Pela figura do exercício foi possível perceber que ele pertencia a algum livro universitário, porém era factível que um aluno do ensino médio pudesse resolvê-lo.

Durante a resolução do exercício, o professor fez várias perguntas, algumas direcionadas a determinados alunos. Em uma dessas perguntas direcionadas, uma aluna simplesmente não respondeu. Em outra pergunta foi possível perceber que nem todos estavam entendendo a resolução do exercício, porém ninguém expressou dúvidas. No geral, uma aluna respondia a maioria das perguntas do professor, sendo

¹⁴ $F = \Delta p / \Delta t$, sendo F o vetor força, ' Δp ' a variação do vetor momento linear e ' Δt ' a variação do tempo. O momento linear é descrito matematicamente como $p = mv$, sendo ' m ' a massa de um corpo e ' v ' o vetor velocidade, com base em um referencial inercial.

¹⁵ Normalmente, a Segunda Lei de Newton é descrita apenas como o produto da massa de um corpo por sua aceleração, $F = m \cdot a$, sendo F o vetor força, ' m ' a massa de um corpo e a o vetor da aceleração desse corpo.

a mais participativa. Os alunos também demonstraram não saber determinar um ângulo pelo seu arco, o que demonstrou ser preciso explicar processos matemáticos ao longo da resolução. O exercício foi trabalhado com a turma por 30 minutos.

Na sequência da aula, foi abordada a terceira Lei de Newton. Foi usado como exemplo para discussão o choque de um caminhão com uma moto e quais variáveis mudavam, em relação a cada um dos veículos, na segunda Lei de Newton. Em seguida, o professor começou a falar brevemente sobre vários tipos de forças, chamando-as de “forças especiais”. São elas: força peso, normal, atrito, elástica e tensão. Cada uma foi comentada brevemente, com apenas um slide a ilustrando e, se necessário, era apresentada uma equação correspondente. Foi dado aos alunos mais um exercício, em inglês, traduzido pelo professor. Neste exercício, um garçom lança uma garrafa de ketchup, que desliza sobre um balcão e tem seu movimento reduzido por causa do atrito.

O objetivo era determinar a direção e magnitude da força de atrito, algo mais simples que o primeiro exercício trabalhado. Neste momento, foi perceptível que teria sido melhor deixar preparado uma estrutura de resolução prévia - como um quadro com o diagrama de forças pronto -, para economizar tempo. Como continuidade da aula foi realizado um exercício sobre força elástica, e posteriormente, sobre uma força \mathbf{F} que puxava um trenó (vulgo força aplicada sobre um bloco genérico); neste momento foi perguntado a uma aluna como era feito a decomposição do vetor \mathbf{F} e ela demonstrou não saber, sendo que, momentos antes, foi realizado um exercício onde a situação era muito similar.

O último exemplo visto com os alunos em aula foi de um bloco sobre um plano inclinado. Neste exemplo, o professor recomendou aos alunos alterar o sistema de referência para ter que decompor apenas uma força, em vez de duas, porém os alunos foram relutantes em aceitar essa prática. Para demonstrar que o ângulo de inclinação do plano inclinado era o mesmo ângulo de inclinação da força peso, o professor utilizou uma folha de papel com formato triangular, porém teve dificuldades em mostrar a analogia devido ao espelhamento da imagem da *webcam*, o que tornou confusa a explicação.

Ao final da aula, o professor mostrou aos alunos os exercícios que eles precisariam resolver no *Moodle* e combinou com eles um dia para dar atendimento especializado. Inicialmente, foi sugerido terça-feira à tarde, porém uma aluna sugeriu quinta-feira, mesmo horário da aula assíncrona, pois muitos alunos trabalham no período vespertino. A aula foi encerrada oficialmente às 9h52min.

Após a conclusão da aula, me reuni com o professor supervisor para definição de alguns pontos. Ficou definido que na regência de estágio não seria trabalhado hidrostática, somente conteúdos ligados à Física Térmica, em quatro encontros síncronos e quatro assíncronos, num período de quatro semanas. Também seria preciso propor um trabalho para avaliação e uma prova.

3.4.2 Aula síncrona (3 horas-aula) – 13/09/2021 – Turma: Administração

A aula começou às 7h32min, com quinze alunos presentes, mas no decorrer da aula chegou a ter dezoito estudantes na plataforma *Google Meet*. Como o tempo estava instável e chuvoso, foi perceptível que alguns estudantes entravam e saíam da aula esporadicamente e, em determinado momento, vários saíram de uma única vez. Um dos estudantes sugeriu que poderia ter havido uma falha no fornecimento de energia elétrica para esses estudantes. O professor manteve o ritmo normal da aula, sem experimentar falha em sua própria conexão de internet. Foram utilizados *slides* e uma mesa digitalizadora para resolução de exemplos quantitativos com a turma.

O primeiro assunto tratado pelo professor foi a decomposição da força peso¹⁶ em um plano inclinado, apresentando num *slide* as componentes da força no eixo vertical e horizontal de um referencial. Na sequência, foi trabalhado o primeiro exemplo quantitativo. O exercício consistia em dois blocos ligados por um fio (de massa desprezível) que passava por uma polia sem atrito. Um dos blocos estava sobre uma mesa horizontal sem atrito, enquanto o outro estava pendente e descendo

¹⁶ Força proporcional à constante gravitacional, exercida sobre um corpo que possui massa

em direção ao chão, puxando o primeiro bloco. O objetivo do exemplo era determinar a aceleração dos blocos e a tensão no fio. Ao montar o diagrama de corpo livre da situação, o professor perguntou aos alunos as forças envolvidas, porém os alunos tiveram dificuldade em responder, sendo no geral, poucos os que participaram. O professor escolheu um estudante para responder por que as forças no eixo vertical (normal¹⁷ e peso) do bloco sobre a mesa tinham uma resultante nula, enquanto as forças no eixo horizontal possuíam resultante não nula.

O aluno não soube responder satisfatoriamente, porém sua resposta indicava um entendimento correto da situação. Na continuação da aula, foi proposto outro exemplo muito semelhante ao primeiro, porém neste, um dos blocos estava sobre um plano com inclinação de 30° (graus). Ao montar o diagrama de forças da situação, o professor perguntou aos alunos quais forças estavam agindo no eixo vertical do referencial e fez-se um silêncio prolongado, não havendo respostas, mesmo com elas sinalizadas na tela. Após a conclusão deste segundo exemplo, foram trazidas outras questões de maior complexidade, mas foram deixadas para os alunos resolverem.

Após o estudo de blocos sobre um plano inclinado, o professor discutiu a força de atrito, sendo apresentado um *slide* conceitualizando o atrito em estático e cinético. Como exemplo, foi utilizada uma questão do vestibular da UERJ-RJ de cunho puramente analítico. Na questão, um homem puxa um bloco, que possui a resistência do atrito com o chão, utilizando uma corda. Foram disponibilizadas cinco alternativas para a direção da força que o homem exerce sobre o bloco, e a finalidade era determinar em qual direção a força de atrito seria reduzida. O professor escolheu cinco alunos aleatoriamente para responder sobre cada alternativa. Porém ao perceber que nenhum dos estudantes fez associação com a força normal, ele reforçou esse conceito. Na continuidade, foi trabalhado outro exercício sobre atrito, e o professor reforçou novamente a importância da força normal para determinação da força de atrito.

¹⁷ “força que uma superfície exerce sobre um corpo quando o corpo exerce uma força perpendicular à superfície.” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016a).

Um terceiro exercício sobre atrito foi proposto pelo professor. Ao perguntar aos alunos as forças existentes no eixo horizontal do referencial, um deles respondeu “tensão”, mesmo não havendo corda ou objeto que pudesse fazer alusão a esse tipo de força. Foi trabalhado uma quarta questão, retirada de um exame vestibular de determinada universidade federal, sobre atrito e indicados mais três exercícios para os estudantes fazerem sozinhos.

Na sequência, foi iniciado um novo conteúdo: Trabalho e Energia. Em *slide* intitulado “TRABALHO/ENERGIA” estava escrito a seguinte frase: “Não existe a definição do que é energia, mas sabemos que sua existência possibilita a execução de trabalho”. No mesmo *slide* foi feita uma associação da conservação de energia com a famosa frase de Lavoisier¹⁸: “Na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”. Em outro *slide* foi apresentada a equação da energia cinética: $K = \frac{1}{2}mv^2$, sendo ‘*m*’ a massa de um corpo e ‘*v*’ sua velocidade em relação a um referencial inercial. A unidade joule (J) foi rapidamente comentada e, para relembrar as unidades que já foram estudadas, o professor fez um “jogo” perguntando aos alunos uma grandeza física (como aceleração, comprimento, massa, força, etc.) seguida de sua respectiva unidade. O exercício escolhido para exemplificar a energia cinética foi o choque entre duas locomotivas (baseado em um fato histórico), em que era necessário determinar a energia cinética das locomotivas antes do choque.

O professor tratou sobre Trabalho, porém devido ao tempo de aula estar próximo do fim, foi passado rapidamente por sua definição matemática: $W = F \cdot \Delta x$ e $W = F \cdot \Delta x \cdot \cos\theta$, sendo *F* o módulo da força e ‘ Δx ’ o módulo do deslocamento. Na sequência, passou um exercício para aplicação de Trabalho e encerrou a aula. Ao final, o professor pediu para os alunos assistirem aos vídeos gravados sobre conservação de energia, no canal da disciplina no *YouTube*¹⁹, na aula assíncrona, quinta-feira (dia 16/09/2021). Porém, lembrou que não abordou o tópico energia potencial nos vídeos, e se dispôs a tirar as dúvidas na mesma data.

¹⁸ Antonie Lavoisier (1743 - 1794), químico francês.

¹⁹ Disponível em: <<https://www.youtube.com/c/NEADIFRSFarroupilha>>; acesso em 25 de novembro de 2021.

A aula manteve o padrão observado no dia 06/09/2021. É perceptível que o professor costuma não se aprofundar na parte teórica dos temas, preferindo resolver muitos exercícios retirados de vestibulares e livros de ensino superior. Isto foi melhor exemplificado na parte sobre Trabalho e Energia, assuntos que podem demandar longas discussões teóricas, mas aqui foram brevemente apresentados, partindo logo em seguida para a aplicação das equações. Parte dessa abordagem pode ser devido ao curto tempo para tratar tantos conteúdos como previsto no currículo base da disciplina, segundo o qual é preciso trabalhar dois ou três temas por semana. Portanto, analiso que a maior preocupação era ensinar os alunos a fazerem as listas de exercícios e as provas.

O professor tentou ao longo da aula manter um diálogo com a turma, fazendo perguntas. Porém, em muitos momentos, os alunos demoram para responder, mostrando que a turma não é muito participativa ou eles possuem receio de dar uma resposta equivocada. Ao longo desta aula também foi perceptível a dificuldade que eles possuem em identificar as forças presentes nos exemplos propostos, talvez pelo ritmo acelerado que a disciplina precisa seguir não dá tempo para os estudantes assimilarem devidamente as informações.

3.4.3 Aula síncrona (3 horas-aula) – 27/09/2021 – Turma: Administração

A aula começou às 7h35min, com 12 alunos presentes na plataforma do *Google Meet* e ao longo da aula chegou a ter 17 alunos na videochamada. A aula foi montada em uma apresentação de slides e, ao longo da mesma, o professor se utilizou de alguns recursos como vídeos e simulações. Antes de começar o conteúdo, o professor reforçou aos alunos para responderem o questionário que elaborei, a fim de utilizar temas mais próximos dos estudantes nas atividades de aula.

Essa aula tratou do tema Máquinas Simples e Gravitação Universal. O professor começou introduzindo o conteúdo, explicando o que seriam Máquinas Simples. Segundo sua explicação, são objetos que realizam torque ou alguma

atividade puramente mecânica, sem injeção de energia no sistema (e.g. polias ou braço de alavanca). Um exemplo de sistema com injeção de energia seria um motor de automóvel. Foram mostradas algumas imagens animadas (*GIF*²⁰), que mostravam, como por exemplo, a utilização da polia com um guindaste, o uso de braço de alavanca como uma chave de boca numa porca. Além disso, outros exemplos citados foram a mandíbula humana, o abridor de garrafa e o braço humano.

Na sequência o professor exibiu o vídeo de um caminhão guindaste que estava içando um barco de um rio, porém ele não suportou a massa do barco e, devido ao torque, o caminhão ficou na vertical. Depois foi passado um vídeo em formato de animação, com cerca de 11 min de duração, sobre o uso do torque. O vídeo começava com um homem das cavernas que precisava levantar uma carga e para isso se utilizava de uma tábua em cima de um fulcro e a variação de posição do fulcro fazia variar o torque resultante para levantar a carga. Então foram mostradas diversas situações em que se aplicavam o mesmo sistema, como tentar abrir um buraco com uma pá, retirar o prego de uma tábua, o uso de tesouras, a prática de remar um barco, inclusive a mandíbula e o braço humano citados anteriormente.

Na sequência, o professor perguntou para um aluno específico se ele já utilizou o princípio da alavanca mostrado no vídeo e o exemplo citado foi uma gangorra. O professor aproveitou o momento e apresentou uma simulação disponível no site do *Phet*²¹, chamada “Balançando”, que se utilizava de uma gangorra para demonstrar o efeito de torque. Na simulação, o professor colocava na gangorra (que possuía um fulcro no meio, então os braços tinham o mesmo tamanho) um extintor de incêndio numa extremidade e uma lata de lixo com o dobro da massa do extintor na outra extremidade; assim, a gangorra pendeu para o lado da lata de lixo, porém era possível alterar a posição dos objetos e, ao colocar a lata de lixo mais próxima do ponto de alavanca, o sistema ficava em equilíbrio. Dentro da simulação, existia um jogo que consistia em determinar o ponto necessário para colocar em equilíbrio o sistema de gangorra e descobrir para qual sentido esse sistema iria inclinar, ou encontrar a massa

²⁰ Sigla para *Graphics Interchange Format*, formato de imagem amplamente utilizado na internet (WIKIPÉDIA, 2020).

²¹Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/balancing-act>; acesso em: 27 de setembro de 2021.

de um objeto descobrindo o ponto de equilíbrio do sistema. Ao longo das etapas do jogo, o professor chamou os alunos para responderem os desafios propostos.

Após a explanação, foi realizado o primeiro exercício da aula. O exercício consistia em um caminhão de eixo simples, que precisava ser pesado com duas balanças, uma em cada eixo de roda. A primeira balança tinha registrado uma medida de peso do caminhão, mas a segunda aparentava estar quebrada, então o exercício disponibilizou a distância de cada eixo ao centro de massa do caminhão e pedia para determinar o peso do caminhão, além do módulo, direção e sentido da força peso que o caminhão exercia na segunda balança.

O professor começou a resolução pelo diagrama de corpo livre²² do sistema, indicando as forças presentes. Depois, recomendou utilizar como ponto de alavanca o eixo sobre a balança quebrada e fazer a somatória dos torques envolvidos no sistema para determinar o peso do caminhão. Para determinar o módulo da força sobre a segunda balança, o professor utilizou o somatório das forças do sistema. Na sequência, foi proposto outro exercício, dessa vez conceitual, no qual era preciso analisar, entre cinco opções, qual vetor de força sobre uma alavanca produzia a menor resultante.

Alguns alunos se manifestaram, escolhendo opções diferentes, então o professor ampliou sua imagem na videochamada e com o uso de uma caneta (como se fosse uma alavanca) aplicou em diferentes direções uma força com o dedo, para ilustrar em qual direção teria maior torque. Na sequência, foram resolvidos outros quatro exercícios quantitativos sobre torque e braço de alavanca que consumiram 45 minutos de aula; ao longo da resolução desses exercícios, foi tentado interações com os estudantes por meio de perguntas, mas houve pouco retorno.

Continuando a explanação do conteúdo, foi discutido sobre sistemas com várias polias e sobre como a força aplicada para levantar um objeto é dividida de acordo com o número de polias. Nesse momento, o professor resolveu um exercício.

O problema que foi resolvido era de um homem que utilizava duas polias para levantar uma caixa, com determinado peso informado no enunciado, por meio de uma

²² Diagrama simplificado das forças que atuam sobre um corpo ou sistema (WIKIPEDIA, 2021).

corda. Era preciso determinar o módulo da força aplicada na corda para levantar a caixa e quanto se elevaria a caixa para cada metro de corda puxado. A primeira parte consistia basicamente em aplicar a equação mostrada no *slide* anterior ao enunciado do exercício, de que $F = P/2^n$, sendo F o módulo da força para levantar um objeto, P o módulo da força peso desse objeto e n o número de polias envolvidas.

Na segunda parte, foi explicado que a proporção de corda que precisa ser puxada é dependente do número de polias (e.g. se o sistema possui quatro polias é necessário puxar quatro vezes mais corda para elevar um objeto até determinada altura). Antes do professor discutir o próximo assunto, comentei a história de que Arquimedes teria içado um barco com um sistema de polias, e o professor destacou sobre sua genialidade em um período muito antigo da humanidade.

O último assunto da aula foi a Gravitação Universal. De início foi apresentado a sua equação correspondente²³, com uma explicação de cada um dos termos que a compõem e suas respectivas unidades; também possuía a imagem de Isaac Newton e de um sistema de duas esferas, ilustrando o efeito da equação. O professor disse que não iria despendar muito tempo explicando a equação, pois futuramente os alunos iriam ver a representação matemática da força elétrica que é muito parecida. Assim, o professor fez um exercício sobre esse assunto com três atividades.

A primeira tarefa seria desenhar a trajetória de um planeta genérico em torno do sol, indicar as forças que atuavam sobre ele e mostrar o ponto de afélio da trajetória; ao comentar sobre afélio e periélio, o professor disse que as estações do ano são dependentes dessas posições, mas não corrigi essa informação, pois as estações do ano são determinadas pela inclinação do eixo terrestre que faz variar a incidência de luz solar nos hemisférios do planeta. A segunda tarefa era determinar a massa do Sol, com relação aos dados desse planeta em sua órbita, que foram fornecidos no enunciado; para isso foi utilizado a equação da Gravitação Universal. A terceira tarefa era determinar a força de atração do Sol com esse planeta, quando ele se encontra no afélio e, para isso, foi utilizado a mesma equação da segunda tarefa. No final, foi passado um vídeo que tratava sobre o efeito de marés.

²³ $F = GMm/r^2$, sendo ' F ' a força gravitacional, ' G ' a constante da gravitação universal, ' M ' e ' m ' as massas de dois corpos distintos e ' r ' a distância entre dois corpos.

Em uma reunião com o professor supervisor ao final da aula, questionei se a plataforma do *Google Meet* tinha a capacidade de dividir em grupos os alunos para aplicar o método ativo de Instrução pelos Colegas, mas a resposta foi negativa. Depois mostrei ao professor uma prévia da lista de exercícios que estava planejando aplicar na primeira aula da regência e ele se mostrou receoso, e então solicitou que eu utilizasse exercícios matematicamente simples (aplicação de equação) e conceituais, pois exercícios mais complexos são abordados em listas de exercícios no *Moodle* da disciplina.

Cabe destacar que, apresentar o assunto de torque e polias como “máquinas simples” me surpreendeu, pois nunca havia visto esta nomenclatura. A aula, de modo geral, não foi muito diferente de outras já observadas, porém contou com o uso de um simulador e este foi o único momento em que os alunos estiveram mais proativos. No restante da aula, foi difícil obter alguma manifestação, mesmo com perguntas direcionadas a algum estudante. Comentei isso com o professor ao final da aula e ele disse que de fato esta turma mantinha esse comportamento.

Percebi que tentar abordagens diferentes poderia ser bem desafiador no contexto de aulas remotas. Não corrigi a informação sobre as estações do ano, pois no momento da aula não havia entendido se de fato o professor havia falado aquela concepção e preferi não interromper a aula. Ao rever a gravação, ficou confirmado a exposição daquela concepção equivocada das estações do ano. Isso mostra a necessidade de, como profissional, sempre estar revisando os conteúdos antes de uma aula, para evitar a exposição de informações equivocadas.

3.4.4 Aula síncrona (3 horas-aula) – 04/10/2021 – Turma: Administração

A aula começou às 7h36min e contou com a presença de 14 estudantes na plataforma do *Google Meet*. A aula foi montada com uma apresentação de *slides* e tratou de Leis de Kepler e Hidrostática.

Para iniciar a aula, foi exibido um vídeo, disponível na *internet* sobre o modelo cosmológico de Johannes Kepler, com seis minutos de duração. O vídeo começava falando do modelo geocêntrico de Aristóteles e sua incapacidade de explicar o movimento retrógrado dos planetas. Depois, foi comentado o modelo de epiciclos do Ptolomeu que explicava melhor as falhas do modelo aristotélico. Foi comentado sobre Nicolau Copérnico e seu modelo heliocêntrico, que influenciou Johannes Kepler. O vídeo faz um resumo da vida de Kepler e apresenta a ordem e o livro em que foi publicado cada uma de suas Leis. Depois, foi passado um segundo vídeo sobre as três Leis de Kepler e foi comentado sobre a adoção do modelo heliocêntrico por Kepler devido a motivos religiosos. Após a exibição, o professor perguntou aos alunos se eles já haviam visto algo sobre o assunto, principalmente sobre as órbitas dos planetas.

Os alunos que responderam, de modo geral, disseram nunca ter pensado sobre o assunto ou visto algo semelhante. O professor, então, acessou um simulador de órbitas e pediu para um aluno ler um texto explicativo sobre o uso da ferramenta. No simulador era possível escolher os planetas do sistema solar e ver a excentricidade da órbita em torno do Sol. Depois, o professor mostrou, num *slide*, um enunciado para a 1ª Lei de Kepler²⁴, pedindo para uma aluna ler o que estava projetado e fez alguns comentários. Para 2ª Lei de Kepler²⁵, também foi solicitado a um estudante ler o enunciado em tela, e o professor explicou a imagem utilizada para ilustrar essa Lei. Na 3ª Lei de Kepler²⁶, novamente um estudante foi escolhido para leitura do enunciado e foram feitos comentários sobre o período da órbita de um planeta.

Na sequência da aula, foi resolvido um exercício sobre a Lei das Áreas (2ª Lei de Kepler); no exercício era fornecido a área da órbita elíptica da Terra em torno do Sol e pedia para calcular qual foi a área varrida pelo planeta do dia 1º de abril até o dia 30 de maio. O exercício era simples e foi resolvido apenas com uma relação de

²⁴ Lei das órbitas: “Os planetas descrevem órbitas elípticas em torno do Sol, que ocupa um dos focos da elipse.” (BONJORNIO *et al.*, 2003, p. 187).

²⁵ Lei das áreas: “O segmento imaginário que une o Sol a um planeta descreve áreas proporcionais aos tempos gastos em percorrê-las” (Ibid., 2003, p. 187).

²⁶ Lei dos Períodos: “Os quadrados dos tempos de revolução dos planetas (tempo para dar uma volta completa em torno do Sol) são proporcionais aos cubos das distâncias médias do Sol.” (Ibid., 2003, p. 188). Pode ser descrita matematicamente como: $T^2 = kR^3$, sendo ‘T’ o período de revolução, ‘k’ uma constante de proporcionalidade e ‘R’ a distância do semi-eixo maior da órbita.

regra de três simples e nenhum aluno apresentou dúvidas. Inclusive, o professor comentou que a Lei das Áreas possui poucos exercícios quantitativos, sendo a maioria deles conceituais. Depois, foram resolvidos dois exercícios sobre a 3ª Lei de Kepler e em ambos foi solicitado para algum estudante ler o enunciado. Nos dois exercícios discutidos, era necessário determinar o período orbital de um corpo celeste; no primeiro foi solicitado o período em anos terrestres de Júpiter e, no segundo, o período em horas de um satélite geoestacionário. O último exercício sobre o assunto pedia para derivar a 3ª Lei de Kepler a partir da Lei de Gravitação Universal. Para isso, o professor precisou explicar que, em uma órbita circular, o que mantém o objeto na trajetória é a força centrípeta, que pode ser considerada equivalente com a Lei de Gravitação Universal. Durante a resolução foi perguntado qual é a circunferência de uma trajetória circular, mas ninguém respondeu. Ao finalizar o exercício, foi indicado aos alunos fazerem uma lista sobre as Leis de Kepler no *Moodle*.

O segundo conteúdo tratado na aula foi Hidrostática. Para introduzir o tema foi passado um vídeo produzido para o programa Novo Telecurso²⁷. O vídeo iniciou a discussão sobre a pressão atmosférica e como esta está relacionada com o conceito de força. Para exemplificar, no vídeo, foi entregue para uma mulher um alfinete e um lápis, e então foi solicitado para pressionar uma folha de papel que acabou sendo perfurada apenas pelo alfinete. Foi explicado que o alfinete fura o papel devido a área de contato de sua ponta ser muito pequena, o que aumenta a pressão exercida sobre a superfície. Foi discutido sobre a pressão atmosférica e como ela varia com a altitude e sua primeira tentativa de ser medida, pelos trabalhos do Evangelista Torricelli²⁸. O vídeo também tratou da descrição matemática da pressão de uma coluna de água sobre um mergulhador e, para isso, introduziram o conceito de densidade. Ao final do vídeo, as apresentadoras fizeram uma dedução matemática do Teorema de Stevin²⁹.

²⁷ Programa de televisão brasileiro, mantido pela Fundação Roberto Marinho e FIESP, que consiste em tele aulas sobre temas do ensino fundamental até o ensino médio (WIKIPÉDIA, 2021a).

²⁸ Cientista italiano que viveu de 1608 a 1647.

²⁹ A pressão hidrostática em determinada profundidade de um líquido, com densidade ' d ' é representada por: $p = dgh$, sendo ' p ' a pressão hidrostática, ' d ' a densidade do líquido e ' h ' a profundidade (BONJORNIO *et al.*, 2003).

O professor continuou o assunto falando sobre vasos comunicantes e a capacidade de um líquido se acomodar a mesma profundidade, em diferentes recipientes interconectados, sob a mesma pressão. Um exemplo prático citado para o uso de vasos comunicantes foi o das torneiras em uma residência, sendo destacada a importância da altura do reservatório de água ser maior que a altura das torneiras.

O professor comentou sobre a unidade Pascal (Pa) na representação da pressão atmosférica. Para mostrar a importância da altura da coluna de água na pressão hidrostática, foi mostrada a imagem de uma garrafa plástica com dois furos em sua lateral, em alturas diferentes; o furo mais alto jorrava água a uma distância menor que o furo mais baixo, resultado da pressão ser menor no furo superior e maior no furo inferior. Na sequência, foi trabalhado um exercício que perguntava qual era a pressão sobre um peixe que se encontrava a 20 metros de profundidade e para isso foi utilizado o Teorema de Stevin.

Durante o exercício, foi tratado novamente sobre densidade, explicando o que significa suas unidades como g/cm^3 e kg/m^3 ; sendo ' g ' a unidade de massa grama, cm a unidade de comprimento centímetros, ' kg ' a unidade de massa quilograma, ' m ' a unidade de comprimento metro. Ao terminar a resolução do problema, nenhum aluno apresentou dúvidas.

Continuando a aula, passou-se para a discussão do conceito de Empuxo³⁰. Nesse momento, foi apresentado um *slide* com um resumo sobre o assunto, que continha as equações usadas para analisar o fenômeno matematicamente, uma descrição de cada termo da equação e duas imagens descrevendo as forças que atuam sobre um objeto imerso na água: o empuxo e a força peso.

Foi mostrado, em outro *slide*, um dinamômetro medindo a força peso em um bloco em quatro situações: a primeira sem estar imerso na água, a segunda e terceira parcialmente imerso e a quarta totalmente imerso na água. Em cada situação, a força peso registrada pelo dinamômetro diminuía à medida que o objeto era imerso na água.

³⁰ “Todo corpo imerso total ou parcialmente num líquido recebe uma força vertical de baixo para cima, igual ao peso da porção de líquido deslocado pelo corpo” (BONJORNIO *et al.*, 2003). É descrito matematicamente como $E = dVg$, sendo E o módulo do Empuxo, ' d ' a densidade do líquido, ' V ' o volume de líquido deslocado e ' g ' a constante gravitacional.

Na sequência, foi desenvolvido um exercício sobre empuxo, em que era preciso determinar o comprimento máximo que um canudo pode ter a fim de ser usado para respirar embaixo da água. O exercício não era complexo e pôde ser resolvido com uma regra de três simples. Após isso, foi trabalhado outro exercício sobre um bloco imerso num líquido e pendurado em um dinamômetro. Foram fornecidos a altura do nível de líquido após a imersão do bloco e o módulo do empuxo, encontrado pela variação do dinamômetro, e era preciso determinar a densidade do líquido. Para resolver o exercício, simplesmente foi aplicado a equação do empuxo. Para finalizar a aula, o professor pediu para a turma fazer a lista de exercícios no *Moodle*, dizendo que eles são de fácil resolução, basicamente aplicação da equação.

O que mais chamou a atenção nessa aula foi a estratégia do professor em pedir aos alunos para lerem alguns enunciados dos exercícios. Talvez essa estratégia tenha sido aplicada para ter alguma participação deles em aula, mesmo que seja numa simples leitura; e também para ver aqueles que de fato estavam, ao menos, presentes na aula. Como os estudantes não ligaram as câmeras, não tem como saber quem estava acompanhando a aula ou apenas marcando presença. Nessa aula, o professor se mostrou impaciente em diversos momentos, pois os estudantes não respondiam suas perguntas durante a resolução dos exercícios. A utilização de vídeos para introduzir os assuntos da aula foi uma boa medida, pois a dinamizou um pouco e estes ilustraram os conceitos melhor do que imagens estáticas em *slides*.

3.4.5 Análise do questionário (1 hora-aula) – Turma: Administração

O questionário (APÊNDICE A - Figuras 5, 6, 7 e 8) foi aplicado na turma que se realizou a regência, Turma de Administração. A turma possuía 18 estudantes, dos quais 13 responderam às perguntas. Assim, nessa seção, as respostas dos alunos serão identificadas por A1, A2, A3, ..., A13.

Dos que participaram, 75% responderam ter 17 anos de idade e 25% disseram ter 18 anos. O questionário foi disponibilizado para os estudantes na terceira semana

de setembro e foram aceitas respostas até o dia 4 de outubro. Ao perguntá-los sobre os equipamentos que utilizam para acompanhar as aulas: três disseram usar apenas o computador, dois responderam o celular e oito disseram utilizar tanto celular quanto computador. Todos que responderam disseram possuir acesso à internet banda larga (fibra óptica, *wi-fi*, *ethernet*).

Ao perguntá-los sobre “Qual a sua disciplina favorita? Por quê?” Encontramos como resposta: contabilidade, marketing, língua portuguesa, história, filosofia e literatura. Percebemos que quase todas as disciplinas citadas são da área de humanidades. Entre as justificativas para tais, estão, no geral, afinidades pessoais com as disciplinas ou futuro enfoque profissional.

Ao perguntar sobre “Qual disciplina você menos gosta? Por quê?” Encontramos física e matemática na maioria das respostas. Como justificativas, podemos citar:

- A2: “Física, pois é de difícil compreensão pra mim”;
- A9: “Física porque tenho dificuldade de entender onde aplicamos cada fórmula”;
- A11: “Física, pois não entendo nada. Não foi nos passado o básico direito e já é exigido contas complexas”;
- A12: “Matemática, não tenho identificação com a disciplina, e considero meio entediante às vezes”.

Na questão colocada “Você gosta de física? Comente sua resposta”, no geral, as respostas não foram positivas. Algumas das respostas foram:

- A3: “Sim, gosto dessa matéria por ter cálculos”;
- A5: “Não muito, a minha área de formação vai ser humanas, portanto não considero a matéria tão importante para minha futura profissão”.
- A6: “Acho uma disciplina interessante, porém desafiadora.”;
- A7: “Pra ser sincera, eu odeio física.”;
- A11: “Não gosto e não consigo entender”.

Ao serem questionados sobre “O que você mais gosta na Física?” percebemos que as respostas ficaram muito dispersas, o maior ponto em comum foi sobre a história da física:

- A1: “Cálculos”;

- A2: “As contas quando o professor mostra táticas fáceis de entender (aconteceu uma vez e foi muito satisfatório)”;
- A4: “A parte mais voltada a história”;
- A5: “A parte da História e de como se constituiu ao longo dos anos”;
- A7: “Nada”;
- A12: “Dos avanços no que diz respeito ao seu contexto histórico”;
- A13: “Astrologia”.

Ao questioná-los sobre “Você gostaria mais de física se...” percebemos que as respostas sugeriam melhores explicações e mais dinamismo:

- A3: “A matéria fosse explicada de uma maneira mais descontraída”;
- A5: “Eu conseguisse perceber mais aplicabilidade da matéria em situações cotidianas, acho muito específico da área”;
- A8: “não fosse tão complexa.”;
- A9: “Fosse mais dinâmico”;
- A10: “Se fosse mais divertido de estudar”
- A11: “Se fosse mais exemplificado”.

Ao perguntar sobre “Você vê alguma utilidade em aprender Física? Comente sua resposta.” Encontramos muitas respostas que tinham uma perspectiva pragmática, como por exemplo:

- A2: “Vejo, é de importância para o dia a dia, como em trânsito (km/h)”;
- A5: “Não muito, acredito que seja importante aprender o básico para ter pelo menos um pouco de noção, mas pra minha vida pessoal não”.
- A6: “Partindo de uma visão pessoal, não, pois acredito que ela não tenha relevância para a profissão que quero seguir.”;
- A7: “Só pra prova do Enem mesmo.”

No último questionamento, indagamos “Quais dificuldades você costuma ter ao estudar Física?” Nessa questão, a maioria das respostas versavam sobre a parte matemática, como:

- A2: “Entender as fórmulas e como usá-las.”;
- A3: “Entender o processo das contas até a resolução final”.
- A8: “Entender os cálculos.”;

- A13: “Entender os passos a passo”.

Ao ver que a maioria dos alunos que responderam ao questionário não gostam de física, faz sentido pensar que as respostas subsequentes dos questionamentos colocados são muito ligadas a esse posicionamento.

Nas aulas do professor são utilizados muitos exercícios que variam de simples complexidade, como pura aplicação de equações, até os mais complexos, os quais exigem dedução de informações, interpretação de texto e artifícios matemáticos. Mas nas aulas dessa turma, dificilmente alguém perguntava sobre os processos de resolução dos exercícios trabalhados em aula. Portanto, eles responderam ter dificuldade na manipulação dos cálculos e equações, mas em aula, pouco interesse demonstraram para resolver esse problema.

Outra resposta que achei curiosa foi a preferência pela parte histórica da física, pois nas aulas observadas havia pouca ou nenhuma discussão histórica, mas considerando essa preferência, planejei para algumas aulas discutir informações históricas dos tópicos trabalhados. Como alguns alunos também solicitaram aulas mais dinâmicas, pretendo fazer uso de métodos como o *Peer Instruction*; além da plataforma *Desmos*³¹, para fazer listas de exercícios que podem mostrar o desenvolvimento dos colegas, assim como simulações computacionais, como as disponíveis no *Phet*. Apesar do ensino remoto, também pretendo fazer atividades experimentais.

3.4.6 Aula gravada (2 horas-aula) – MRUV – Turma: Informática

A aula começou às 10h25min, com 20 alunos presentes na plataforma do *Google Meet*. A aula foi montada com apresentação de slides e tratava de movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV). Para resolver exercícios, foi utilizado uma mesa digitalizadora.

³¹ Plataforma educacional *online* para ensino de matemática. Disponível em: <<https://www.desmos.com/?lang=pt-BR>>; acesso em: 25 de novembro de 2021.

O professor começou falando que a turma havia visto movimentos com velocidade constante e que nessa aula veriam o movimento com aceleração e que, para determinar essa grandeza, fariam um processo semelhante à velocidade (dividir deslocamento pelo tempo), ou seja, dividir velocidade pelo tempo. Foi passado um *slide* com algumas equações que descrevem o movimento dos corpos sem a aceleração³². Todas as equações eram dependentes do tempo, e o professor explica que elas são como uma equação de primeiro grau da matemática.

Foi perguntado para alguns alunos se eles identificavam na equação a posição inicial e a velocidade, os quais responderam e identificaram os termos que correspondem, mas alguns esqueceram de mencionar o sinal (positivo ou negativo) que acompanhava alguns termos e o professor chamou a atenção para isso. Em outro *slide* foi mostrado que a aceleração é a variação da velocidade dividido pela variação do tempo; também estava escrita a equação da velocidade com aceleração³³ e alguns exemplos da equação de velocidade. Depois, foi mostrado como seria escrita a equação de deslocamento de um corpo que possui aceleração³⁴. Como nessa equação a aceleração é dividida por dois, o professor mostrou alguns exemplos de expressões dessa equação e perguntou para alguns alunos específicos o valor da aceleração; em alguns casos era preciso dobrar o valor apresentado na equação de exemplo, mas os alunos demoraram a perceber isso, mesmo com reiteradas explicações do professor.

Foi mostrado, em uma imagem, que a representação gráfica do deslocamento com aceleração é uma parábola. Uma aluna disse ao professor que não entendeu em que momento utilizaria as equações mostradas anteriormente, o professor então respondeu que ela iria saber qual utilizar pelo enunciado do exercício.

Na sequência, foi trabalhado um exercício com a turma em que era fornecida uma equação para o deslocamento do objeto com aceleração constante e dependente do tempo. Nesse exercício, precisava determinar a posição do objeto para

³² $S = S_0 \pm vt$, sendo 'S' a posição final, 'S₀' a posição inicial, 'v' a velocidade, 't' o tempo.

³³ $v = v_0 \pm at$, sendo 'v' a velocidade final, 'v₀' a velocidade inicial, 'a' a aceleração, 't' o tempo.

³⁴ $S = S_0 + v_0t \pm at^2/2$, sendo 'S' a posição final, 'S₀' a posição inicial, 'v₀' a velocidade inicial, 'a' a aceleração, 't' o tempo.

determinados valores de tempo, a velocidade média do objeto em um intervalo de tempo e um gráfico da equação fornecida. Para montagem do gráfico, o professor fez uma construção manual, mas depois utilizou o *software GeoGebra*³⁵ como forma de confirmação do que foi feito manualmente. Depois, foi realizado um exercício para determinar a aceleração de um objeto, onde os alunos questionaram por que a unidade de aceleração é m/s^2 , sendo m a unidade de metro e s a unidade de segundo. O professor fez uma análise dimensional para justificar a unidade da aceleração.

Outro exercício trabalhado em aula consistia em uma formiga que tinha seu movimento descrito por uma equação de deslocamento com aceleração constante e estava a uma determinada distância de uma lesma que se movia com velocidade constante. O objetivo era determinar quando a formiga alcançaria a lesma. Para isso, o professor falou que iria ocorrer quando os dois animais estivessem na mesma posição. A partir dessa informação ele resolveu o exercício. Dois alunos apresentaram dúvidas com relação a resolução, que foram esclarecidas pelo docente, embora sua explicação tenha sido apenas uma repetição de informações ditas anteriormente, contudo, os estudantes disseram ter entendido.

Após esses exercícios, foi falado sobre algumas nomenclaturas que podem aparecer em enunciados de problemas, como “movimento progressivo”, no qual a velocidade e o deslocamento ocorrem no sentido positivo de um referencial; “movimento retrógrado”, no qual a velocidade e o deslocamento ocorrem no sentido negativo de um referencial; “movimento acelerado”, no qual a velocidade e aceleração possuem o mesmo sentido; “movimento retardado”, no qual a velocidade e aceleração possuem sentidos opostos. Como último assunto da aula, foi discutido sobre a equação de Torricelli³⁶. Foi escrita a equação na tela e desenvolvido um exercício com a turma. No exercício era fornecido a velocidade com que um pica-pau movia sua cabeça ao tentar perfurar o tronco de uma árvore, e o deslocamento que o bico do

³⁵ “O *GeoGebra* é um software de matemática dinâmica para todos os níveis de ensino que reúne Geometria, Álgebra, Planilha de Cálculo, Gráficos, Probabilidade, Estatística e Cálculos Simbólicos em um único pacote fácil de se usar.” (GEOGEBRA).

³⁶ $v^2 = v_0^2 + 2a(S - S_0)$, sendo ‘ v ’ a velocidade final, ‘ v_0 ’ a velocidade inicial, ‘ a ’ a aceleração, ‘ S ’ a posição final e ‘ S_0 ’ a posição inicial.

animal faz antes de parar e era preciso determinar a aceleração do movimento de bicada.

O exercício foi resolvido sem que os alunos apresentassem dúvidas. Depois, foi realizado um último exercício, sobre um carro que se chocava contra uma parede a uma determinada velocidade e no choque se deslocava alguns centímetros. Era preciso determinar a aceleração do impacto. Após a resolução, o professor avisa que a partir daquele momento as dificuldades seriam cada vez maiores e avisa que faria atendimento para dúvidas na sexta-feira.

O principal intuito de observar a aula do professor em outra turma era ver sua relação com outros alunos. Foi perceptível que esta turma é um pouco mais participativa e questiona um pouco mais que a turma de administração. Algo em comum com a turma de administração, foi que nenhum aluno mostrou a imagem da câmera. A aula, por sua vez, não é muito diferente do padrão já visto anteriormente. No geral, as equações trabalhadas em aulas foram apresentadas como formas de resolver problemas.

3.4.7 Aula gravada (2 horas-aula) – Lançamento parabólico – Turma: Informática

A aula começou às 10h23min, com 25 alunos presentes na plataforma do *Google Meet*. A aula foi montada com apresentação de slides e tratava de lançamento parabólico. Para resolver exercícios, foi utilizada uma mesa digitalizadora.

No começo da aula, o professor falou aos alunos que eles precisavam gravar um vídeo sobre algo sustentável para o planeta. O professor sugeriu que eles fizessem um vídeo sobre reaproveitamento da água do banho, pois considera uma atividade fácil. Ainda como continuação da aula anterior (sobre movimento retilíneo), foi trabalhado um exercício de lançamento vertical. No exercício, um jogador de beisebol lança uma bola verticalmente para cima com uma velocidade fornecida pelo

enunciado. Era preciso determinar a altura máxima, o tempo necessário para alcançá-la e o tempo para a bolinha alcançar a altura de cinco metros.

O professor destacou que à medida que a bolinha sobe, sua velocidade diminui e os alunos concluíram que ao chegar na altura máxima a velocidade é nula. Ao determinar o tempo para atingir a altura máxima, foi utilizada a aceleração como variação da velocidade pela variação de tempo³⁷. Nesse momento, uma aluna perguntou se a aceleração da gravidade sempre seria negativa, então foi explicado que dependeria do referencial adotado. Para determinar a altura máxima, foi utilizada a equação de Torricelli. Para determinar o tempo necessário para a bola alcançar cinco metros, foi utilizado a equação de deslocamento vertical com aceleração constante³⁸, que resultou numa equação de segundo grau e foi resolvida por fórmula de bhaskara.

Continuando a aula, foi falado sobre lançamento oblíquo, e destacado que, até o momento, havia sido considerado apenas movimentos unidimensionais e que naquele momento seriam estudados movimentos bidimensionais. Então, foi mostrada uma imagem do lançamento parabólico de uma bola e o vetor velocidade com sua componente vertical e horizontal ao longo da trajetória. Foi destacado que a componente vertical da velocidade é sempre constante, mas a componente horizontal varia ao longo do movimento.

Para mostrar que o alcance máximo atingido por um lançamento é no ângulo de 45°, foi utilizada uma imagem com três trajetórias de lançamento em ângulos de 30°, 45° e 60°. Logo após, foi trabalhado um exercício para determinar o alcance máximo de um projétil lançado com uma determinada velocidade. Para isso, o professor ingressou no *Moodle* da disciplina onde existia um *GIF* do lançamento de uma bola de basquete, que continha uma equação sobre o alcance máximo da bola, descrita como $R = v_0^2 \text{sen}(2\theta)/g$, sendo ' R ' o alcance máximo, ' θ ' o ângulo de lançamento e ' g ' a constante gravitacional. Aplicando a equação, o exercício foi resolvido facilmente.

³⁷ $a = \Delta v/\Delta t$, sendo ' Δv ' a variação da velocidade e ' Δt ' a variação do tempo.

³⁸ $y = y_0 + v_0 t + at^2/2$, sendo ' y ' a altura final, ' y_0 ' a altura inicial, ' v_0 ' a velocidade inicial, ' a ' a aceleração e ' t ' o tempo.

Na sequência, foi resolvido mais um exercício sobre o assunto, em que um projétil era lançado com um determinado ângulo e velocidade inicial. O objetivo era determinar o tempo que o objeto permanecia no ar e a distância horizontal percorrida. Para determinar o tempo no ar, foi utilizada a equação do deslocamento vertical com aceleração constante e considerada apenas a componente vertical da velocidade. Ao final da resolução matemática, os alunos se mostraram confusos com o que foi desenvolvido, e então o professor explicou novamente os processos realizados. Para determinar a distância horizontal percorrida, foi utilizada a equação para o alcance do exercício anterior.

No último exercício era descrito uma perseguição policial contra um ladrão em cima de telhados. Em determinado ponto, foi preciso saltar de um telhado a outro e o ladrão teria estudado física, saltando com um determinado ângulo e velocidade, ultrapassando a separação dos telhados. O policial teria saltado apenas horizontalmente, com a mesma velocidade do ladrão. Foram fornecidas a distância entre os telhados e a diferença de altura entre eles. Era preciso, então, determinar se o policial conseguiria alcançar o outro telhado e com que intervalo o ladrão conclui o seu salto. Não foi possível obter o resultado final do exercício, pois a gravação foi interrompida antes do término.

Novamente, a aula foi concentrada no trabalho das equações do movimento. Sendo estruturado 10 min de discussão sobre a teoria e o restante do tempo trabalhando exercícios e suas resoluções. Foi perceptível que alguns estudantes dessa turma participavam mais em aula, fazendo perguntas espontaneamente e mencionando que não entenderam os processos de cálculo. Nessa aula, duas alunas mantiveram a câmera ligada.

3.4.8 Aula gravada (3 horas-aula) – Máquinas simples e Gravitação – Turma: Informática

A aula foi realizada no dia 28 de setembro de 2021, começando às 8h40min, com 16 alunos presentes na plataforma do *Google Meet*. O professor introduziu a aula falando de Máquinas Simples (objetos que podem exercer algum tipo de força sem a injeção de energia no sistema).

Foi apresentado um *slide* com *GIF* de um guindaste levantando um *container* por meio de uma polia e de uma chave de boca tentando apertar uma porca. Uma das descrições no *slide* considerava o produto da força pela distância percorrida como “momento de uma força” ou “torque”³⁹, representados pelas letras ‘*M*’ e ‘*τ*’, respectivamente. Também estava descrito para considerar como sentido positivo da força, o torque no sentido horário, para o negativo, no sentido anti-horário. O professor destacou que a distância a ser considerada é em relação a um ponto, chamado de polo nos *slides*, em que a força seria aplicada.

Uma aluna perguntou se não estava sendo falado de trabalho, descrito como o produto da força pelo deslocamento; o professor respondeu que é semelhante, mas que no caso do torque, o objetivo é fazer com que algo rotacione, enquanto no trabalho é fazer que um objeto se mova na mesma direção da força aplicada. O professor também explicou que, no caso de Máquinas Simples, é preciso considerar a força aplicada como perpendicular ao eixo do objeto analisado. Em um *slide*, intitulado “Vantagem Mecânica”, foram mostradas várias imagens, como exemplo, um martelo retirando um prego, um alicate, um moedor de pimenta, um telhado, um guindaste levantando um carro de corrida, um molinete de pesca, um boneco usando polias para levantar determinado corpo, etc. Foi mostrado o mesmo vídeo, descrito na subseção 3.4.3, do guindaste tentando içar um barco do rio, que acabou tombando pelo peso do barco.

³⁹ $M = Fd$ ou $\tau = Fd$, sendo ‘*M*’ o momento da força, o torque; *F* o vetor da força aplicada, ‘*d*’ a distância do braço de alavanca ao ponto de aplicação da força.

O primeiro exercício da aula discutia uma alavanca que possuía cinco vetores de força e tinha como objetivo determinar qual dos vetores aplicaria a menor força resultante. Os alunos deram algumas opções, mas o professor explicou que era preciso considerar a força que fizesse um ângulo de 90° em relação a alavanca, pois nessa direção a força aplicada é máxima. O professor ampliou a imagem da sua câmera e com o uso de um folheto tentou mostrar em quais direções a força aplicada produziria maior rotação, mas o objetivo inicial do exercício foi esquecido.

Depois, foi resolvido o exercício do caminhão de eixo simples, descrito na subseção 3.4.3; para sua resolução, o professor fez o diagrama de corpo livre, destacando a força normal de cada eixo de roda sobre as balanças e a força peso do ponto de centro de massa. Depois, foi dito aos alunos para escolherem um polo para analisar os torques do sistema e considerado o eixo sobre a balança quebrada (como foi trabalhado na turma de administração). O terceiro passo consistiu em realizar o somatório dos torques e igualar a zero, pois o sistema estava em equilíbrio. Assim, foi possível determinar o peso total do caminhão.

Na sequência, foram trabalhados outros dois exercícios, que consumiram 25 min de aula. Depois, o professor foi ao site do *Phet* para utilizar a simulação computacional *Balançando*⁴⁰. Na simulação existia uma gangorra, com o polo (ponto de alavanca) localizado no centro, que tinha demarcações de distância ao longo de suas hastes igualmente espaçadas (partindo do centro, as demarcações eram de um a oito). Foi colocado um extintor de incêndio, de massa 5kg, na posição quatro do lado esquerdo e outro extintor, idêntico, na posição quatro do lado direito para mostrar que o sistema ficaria em equilíbrio. Depois, foi alterado o extintor do lado esquerdo para a posição seis, uma posição mais perto da ponta da haste e perguntado aos alunos o que aconteceria com o sistema.

Um aluno respondeu que o sistema se deslocaria para a esquerda; o professor confirmou a resposta e mostrou que para retornar ao equilíbrio era preciso botar o extintor do lado direito na mesma posição. Depois, foi colocada uma lata de lixo, de massa 10kg, na posição três do lado direito, e se mostrou que para o sistema ficar em

⁴⁰ Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/balancing-act>; acesso em 25 de novembro de 2021.

equilíbrio era preciso colocar o extintor na posição seis do lado esquerdo, o dobro da distância do lado direito. Na sequência, foi utilizado o jogo existente dentro da simulação. Após o jogo da simulação, foi trabalhado um exercício com os alunos e partiu-se para o tópico de polias.

Para as polias, foi utilizado um *slide* que continha a imagem de um homem tentando levantar um bloco com um sistema de quatro polias. Nas informações disponibilizadas no texto, a força que o homem precisa para levantar o bloco é oito vezes menor com o sistema de polias, chamado de “talha exponencial” e a força era reduzida numa relação de 2^n , sendo ‘n’ o número de polias. Ou seja, para um bloco de peso $80N$ era necessário aplicar $10N$ de força para erguer o bloco. Depois, foi comentado um exercício sobre polias, descrito na subseção 3.4.3, mas o professor não o resolveu, só indicou que era preciso aplicar a equação vista no *slide* anterior.

Na sequência, foi passado para o tema Gravitação Universal, e a primeira ação tomada pelo professor foi mostrar um vídeo sobre o fenômeno das marés. Como o efeito das marés é causado pela interação gravitacional entre a Terra, Lua e Sol, o professor utilizou o fenômeno para introduzir a Lei da Gravitação Universal. Sua representação matemática descrevia cada componente da equação.

Após isso, foi resolvido um exercício que objetivava determinar a força gravitacional entre Júpiter e a Terra, no seu ponto de maior aproximação; foram fornecidos os dados necessários e, então, aplicou-se a equação. Foi realizado o primeiro exercício para esse assunto descrito na subseção 3.4.3, que seguiu os mesmos processos de resolução.

Na sequência, o professor acessou uma simulação do *Phet*⁴¹ que continha duas esferas e era possível alterar as características das mesmas a fim de alterar a atração gravitacional do sistema. O professor usou a simulação “Gravidade e Órbitas”⁴² para mostrar a trajetória da órbita da lua em volta da Terra na perspectiva do Sol. Ao final da aula, indicou alguns vídeos sobre o efeito das marés.

⁴¹ Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/gravity-force-lab>; acesso em: 15 de novembro de 2021.

⁴² Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/gravity-and-orbits>; acesso em: 15 de novembro de 2021.

Foi muito interessante assistir um assunto já trabalhado em outra turma. O professor não seguiu necessariamente o mesmo roteiro. Para começar, não passou um vídeo sobre o uso de alavancas, trabalhou primeiro alguns exercícios e depois foi para o simulador. Na turma de administração foi o contrário, trabalhou o simulador para depois fazer alguns exercícios quantitativos. A ordem dos exercícios trabalhados também mudou e algumas informações foram melhor detalhadas na outra turma. Na parte de Gravitação Universal, o primeiro assunto a ser comentado foi o efeito de marés (na outra turma, esse foi o último assunto) como uma forma de introduzir o efeito gravitacional nos corpos. Na outra turma nem foi usado simulador nesse assunto, porém seu uso não foi tão proveitoso.

4 PLANOS DE AULA E RELATOS DE REGÊNCIA

Nesta seção serão descritos os planejamentos para regência de quatro aulas síncronas, cada uma com 3 horas-aula de carga horária e dois plantões de dúvidas, com 1 hora-aula cada, totalizando 14 horas de regência na turma de Administração.

4.1 CRONOGRAMA DE REGÊNCIA

Quadro 1 - Resumo do cronograma de regência

| Aulas | Conteúdos/Tópicos | Objetivos de Ensino | Estratégias de Ensino |
|---|--|---|--|
| Aula 01 11/10/2021 [síncrono] 3 horas-aula | <ul style="list-style-type: none"> Proposta do estágio; Temperatura; Escalas termométricas; Termômetros; Aquecimento global. | <ul style="list-style-type: none"> Apresentação do estagiário e da proposta de ensino; Definir o conceito de temperatura; Apresentar as escalas termométricas; Trabalhar questões sobre termometria; Mostrar a importância do combate ao aquecimento global. | <ul style="list-style-type: none"> Apresentação de <i>slides</i>; Reportagens de veículos de imprensa; Simulação computacional; Lista de exercícios. |
| Aula 02 14/10/2021 [síncrono] 3 horas-aula | <ul style="list-style-type: none"> Dilatação térmica; Explosão da Challenger (1986); Lâminas bimetálicas; Calor específico; Capacidade térmica. | <ul style="list-style-type: none"> Discutir efeitos da dilatação térmica no cotidiano; Definir o conceito de calor específico e capacidade térmica de um corpo; Apresentar a construção histórica do conceito de calor; Mostrar o sentido das trocas de energia térmica; Trabalhar questões sobre dilatação; Trabalhar questões sobre capacidade térmica e absorção de calor. | <ul style="list-style-type: none"> Vídeos produzidos pelo professor estagiário; Exercícios selecionados. |

| | | | |
|--|---|--|--|
| <p>Aula 03 18/10/2021 [síncrono] 3 horas-aula</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Calor específico; • Capacidade térmica; • Calor latente; • Mudança de fase da matéria. | <ul style="list-style-type: none"> • Apresentar a construção histórica do conceito de calor; • Definir o conceito de calor específico; • Definir o conceito de capacidade térmica; • Definir o conceito de calor latente; • Explicar a importância da pressão no processo de fusão e ebulição; • Trabalhar questões sobre capacidade térmica, calor específico e calor latente. | <ul style="list-style-type: none"> • Vídeos produzidos pelo professor estagiário; • Exercícios selecionados; • Instrução pelos colegas; • Simulação computacional. |
| <p>Plantão 01 19/10/2021 [síncrono] 1 hora-aula</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Dúvidas dos alunos. | <ul style="list-style-type: none"> • Sanar qualquer dúvida que os alunos apresentem. Pode ser sobre o conteúdo da aula ou lista de exercícios. | <ul style="list-style-type: none"> • Resolução de exercícios |
| <p>Aula 04 21/10/2021 [síncrono] 3 horas-aula</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Formas de transmissão de energia em forma de calor; • Brisa marítima, Efeito estufa e funcionamento de uma garrafa térmica; • Transformações gasosas; • Equação geral dos gases. | <ul style="list-style-type: none"> • Distinguir transmissão por condução, irradiação e convecção; • Explicar o efeito da brisa marítima; • Explicar o Efeito Estufa; • Explicar a funcionalidade da garrafa térmica; • Definir gás ideal; • Caracterizar as transformações gasosas (isobárica, isotérmica, isovolumétrica e adiabática); • Construir a Equação Geral dos Gases Ideais; • Trabalhar questões sobre equação Geral. | <ul style="list-style-type: none"> • Vídeos produzidos pelo professor estagiário; • Exercícios selecionados; • Instrução pelos colegas; • Demonstração experimental; • Simulação computacional. |
| <p>Plantão 02 26/10/2021 [assíncrono] 1 horas-aula</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Dúvidas dos alunos. | <ul style="list-style-type: none"> • Sanar possíveis dúvidas da lista de exercícios de calorimetria; • Mostrar como ocorre a troca de energia em forma de calor entre corpos. | <ul style="list-style-type: none"> • Resolução de exercícios. |

Fonte: Próprio autor.

4.2 PLANO DE AULA 01 – 3 HORAS-AULA (SÍNCRONO)

Data:

- 11/10/2021

Conteúdo:

- Proposta do estágio;
- Temperatura;
- Escalas termométricas;
- Termômetros;
- Aquecimento global.

Objetivos de ensino:

- Apresentação do estagiário e da proposta de ensino;
- Definir o conceito de temperatura;
- Apresentar as escalas termométricas;
- Trabalhar questões sobre termometria;
- Mostrar a importância do combate ao aquecimento global.

Procedimentos:

Atividade Inicial (30 min):

A aula começará com uma apresentação pessoal e a proposta de trabalho, que será aplicada considerando o questionário dos estudantes. Serão apresentados sucintamente aos estudantes os conteúdos que serão trabalhados ao longo da unidade. Para evidenciar que o questionário foi importante para elaboração das aulas, irei comentar as perguntas mais importantes e algumas respostas selecionadas a essas questões. Serão brevemente apresentados os recursos interativos escolhidos,

como *Phet*, *Desmos*; seguido de uma argumentação da importância de aprender física independente da carreira que for seguir.

Desenvolvimento (120 min):

A temática da aula será introduzida através de uma experiência mental com a seguinte pergunta: “Já imaginou um mundo sem o conceito de velocidade?”. Neste momento, será explicado que o conceito de velocidade é bastante simples, mas a sua mensuração é muito importante e, com isso, será feita uma argumentação sobre a importância da matemática na física. Na sequência, os alunos serão confrontados com outra pergunta: “Já imaginou um mundo sem os termômetros?”, e após um breve tempo para os alunos pensarem, será introduzida uma discussão sobre sensação térmica e suas limitações para definir a temperatura de um corpo. Comentarei da necessidade de ter uma medida precisa da temperatura na preparação de alimentos e, para isso, serão mostradas imagens da preparação do almoço numa escola japonesa, em que são utilizados termômetros para verificar o cozimento dos alimentos. Assim, mostrarei a necessidade de ter uma medida objetiva e quantificável da temperatura.

Na sequência será falado sobre uma reportagem feita pela *BBC News Brasil*⁴³, que retrata sobre a vida de um técnico que conserta ares-condicionados numa cidade paquistanesa que sofre com altos índices de temperatura, próximo dos 50°C, e de um ativista do meio-ambiente que pretende reduzir esses índices com o plantio de árvores pelo Paquistão. O vídeo não será exibido, mas servirá para iniciar a problematização, que continuará com manchetes de reportagens sobre temperaturas anormais ao redor do mundo, como Canadá, Texas-EUA e regiões na Sibéria que lidam com frio extremo.

Com esses registros de temperaturas extremas, explanarei sobre a importância de ter um instrumento que possa ser capaz de medir as temperaturas e, assim, comentarei sobre o Termoscópio de Galileu e passarei um vídeo sobre seu

⁴³ Disponível em: <https://www.youtube.com/results?search_query=vida+a+50+graus>; acesso em: 10 de outubro de 2021.

funcionamento⁴⁴. Na sequência, falarei sobre o termômetro clínico de mercúrio e usarei uma imagem que mostra uma escala graduada neste instrumento, para assim introduzir as escalas termométricas.

Com o uso de alguns *memes* comentarei com os alunos que as escalas são como uma linguagem e necessitam de interpretação. Falarei sobre as escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin; e em cada uma delas será comentado alguns fatores históricos curiosos e sobre como se originaram. Para a escala Kelvin comentarei sobre a sua importância na ciência como uma escala absoluta, e falarei do procedimento experimental, com o uso do termômetro de gás a volume constante, para determinar o zero absoluto. Apresentarei os gráficos que demonstram as extrapolações feitas por Lord Kelvin para concluir que o zero absoluto representa o menor grau de agitação possível das moléculas, e apresentarei uma definição formal para temperatura. Para ilustrar a agitação das moléculas utilizarei uma simulação do *Phet*⁴⁵. Na sequência, será mostrada uma imagem que relaciona a matemática nas três escalas trabalhadas na aula. Havendo tempo sobrando, explicarei o Teorema de Tales envolvido na conversão das escalas. Resolverei dois exercícios sobre escalas e, posteriormente, pedirei aos alunos para acessarem uma lista de seis questões disponíveis na plataforma do *Desmos*⁴⁶. Será fornecido um tempo de 10 min para a conclusão da lista e, utilizando a plataforma, acompanharei o andamento dos alunos individualmente e, então, caso haja dúvidas, farei as devidas explicações.

Fechamento (10 min):

Para finalizar a aula, apresentarei alguns gráficos que mostram as elevações das temperaturas na Terra, devido ao aquecimento global. Para mostrar uma forma de amenizar os problemas, será retomada a reportagem da *BBC News Brasil* que

⁴⁴ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=QadByTV1pQE>>; acesso em: 10 de outubro de 2021.

⁴⁵ Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/states-of-matter-basics>; acesso em: 10 de outubro de 2021.

⁴⁶ Disponível em: <<https://teacher.desmos.com/activitybuilder/custom/61495649c82c6d4163048a54?lang=pt-BR>>; acesso em: 10 de outubro de 2021.

apresenta um ativista ambiental paquistanês que procura recursos para formar parques arborizados no país.

Recursos:

- Simulação computacional;
- Lista de exercícios no *Desmos*;
- Apresentação de *slides*.

Avaliação:

Não há uma avaliação específica para esta aula.

4.3 RELATO DE REGÊNCIA 01 – 3 HORAS-AULA (SÍNCRONO) – 11/10/2021

A aula iniciou às 7h35min, com oito alunos presentes, número que se manteve até o final, mais o professor supervisor do estágio. Em média, o número de estudantes em outras aulas fica em torno de 17. A baixa participação nesta aula talvez possa ser explicada por ela ter ocorrido em uma segunda-feira, véspera de feriado. A aula foi realizada na plataforma do *Google Meet* e transmitida pelo *YouTube*.

Comecei agradecendo ao professor, à instituição e à turma por terem me recebido para realizar o estágio com eles. Agradei aos alunos pelo retorno do questionário enviado e falei um pouco sobre os conteúdos que seriam trabalhados ao longo do estágio, como dilatação, calorimetria, transmissão de energia em forma de calor e estudo dos gases. Depois, mostrei aos alunos algumas das respostas do questionário que considerei relevantes para apresentação da proposta de estágio. Iniciei pela pergunta "Qual a sua disciplina favorita?", na qual destaquei estar surpreso que a maioria da turma elencou disciplinas mais voltadas para área de humanidades.

Segui com a pergunta "Qual disciplina você menos gosta?" e, em tom jocoso, falei que fiquei chateado pela maioria da turma ter dito ser Física a disciplina que menos agrada. Na pergunta "O que você mais gosta na Física", destaquei que a

maioria das respostas falavam sobre a parte histórica e me comprometi com a turma em trazer um pouco disso em cada aula. Sobre a questão “Eu gostaria mais de física se...” comentei sobre as respostas “Fosse mais dinâmico” e “Se fosse mais divertido de estudar” para falar de alguns recursos que pretendia usar no estágio, como por exemplo, as simulações do *Phet* e os recursos do *Desmos*. Para a questão “Você vê alguma utilidade em aprender física”, mostrei algumas das respostas que falavam “não ver nenhuma utilidade” e fiz uma defesa da importância de ter conhecimento nessa área, como por exemplo, não ser enganado por pseudociências ou coisas místicas que se utilizam de uma linguagem científica (e.g. movimento terraplanista, misticismo quântico).

Na sequência, fiz uma argumentação do questionamento "Por que estudar Física?", falando sobre o interesse de aprender apenas para passar em um vestibular/ENEM ser uma causa legítima, caso seja esse o desejo do aluno. Comentei também sobre a habilidade de resolver problemas, pois a disciplina ajuda no raciocínio lógico-matemático e todas as profissões exigem a capacidade de resolver problemas; na sequência falei sobre a vontade de estudar os fenômenos naturais.

Depois, comentei que a Física poderia ajudá-los, eventualmente, em suas vidas, como por exemplo, a escolha de um computador, pois muitos componentes têm especificações técnicas que conceitos físicos favorecem a compreensão de seu funcionamento, algo que pode ser importante para uma turma de administração. Depois ainda, destaquei a expansão da criatividade e citei como exemplo os filmes do diretor de cinema norte-americano, Christopher Nolan, no qual busca conceitos científicos para produzir suas histórias.

Para entrar no assunto da aula, convidei os alunos a fazerem uma “viagem mental” com a pergunta: "Já imaginou o mundo sem o conceito de velocidade?". Deixei alguns segundos para pensarem e, em seguida, comentei que o conceito de velocidade é simples e não é necessário ser um Isaac Newton para defini-lo. Perguntei retoricamente à turma se eles já imaginaram uma realidade em que não é possível saber a velocidade dos corpos. Retornei a umas das perguntas do questionário, “Eu gostaria mais de física se...” para tratar da importância da matemática na ciência, e mostrei duas respostas que preferiam atividades sem uso de cálculos na disciplina.

Argumentei que, além de precisarmos do conceito definido, é importante poder mensurá-lo.

Em um *slide* com várias imagens animadas (*GIF*), comentei a necessidade de mensurar a velocidade, como exemplo, poder fazer uma curva no trânsito ou passar por uma lombada. Na sequência, fiz uma segunda pergunta para reflexão dos alunos: “Já imaginou o mundo sem os termômetros?”. Uma aluna comentou que os termômetros são menos necessários do que saber a velocidade. Após, comecei a falar sobre o nosso primeiro contato com a temperatura ser a sensação térmica, ao que mostrei, num *slide*, a imagem de um copo de água gelada e, em outra, tijolos incandescentes.

Na sequência mostrei um *GIF* da chefe de cozinha Paola Carosella⁴⁷, em que ela demonstrava saber a temperatura ideal da frigideira para fazer uma omelete aproximando sua mão da mesma. Perguntei aos alunos se é possível ter precisão da temperatura apenas com a sensação térmica e uma aluna respondeu que não tem precisão, você saberia quando está quente, mas sem precisão da temperatura. Como exemplo da importância de saber a temperatura, mostrei imagens extraídas de um vídeo de uma escola japonesa⁴⁸, que mostrava a produção da refeição dos alunos no qual, durante o processo, os funcionários utilizavam termômetros para saber se o alimento estava cozido. Assim, concluí com a turma que é preciso haver uma medida quantificável da temperatura.

Na sequência, comentei com a turma sobre uma reportagem da *BBC News Brasil*, que fala sobre as altas temperaturas no Paquistão, mostrando uma série de imagens que apresentavam um jovem que trabalhava consertando ar-condicionados e como suas condições de trabalho são precárias. Aproveitei esse momento para diferenciar a sensação térmica da temperatura do ambiente. Falei que a sensação térmica, por mais que exista uma equação que determina o seu valor, dependerá do corpo de cada pessoa, diferente da temperatura meteorológica. Segui, mostrando outras reportagens sobre temperaturas atípicas no mundo, e falei aos

⁴⁷ Para mais informações: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Paola_Carosella>; acesso em: 25 de novembro de 2021.

⁴⁸ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=IGLr1akxYo8&t=1082s>>; acesso em: 25 de novembro de 2021.

estudantes que, em cada caso, houve uma série de mortes ocasionadas por climas extremos nessas regiões.

Naquele momento, retomei o comentário feito anteriormente por uma aluna, a qual disse ser mais importante saber a velocidade do que a temperatura, e comentei que vai depender de cada caso, pois negligenciar os índices de temperatura pode ser fatal, e ignorar o velocímetro de um automóvel também.

Na sequência, falei sobre os instrumentos para medição da temperatura, sendo o primeiro, o Termoscópio de Galileu, em que mostrei o trecho de um vídeo, produzido pela Universidade de São Paulo (USP), sobre a ferramenta e expliquei como a mesma funcionava. Como a temperatura nessa ferramenta é indicada pela altura de uma coluna de água dentro de um bulbo de vidro, perguntei aos alunos se quanto mais alta for a coluna, qual será o comportamento da temperatura.

Uma aluna respondeu não fazer a menor ideia e retomei uma breve explicação, a fim de ajudá-la na compreensão. Depois, falei sobre o funcionamento do termômetro clínico de mercúrio. Comentei, com o uso de algumas imagens engraçadas, sobre os graus de temperatura significarem situações diferentes dependendo da escala que adotarmos. Expliquei que as escalas termométricas são baseadas em pontos fixos e como exemplo, citei o ponto de ebulição e fusão da água e do zero absoluto, mas disse que o ponto do zero absoluto seria explicado posteriormente.

Na sequência, falei sobre as escalas termométricas mais conhecidas: Celsius, Fahrenheit e Kelvin. Na escala Celsius⁴⁹, destaquei alguns fatos históricos que levaram essa escala a ser a mais utilizada no mundo, dando ênfase no seu processo de construção e sua inversão feita por Carl von Linné.

Na escala Fahrenheit⁵⁰, falei da trajetória do cientista até a construção de sua escala e como ela acabou sendo muito utilizada no passado, devido ao termômetro de mercúrio do Daniel G. Fahrenheit ser bastante preciso.

Antes de falar sobre a escala Kelvin, comentei com a turma que, até onde havíamos visto, tínhamos uma noção macroscópica da temperatura e os trabalhos do

⁴⁹ Desenvolvida por Andreas Celsius (1701 - 1744) em 1742, cientista suéco.

⁵⁰ Desenvolvida por Daniel G. Fahrenheit (1686-1736), cientista alemão.

Lorde Kelvin⁵¹ nos ajudariam a ter um entendimento microscópico dessa grandeza física. Para a escala Kelvin, disse que a mesma foi baseada em uma escala centígrada; neste momento, os recordei que a escala desenvolvida por Celsius foi importante, pois considerou como pontos fixos da temperatura de fusão e ebulição da água, sobre a pressão de 1 atm, sendo uma escolha muito acertada, em função de ser uma temperatura constante nessa pressão.

Comentei que, na escala Kelvin, o principal ponto fixo será o zero absoluto e que ele representa a menor temperatura que um corpo pode chegar. Destaquei que devido a essa escala não possuir pontos negativos, ela é considerada a escala absoluta de temperatura, adotada pelo Sistema Internacional de Unidades (INMETRO, 2021). Após, falei sobre a determinação do zero absoluto pelo Lorde Kelvin. Citei seu experimento, realizado com o termômetro de gás a volume constante, e apresentei dois gráficos que representam esse processo, um da pressão e outro do volume, todos em função da temperatura. Argumentei que, em ambos os casos, temos uma relação linear nos dois gráficos e que, ao extrapolar o valor, é possível obter a temperatura de $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$, ou seja, o zero absoluto na escala Celsius, e a temperatura em que a pressão e o volume do gás dentro do termômetro seria nula.

Comentei que tal conclusão sobre o volume é absurda, mas que para a pressão, levou Lorde Kelvin a determinar a característica microscópica da temperatura como sendo o grau de agitação das partículas, pois a pressão de um gás é determinada pelo choque do mesmo com as paredes de seu recipiente. A pressão nula foi interpretada como inatividade das partículas do gás. Destaquei que a ideia do zero absoluto não existiu com o Lorde Kelvin, mas que ele foi o primeiro a montar uma escala considerando este ponto fixo. Depois mostrei algumas curiosidades sobre o zero absoluto como a menor temperatura já registrada e fenômenos como superfluidez e supercondutividade.

Na sequência, apresentei um enunciado para definição de temperatura: “A temperatura é uma grandeza física que representa o grau de agitação (energia cinética) das partículas de um determinado material”. Para ilustrar essa agitação das

⁵¹ William Thomson (1824-1907), físico britânico. Recebeu o título de Lorde Kelvin por suas contribuições científicas.

partículas, utilizei uma simulação do *Phet* intitulada “Estados da Matéria: Básicos”, referenciada no plano de aula.

Após o uso do simulador, aproveitei o assunto da aula para falar da Lei Zero da Termodinâmica, que trata da temperatura de equilíbrio dos corpos. Por último, destaquei e apresentei a relação matemática de conversão de escalas termométricas. Disse que o processo para se chegar nessa relação ocorre pelo Teorema de Tales, mas que, para que isso seja possível, é preciso que as escalas sejam lineares e tal relação serviria até mesmo para escalas genéricas. Resolvi dois exemplos quantitativos sobre escalas termométricas; utilizei uma mesa digitalizadora e o *software Microsoft Whiteboard*⁵² para resolver as questões com os alunos. Devido ao tempo escasso, optei por não explicar detalhadamente o Teorema de Tales.

O primeiro exemplo perguntava, no item a), qual a temperatura em Fahrenheit é equivalente a duas vezes a temperatura em Celsius; e, no item b), a temperatura em Fahrenheit equivalente à metade do valor em graus Celsius. Durante a resolução deste exemplo não houveram perguntas. O segundo exemplo era um pouco mais complexo, pois era preciso determinar uma temperatura correspondente entre duas escalas genéricas X e Y. Após fazer a resolução perguntei se havia alguma dúvida, mas ninguém se manifestou. Em seguida, falei aos alunos para irem até a plataforma *Desmos*, a fim de realizarem uma lista de exercícios (APÊNDICE C - Figuras 12, 13, 14, 15, 16 e 17) e dei um tempo inicial de 10 min para sua resolução. Durante a realização da tarefa, fiquei acompanhando o desenvolvimento dos alunos em tempo real. Próximo de acabar o tempo previsto, o professor supervisor me falou que os alunos precisavam de mais tempo, e concedi mais 10 min. Após esse tempo, foi realizada a correção de cada questão junto aos alunos. Na lista havia seis exercícios, divididos entre conceituais e quantitativos. Durante o desenvolvimento do último exercício o supervisor fez uma intervenção para tentar facilitar o entendimento dos alunos.

⁵² Tela digital de formato livre. Disponível em: <<https://www.microsoft.com/pt-br/p/microsoft-whiteboard/9m5pc6mp8fm4?activetab=pivot:overviewtab>>; acesso em: 25 de novembro de 2021.

Terminada a resolução da lista de exercícios, parti para o encerramento da aula. Destaquei que muitas das temperaturas extremas no planeta estão ocorrendo devido ao aquecimento global.

Mostrei para os alunos dois gráficos sobre o registro de temperaturas ao longo do tempo, que apresentam uma tendência de aumento no tempo. Voltei a falar da reportagem sobre o Paquistão, citando um ativista paquistanês que procura financiamento para fazer áreas verdes em sua cidade e tentar diminuir as mazelas das altas temperaturas.

Encerrei a aula às 9h50min. Após o encerramento do conteúdo, o supervisor conversou com a turma sobre o retorno presencial que iria ocorrer na quinta-feira daquela semana e que seria preparado uma estrutura para atender aqueles que continuariam no ensino remoto, inclusive o professor estagiário.

Ao final da aula, percebi que a mesma se centrou em minha própria figura. Tentei em alguns momentos fazer questionamentos e ter alguma interação com os alunos, que responderam eventualmente, na maioria das vezes eram respostas curtas. Diferente do que acontecia nas aulas do supervisor, houve uma aluna que abriu sua câmera durante a aula.

O uso da plataforma *Desmos* se mostrou muito interessante, pois pude acompanhar o desenvolvimento dos alunos em tempo real. Inclusive presenciei que alguns estudantes, por exemplo, faziam os processos dos cálculos no próprio espaço de respostas da atividade.

Isso me fez pensar que talvez o mesmo não tivesse material de escrita próxima para usar. Porém, ao final da aula, o professor pediu para manter as atividades que os alunos viriam a entregar no *Moodle* da disciplina. Entendi sua colocação para haver um registro das atividades que eles fazem em aula, embora acredito que o professor não compreendeu que essa atividade não tinha o propósito de ser avaliativa. Também percebi que preciso melhorar minhas explicações nas resoluções de exercícios. Procurarei fazer aulas que tenham mais participação ativa dos alunos.

4.4 PLANO DE AULA 02 – 3 HORAS-AULA (SÍNCRONO)

Data:

- 14/10/2021 (síncrono)

Conteúdo:

- Dilatação térmica;
- Calor específico.

Objetivos de ensino:

- Discutir efeitos da dilatação térmica no cotidiano;
- Definir o conceito de calor específico e capacidade térmica de um corpo;
- Apresentar a construção histórica do conceito de calor;
- Mostrar o sentido das trocas de energia térmica;
- Trabalhar questões sobre dilatação;
- Trabalhar questões sobre capacidade térmica e absorção de calor.

Procedimentos:

Atividade Inicial (20 min):

Será preparado um vídeo, produzido pelo professor estagiário, com duração máxima de 20 min, sobre dilatação térmica. O assunto da aula será introduzido comentando sobre alguns efeitos da dilatação térmica no cotidiano como fios de poste de luz, trilhos de trem e farei uma citação ao desastre do ônibus espacial Challenger que explodiu durante a decolagem em 1986. Direi aos alunos que a explicação para o desastre será feita ao final do vídeo. Farei uma citação à aula anterior, falando sobre a dilatação no Termoscópio e termômetro clínico.

Explicarei como a estrutura da matéria se expande com o aumento da temperatura através de uma imagem animada que mostra uma estrutura cúbica com

representações dos átomos interligados por molas. Para que os alunos não acreditem literalmente que os átomos são ligados por molas, mostrarei uma imagem de um microscópio eletrônico da estrutura atômica de um diamante. Mostrarei as equações correspondentes à dilatação linear, superficial e volumétrica. Na sequência, comentarei sobre a utilidade das lâminas bimetálicas como uma aplicação direta do efeito de dilatação e sobre alguns coeficientes de dilatação.

Encerrarei o vídeo retomando ao caso da Challenger e explicando que a explosão ocorreu devido à má vedação de um anel de borracha, que perdeu suas capacidades elásticas devido ao frio na manhã da decolagem, e enfatizarei que materiais podem dilatar da mesma forma que podem contrair devido às baixas temperaturas.

Desenvolvimento (120 min):

Antes da aula, enviarei ao professor supervisor uma lista de exercícios para ser trabalhada de forma síncrona com os alunos. Como estarei a distância, vou acompanhar o desenvolvimento da atividade via videoconferência e os alunos poderão ser assistidos pelo professor supervisor, que estará presente na turma, como pelo professor estagiário. A lista consistirá em dez problemas divididos entre conceituais e quantitativos, que deverão ser entregues ao supervisor após um tempo de 30 minutos.

Após a entrega da lista, o supervisor fará a correção das questões, e eu farei os devidos comentários de cada questão. Na sequência, abordarei o clássico problema do furo numa chapa e formularei a explicação do fenômeno junto aos alunos.

Terminada a correção da lista sobre dilatação, será exibido outro vídeo produzido pelo professor estagiário sobre calor específico, de no máximo 20min. O vídeo começará com uma referência ao assunto anterior (dilatação térmica), explicando que materiais terão sua temperatura elevada ou diminuída, mas que isso irá ocorrer diferentemente para cada material.

Nesse vídeo, será feita a diferenciação entre temperatura e calor através de uma perspectiva histórica, discutindo a ideia do calórico de Lavoisier e culminando

nos experimentos de Joule, sobre a transferência de energia necessária para elevar a temperatura da água.

Depois da explanação histórica, definirei a transferência de energia em forma de calor e o calor específico dos materiais; apresentarei a unidade *Caloria* (cal) e alguns valores de calor específico. Para exemplificar a diferenciação entre capacidade térmica e calor específico, será utilizada uma comparação entre uma piscina e um copo de água. Neste momento serão apresentadas as equações correspondentes de cada propriedade. Após o vídeo, será dada aos alunos mais uma lista com 10 questões a serem resolvidas pelos estudantes em sala de aula, com um tempo estipulado de 30 min.

Fechamento (10 min):

Terminado o tempo para fazer a segunda lista, os alunos deverão entregá-la ao professor supervisor que fará a correção da mesma.

Recursos:

- Vídeos preparados pelo professor estagiário;
- Duas listas de exercícios.

Avaliação:

Não há uma avaliação específica para esta aula.

Observações:

Não foi possível abordar o conteúdo de calor específico devido à falta de tempo. No início da aula, recados da direção da escola tomaram cerca de 10 min do tempo de aula. Também houve dificuldades no começo da videochamada em poder ouvir o professor e a turma, o que fez a aula começar atrasada.

4.5 RELATO DE REGÊNCIA 02 - 3 HORAS-AULA (SÍNCRONO) – 14/10/2021

A aula iniciou às 8h07min, com 37 min de atraso, pois a direção precisava comunicar algumas informações para a turma e depois houve problemas para conseguir ouvir o professor supervisor, que estava na sala de aula. Estavam presentes 18 alunos, sendo 13 presencialmente e cinco na modalidade remota pela plataforma do *Google Meet*. Minha participação foi por webconferência. Minha imagem e som foram apresentados para a turma com o auxílio de um *Datashow* e alto falantes ligados a um computador. Esta aula foi realizada no segundo dia do retorno presencial às aulas do IFRS – Campus Farroupilha, após mais de um ano com atividades exclusivamente remotas, devido a pandemia de Covid-19.

Como a instituição não queria ter os alunos recebendo aulas com um professor remotamente e a turma presencialmente, foi preciso fazer um acordo entre os envolvidos para que este estágio pudesse continuar. Seguindo o acordo, que foi realizado entre os estagiários (um colega da disciplina de Estágio em Docência III estava na mesma instituição), os professores supervisores e a coordenação de ensino da instituição, as aulas deveriam contar com uma participação mista entre o professor estagiário (telepresença) e o professor supervisor (presencial). Portanto, ficou acordado que as aulas começariam com um vídeo, produzido pelo professor estagiário, que introduziria os tópicos da aula e depois as demais atividades contariam com a participação do professor supervisor.

Para começar a aula, produzi um vídeo sobre dilatação térmica que está descrito na subseção 4.4. A pedido do professor supervisor, comecei a transmitir o vídeo, porém tivemos problemas de áudio, sanados pelo professor presencialmente.

O tempo perdido não foi significativo. Após a execução do vídeo, o professor citou um exemplo da dilatação de um fio, que dependerá do seu comprimento inicial, da sua constituição (coeficiente de dilatação) e sua variação de temperatura. Depois, revisou cada uma das equações da dilatação (linear, superficial e volumétrica) e as escreveu na lousa. Na sequência, foi projetada para os alunos uma lista de exercícios (APÊNDICE D - Figura 18) que selecionei, seguindo algumas recomendações que o

professor supervisor sugeriu, como exercícios de “aplicação de equações”. Um exemplo do que foi trabalhado: o primeiro exercício se tratava de um mastro de alumínio de 33 metros de altura que sofreu uma variação de temperatura de 15 °C. O supervisor leu a primeira questão com a turma, indicando como cada informação do enunciado se encaixava na equação de dilatação linear. Durante o tempo disponibilizado para os alunos desenvolverem os exercícios, fiquei à disposição dos estudantes que continuaram em suas casas para eventuais dúvidas, mas ninguém solicitou.

Após seis minutos, o professor supervisor perguntou para uma das alunas, que estava presente no modo remoto, qual o resultado do primeiro exercício, a qual respondeu errando a notação científica. Ao invés de responder $1,1 \times 10^{-2} m$, disse $1,1 \times 10^{-4} m$. Alertei o supervisor sobre o equívoco. Ele preferiu resolver o exercício com a turma e, para isso, ele precisou ajustar uma câmera para a lousa da sala de aula, mas não conseguiu. Logo, me disponibilizei para fazer o exercício com os estudantes em modo remoto, através da lousa interativa do *Google Meet*, o *Jamboard*⁵³. Após minha resolução, o supervisor explicou como escrever o valor encontrado no cálculo em notação científica.

Na sequência, o supervisor pediu para eu resolver o segundo exercício pelo *Jamboard*. Este exercício era muito similar ao primeiro, se tratava da dilatação de um trilho de aço, com comprimento de 30 metros, que sofre uma variação de temperatura de 40° C. Resolvi com os alunos remotos essa questão e reforcei como é possível escrever o resultado final de diferentes formas através da notação científica.

Na continuação da aula, questionei os alunos que estavam participando em modo remoto se o buraco no meio de uma chapa metálica, ao ser aquecida, tenderia a se fechar ou a abrir. Como exemplo, citei a chapa de um fogão a lenha como mostrado no vídeo introdutório. Alguns alunos responderam que o buraco tenderia a se fechar com o aquecimento e outros apenas disseram não saber. Argumentei que aparentemente faz sentido pensar no buraco se fechando, ao considerar que a chapa se expande para todos os lados; porém, falei que à medida que os átomos possuem

⁵³ Quadro digital interativo desenvolvido pelo *Google*.

mais energia térmica, eles tendem a querer se afastar, logo, o buraco aumenta de tamanho, se ele fechasse os átomos estariam se aproximando.

Também questionei os alunos se, caso retirasse um pedaço de uma chapa e colocasse os dois sob a mesma variação de temperatura, o pedaço voltaria a se encaixar na chapa original. Duas alunas disseram que não encaixaria novamente. Uma inclusive disse que o pedaço retirado iria se expandir e, portanto, não caberia na chapa; neste momento alertei a aluna que, justamente, devido a essa expansão e ambos serem feitos do mesmo material haveria o encaixe. O professor supervisor conduziu a mesma discussão com os alunos presentes na sala de aula. Na sequência os alunos fizeram mais exercícios selecionados. Depois de alguns minutos, o supervisor pediu a um dos alunos para fazer um dos exercícios na lousa e nesse momento foi possível visualizar.

Por último, foi solicitado aos alunos fazerem um exercício selecionado que não exige apenas a aplicação da equação. O exercício consistia em uma ponte, com os dois pilares de sustentação feitos de materiais diferentes, mas que ao se dilatar, mantém a ponte sempre na mesma altura. O supervisor explicou à turma que é preciso igualar a dilatação de cada pilar, facilitando o trabalho dos alunos. Durante a execução do exercício uma aluna pediu minha ajuda para confirmar se os procedimentos que ela fez estavam corretos, o que confirmei. Ao final, o supervisor resolveu na lousa o exercício e encerrou a aula, pois os alunos teriam uma atividade com outro professor na sequência.

Esta aula foi marcada principalmente pelo retorno dos alunos à escola, depois de muito tempo de distanciamento social. Houve alguns fatores que prejudicaram o andamento integral do planejamento inicial. Antes da aula começar os alunos receberam alguns comunicados da direção que consumiram uns 15 minutos; depois houve dificuldade em conseguir ouvir o supervisor e a resolução do problema consumiu uns 15 minutos da aula. Também ao longo da aula, tive a impressão que o supervisor não estava tão disposto a prosseguir com o conteúdo, visto que os alunos teriam uma atividade na sequência da aula, e ele só estava aguardando o momento em que eles seriam chamados, o que ocorreu 10 minutos antes da aula encerrar

oficialmente. Todos esses fatores fizeram com que um dos assuntos planejados para esse dia, calor específico, ficasse para a próxima aula.

Ao longo do vídeo que preparei para falar sobre dilatação térmica, percebi que cometo muitos vícios de linguagem (repito muitas expressões), algo que preciso melhorar para as próximas aulas. O exemplo da Challenger para trazer algum contexto histórico para esse tema não ficou bem encaixado, tive a impressão de não ser um tema tão relevante para discutir com os alunos, pelo menos, não como foi feito; talvez seria melhor fazer uma introdução sobre o ocorrido e fazer uma discussão inicial sobre viagens espaciais, assunto bastante presente na mídia nesse período. No vídeo, também não expliquei como funciona o anel de Gravesande, apenas o citei como exemplo de dilatação volumétrica.

Foi perceptível que os alunos na modalidade remota tiveram o atendimento prejudicado devido à pouca estrutura para fazer a vídeochamada na sala de aula. Somente em um momento foi possível ver a lousa, nas outras vezes ficamos apenas com o áudio do supervisor. Caso não melhore a estrutura da vídeochamada, ao terminar a minha regência com a turma, esses alunos ficarão com o ensino comprometido.

4.6 PLANO DE AULA 03 – 3 HORAS-AULA (SÍNCRONO)

Data:

- 18/10/2021 (síncrono)

Conteúdo:

- Calor específico;
- Calor latente;
- Mudança de fase da matéria.

Objetivos de ensino:

- Apresentar a construção histórica do conceito de calor;
- Definir o conceito de calor específico;
- Definir o conceito de capacidade térmica;
- Definir o conceito de calor latente;
- Explicar a importância da pressão no processo de fusão e ebulição;
- Trabalhar questões sobre capacidade térmica, calor específico e calor latente.

Procedimentos:Atividade Inicial (20 min):

Para começar a aula será preparado um vídeo, com duração na faixa dos 20 min, para introduzir o assunto de calorimetria e calor específico. O vídeo começará lembrando aos alunos sobre a dilatação térmica dos materiais (visto na aula anterior) e que esse fenômeno ocorre de forma diferente para cada tipo de material. Assim, perguntarei (no vídeo) se todos os corpos se aquecem ou resfriam de forma equânime ou sua constituição será relevante para determinar sua variação de temperatura. Outro questionamento que farei é se os corpos possuem a capacidade de transferir temperatura para um corpo.

Depois dessas questões apresentarei uma retrospectiva histórica da definição de calor (MICHELENA; MORS, 2008), começando pelos trabalhos desenvolvidos por Joseph Black que concluiu não ser possível fazer uma transferência direta de temperatura para um corpo. Na sequência falarei sobre a ideia do calórico de Lavoisier, uma teoria muito aceita no período, mas ao mesmo tempo muito contestada. Para exemplificar uma dessas contestações, falarei sobre os experimentos de Benjamin Thompson que concluiu não haver um fluido que se transfere entre os corpos com temperaturas diferentes.

O último personagem histórico a ser citado será James P. Joule, que junto de seu experimento, definiu o calor como um processo de transferência de energia. Neste momento, será utilizada uma imagem animada (*GIF*) para exemplificar o experimento

de Joule, e falarei dos processos que levam ao entendimento da transferência de energia. Na sequência apresentarei uma definição formal de calor e comentarei a sua diferença para temperatura; falarei sobre a unidade caloria (cal) e seu valor equivalente em joule (J). Para introduzir os conceitos de capacidade térmica e calor específico, utilizarei como ilustração uma piscina e um copo com água. Questionarei qual, ao ser aquecido, chegará à temperatura de ebulição primeiro.

Após, apresentarei o conceito de capacidade térmica, direi que essa é uma propriedade do corpo e falarei de sua equação correspondente. Depois, para introduzir calor específico, citarei como exemplo corpos de substâncias puras que terão sua capacidade térmica alterada de acordo com sua massa; apresentarei a definição formal de calor específico e sua equação correspondente. Por último comentarei sobre alguns valores tabelados de calor específico.

Desenvolvimento (100 min):

Após o vídeo, será realizado com a turma um momento de Instrução pelos Colegas, com a seleção de algumas questões conceituais (no máximo cinco) sobre os assuntos tratados no vídeo inicial. Em aula, explicarei a dinâmica da metodologia e pedirei ao professor presente na sala para dividir a turma em grupos, os alunos que estiverem remotamente serão um único grupo; caso não haja nenhuma ferramenta para os alunos responderem, será pedido para eles sinalizarem com a mão as respostas ao professor. Reservarei 30 min para esta atividade.

Trabalharei algumas questões quantitativas (no máximo 5) sobre capacidade térmica e calor específico com a turma. Será dado um tempo de 30min para realização da atividade; darei assistência aos alunos que continuam acompanhando as aulas remotamente, e o professor supervisor fará o mesmo para aqueles que estiverem em sala de aula.

No segundo momento da aula, será apresentado o vídeo preparado sobre calor latente. No vídeo, começarei falando sobre as mudanças de fase da matéria e utilizarei uma imagem que resume todos os processos e ilustra seus estados

atômicos. Mostrarei aos alunos uma simulação do *Phet - Estados da Matéria: Básico*⁵⁴ que é possível alterar a temperatura de uma substância, nesse caso será usado a água, e assim modificar sua representação molecular entre sólido, líquido e gasoso.

Na sequência, mostrarei um vídeo produzido pelo canal do YouTube, Manual do Mundo⁵⁵ sobre o experimento de Tyndall (coloca-se um fio, conectado a alguma massa, sobre um bloco de gelo a fim de pressionar o bloco e alterar seu ponto de fusão). Utilizarei esse vídeo para levantar uma situação que será discutida, após a introdução do tema de calor latente. Depois, falarei que há muito tempo se observava que durante a mudança de fase de um material a sua temperatura não se alterava, permanecendo constante. Apresentarei o trabalho de Joseph Black que construiu o modelo do calor latente, o qual não considera a variação de temperatura. Apresentarei uma definição formal extraída de Michelena e Mors (2008). Na sequência, mostrarei um gráfico que representa os processos de absorção de energia em forma de calor por um corpo.

Por último, falarei do processo de troca de energia em forma de calor entre corpos distintos, com temperaturas diferentes. Após o vídeo, retomarei o experimento de Tyndall exposto anteriormente. Indagarei os alunos se conseguem perceber qual propriedade física está sendo aplicada sobre o bloco de gelo para o fio poder atravessá-lo; depois discutirei com os estudantes os efeitos da pressão para determinar os pontos de fusão e ebulição de um material.

Fechamento (30 min):

Por fim, será passada uma lista com algumas questões quantitativas sobre calor latente, e ficarei à disposição para sanar dúvidas dos alunos que estiverem em formato remoto e o supervisor atenderá aqueles que estiverem presentes em sala de aula.

⁵⁴ Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/states-of-matter-basics>; acesso em: 25 de novembro de 2021.

⁵⁵ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=rDEHFqL93dc&t=56s&ab_channel=ManualdoMundo>; acesso em: 17 de outubro de 2021.

Recursos:

- Vídeos preparados pelo professor estagiário;
- Uma lista de questões conceituais sobre capacidade térmica e calor específico;
- Duas listas de exercícios quantitativos;
- Simulação computacional.

Avaliação:

Não há uma avaliação específica para esta aula.

4.7 RELATO DE REGÊNCIA 03 – 3 HORAS-AULA (SÍNCRONO) – 18/10/2021

A aula começou às 7h45min, com 17 alunos presentes, sendo quatro via a plataforma do *Google Meet* e 13 na sala de aula. Diferente da aula do dia 14 de outubro, ao entrar na plataforma de videochamada foi possível ver a imagem da lousa da sala, embora a sua nitidez não fosse tão legível. Outra novidade foi que, segundo o professor supervisor, os alunos podiam me ouvir.

Comecei mostrando o vídeo que foi preparado para introduzir o assunto de calorimetria. O que foi tratado no vídeo está descrito na subseção 4.6. Ao passar o vídeo pela primeira vez, os alunos não conseguiam me ouvir, pois houve uma falha semelhante à que ocorreu na segunda aula. Nesse momento, o supervisor me orientou a compartilhar uma guia do *browser*, o que solucionou o problema. O supervisor começou a passar o vídeo paralelamente com os alunos presenciais. Após, foi realizada uma atividade baseada no método Instrução pelos Colegas, composta por quatro questões conceituais sobre calor específico e capacidade térmica.

Como não tínhamos à disposição materiais, como os *plickers* (placas que possuem um código para leitura das respostas), sugeri que os alunos respondessem com a mão no peito indicando a resposta (sinalizar com os dedos que $a=1$, $b=2$, $c=3$,

d=4, e=5) ao professor supervisor que faria a contagem das respostas; já para os alunos remotos, as respostas deveriam ser colocadas no *chat* da videochamada.

Comuniquei à turma que, se mais de 70% dos alunos respondessem corretamente, seria feito uma pequena discussão e passaríamos para a próxima questão. Caso o percentual de acertos fosse menor que 70% e maior que 30%, os alunos deveriam procurar um colega que tivesse respondido diferente dele e tentar convencê-lo de que a resposta que escolheram é a correta. Caso o percentual ficasse menor que 30%, faríamos uma nova discussão do conteúdo.

Na primeira questão (APÊNDICE E - Figura 19), os alunos unanimemente escolheram a resposta correta, alternativa D, e fiz pequenos comentários. Na segunda questão (APÊNDICE E - Figura 20) houve uma pequena divergência na turma, mas a maioria (mais de 70%) indicou a alternativa correta, letra D, novamente fiz breves comentários. Na terceira questão (APÊNDICE E - Figura 21), também houve uma pequena divergência, mesmo assim, a maioria respondeu corretamente a alternativa E. Como essa questão trazia uma nova representação da unidade de calor específico, o professor supervisor resolveu explicar a origem de cada termo da unidade. Como os alunos em modalidade remota, nesta ocasião, não tinham a imagem da lousa, repliquei a explicação do supervisor no *Jamboard*.

Para a quarta questão (APÊNDICE E - Figura 22), a maioria da turma indicou a alternativa correta, letra B, fiz breves comentários de cada alternativa e elogiei a turma pela maioria ter indicado a resposta correta em todas as questões. Na sequência, os alunos fizeram algumas questões quantitativas (APÊNDICE E - Figura 23) sobre os mesmos assuntos (calor específico e capacidade térmica). Nesse momento, o supervisor foi ao quadro para reescrever as equações que os alunos utilizariam e aproveitou para resolver a primeira questão. Ao concluírem os exercícios, os alunos que estavam em sala de aula pediram uma pausa e o supervisor concedeu cinco minutos.

Na sequência, foi passado o vídeo produzido sobre calor latente. O conteúdo tratado nesse assunto está descrito na subseção 4.6. Ao terminar o vídeo, discuti com os alunos que estavam na videochamada o motivo pelo qual um fio de aço conseguiu transpassar o bloco de gelo sem cortá-lo (experimento de Tyndall). Questionei se eles

conseguiram enxergar a propriedade física que permitia esse fenômeno acontecer, mas eles não identificaram. Comecei a construir o pensamento junto com eles. Descrevi que o fio possuía uma massa conectada que exercia uma força sobre o bloco e que a área de contato do fio era muito pequena, deste modo, existia uma propriedade que dependia da força pela área de contato. Mesmo assim, ninguém percebeu que se tratava da pressão (anterior à unidade de física térmica, os alunos viram em Hidrostática o conceito de pressão). Falei que, devido à pressão do fio, o ponto de fusão do gelo se alterava fazendo com que o bloco derretesse, mesmo com uma temperatura abaixo de 0°C e, à medida que o gelo derretia e o fio começava a descer, a água líquida em contato com o gelo, que não estava mais sob alta pressão, congelava novamente mantendo o formato do bloco original. Comentei que o mesmo fator também afeta o ponto de ebulição e como exemplo citei a panela de pressão, que é capaz de fazer a água ferver acima de 100°C .

Para ilustrar a importância da pressão, utilizei uma simulação disponível no *Phet - Estados da Matéria: Básico*. Na simulação existe um recipiente capaz de alterar a altura de sua tampa, ou seja, a pressão exercida sobre uma substância, o que pode mudar seu estado físico. Na sequência os estudantes fizeram mais alguns exercícios selecionados (APÊNDICE E - Figura 24). Resolvi com os alunos, em modalidade remota, a primeira questão e deixei a segunda para que eles fizessem. Após alguns minutos, resolvi a segunda questão e, no final, informei o horário de atendimento para dúvidas, que seria na terça-feira (19 de outubro de 2021) às 14h.

Apesar das limitações impostas pelos recursos tecnológicos, como a transmissão do vídeo e a atividade de Instrução pelos Colegas, todo o planejamento inicial pode ser executado, não acarretando em acúmulo de conteúdo para as próximas aulas. O momento da Instrução pelos Colegas foi uma experiência interessante, porém ele ocorreu sem grandes discussões entre os alunos, pois a maioria da turma escolheu a alternativa correta em todas as questões. Isso me surpreendeu, pois não esperava que mais de 70% da turma conseguisse acertar a terceira e quarta questões, creio que a forma rudimentar de indicar as respostas possa ter favorecido a cópia das mesmas pelos colegas.

Um fator que atrapalhou um pouco o andamento da aula foi a diferença de ritmo entre os alunos presentes na sala de aula, com os alunos no *Google Meet*, os quais conseguiam terminar as atividades mais rápido, o que gerou alguns momentos de espera até que a turma presencial terminasse. Outro fator que não contribuiu significativamente para a aula foi o uso do simulador do *Phet* no experimento de Tyndall, pois à medida que se aumentava a pressão na substância ele também alterava a temperatura e, no experimento, a temperatura do bloco se mantém constante. Como não foi discutido o uso deste simulador nos microepisódios de ensino, isso acabou passando despercebido. Outro fator que ficou pouco explicitado foi o processo de troca de calor entre os corpos e, para esclarecer o assunto, prepararei um vídeo complementar em um dos plantões de dúvidas.

4.8 PLANTÃO DE DÚVIDAS 01 – 1 HORA-AULA (SÍNCRONO) – 19/10/2021

No dia 19 de outubro, marquei um plantão de dúvidas para ajudar os estudantes. O professor divulgou o plantão para as duas turmas que ele leciona (Administração e Informática). Marquei para fazer os atendimentos a partir das 14 horas em uma sala do *Google Meet*. O supervisor construiu uma lista de exercícios para cada conteúdo trabalhado em aula, com 10 a 15 questões por lista.

As listas apresentam desde questões fáceis, demandando a pura aplicação de equações, como questões mais elaboradas, que exigem um esforço maior na resolução. As listas eram iguais para as duas turmas. Esperei cerca de 30 minutos até aparecer uma aluna da turma de Informática, que relatou estar no trabalho e que não possuía dúvidas, estava ali apenas para observar o atendimento para outras pessoas. Depois de alguns minutos, entrou outra aluna da mesma turma na sala para tirar dúvidas. Ela reclamou de duas questões que ela considerava estarem corretas, porém na lista do *Moodle* suas respostas foram consideradas erradas.

A primeira questão (pode ser vista no APÊNDICE D - Figura 18, primeiro exercício) tratava do comprimento de um mastro, que sofria uma dilatação após uma

determinada variação térmica, e era preciso descobrir o quanto foi dilatado. Segundo a aluna, a resposta correta era $11,385 \times 10^{-6} \text{ cm}$. Mas como eu havia desenvolvido o mesmo problema em uma aula anterior com a turma de Administração, sabia que o resultado estava equivocado. Assim, comecei a refazer a questão junto com a estudante e aproveitei para reforçar como trabalhar com a notação científica durante o cálculo e no resultado final. Então demonstrei que o resultado correto era de $1,1385 \text{ cm}$, porém no gabarito do sistema constava como 11 cm . Assim, depois desse atendimento, falei com o professor supervisor para modificar o gabarito. A segunda questão tratava de determinar o coeficiente de dilatação linear de um material com os dados disponíveis em um gráfico. A questão pedia para expor o resultado na ordem de $10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, assim, o resultado encontrado pela aluna foi de $30 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, mas no gabarito do sistema constava $3 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Ao refazer o problema constatei que o gabarito estava errado e avisei o professor.

Apesar de ter que esperar muito tempo para poder ajudar alguém, foi uma experiência interessante fazer esse tipo de atendimento. Percebi ser muito comum o problema relatado pela aluna, pois na turma de Administração o supervisor dedicou um tempo razoável para mostrar como usar a notação científica. A aluna também demonstrou saber utilizar as equações, porém o que mais me chamou a atenção foi sua falta de criticidade. A dilatação é um fenômeno, no geral, pouco perceptível, expressa por valores baixos na ordem de centímetros ou milímetros, mas um resultado de $11,385 \times 10^{-6} \text{ cm}$ é extremamente baixo, logo, deveria ter sido um sinal de alerta que algo deu errado.

4.9 PLANO DE AULA 04 – 3 HORAS-AULA (SÍNCRONO)

Data:

- 21/10/2021 (síncrono)

Conteúdo:

- Formas de transmissão de energia em forma de calor;
- Transformações gasosas;
- Equação geral dos gases.

Objetivos de ensino:

- Distinguir transmissão por condução, irradiação e convecção;
- Explicar o efeito da brisa marítima;
- Explicar o Efeito Estufa;
- Explicar a funcionalidade da garrafa térmica;
- Definir gás ideal;
- Caracterizar as transformações gasosas (isobárica, isotérmica, isovolumétrica e adiabática);
- Construir a Equação Geral dos Gases Ideais;
- Trabalhar questões sobre equação Geral.

Procedimentos:Atividade Inicial (20 min):

A aula começará com apresentação de um vídeo que produzirei para tratar sobre as formas de transmissão de calor, com duração de até 20min. Começarei o vídeo falando sobre as algumas formas que a humanidade utiliza para se comunicar, como por exemplo a brincadeira de telefone sem fio, o uso de sinal de fumaça e as mensagens mandadas por aplicativos como o *WhatsApp*⁵⁶.

Utilizarei essas três formas para fazer um paralelo com a condução, convecção e irradiação, respectivamente. Começarei falando do processo de condução, o qual se trata de um processo em que a energia é transmitida átomo a átomo e falarei de alguns materiais que são bons e maus condutores. Depois mostrarei um vídeo postado no canal do Instituto de Física da UFRGS⁵⁷ no YouTube, que mostra três barras de metais

⁵⁶ Aplicativo de mensagem instantânea e chamadas de voz para *smartphones*, por meio da internet. (WIKIPÉDIA, 2021b).

⁵⁷

Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=bKQxYPJtKZ8&t=40s&ab_channel=InstitutoDeF%C3%ADsicadaUFRGS; acesso em: 20 de outubro de 2021.

distintos: cobre, latão e aço. As barras estão com gotas de cera de vela, igualmente espaçadas, que são aquecidas por três velas iguais.

Neste momento, irei interromper o vídeo e perguntarei aos alunos em qual das barras eles acham que a cera de vela derreterá primeiro; depois comentarei as respostas e o motivo da barra de cobre ser a primeira a derreter a cera. Voltarei a passar o vídeo original sobre as formas de transmissão de calor e falarei da convecção, a qual precisa de um meio fluído para ocorrer e como exemplificação, destacarei o aquecimento da água, da geladeira, do ar-condicionado e da brisa marítima.

Por último, falarei da transmissão por irradiação, como sendo uma forma que não depende de um meio físico para ocorrer, citando como exemplo o sistema Terra-Sol. Apresentarei uma imagem que resume as ondas eletromagnéticas, destacando as ondas do infravermelho, também conhecidas como “ondas de calor”. Falarei sobre o efeito estufa e para isso apresentarei uma imagem de uma estufa com os raios solares que incidem e refletem na estrutura. Na sequência, comentarei sobre o efeito estufa do planeta Terra, necessário para a manutenção da vida. Por último, comentarei o funcionamento da garrafa térmica, que possui uma construção capaz de evitar ou diminuir a perda de energia térmica pelas três formas abordadas na aula.

Desenvolvimento (70 min):

Após o vídeo, farei um experimento com a turma que necessitará dos seguintes materiais: dois balões - um preenchido com ar e o outro com água - e uma vela. Será perguntado aos alunos quais dos balões, ao ser colocado em cima da chama da vela, irá apagá-la. Também perguntarei aos estudantes quais dos balões resistirá mais tempo em cima da chama e que quantifiquem esse tempo.

Após o experimento, discutirei os fenômenos que foram observados. Na sequência, utilizarei a metodologia Instrução pelos Colegas, utilizando questões conceituais (no máximo cinco) que abordem as formas de transmissão de calor. Neste

momento, utilizarei as ferramentas do *site Nearpod*⁵⁸ que permitem fazer um questionário de múltipla escolha com vários usuários remotamente; para isso será necessário que os alunos tenham à disposição um *smartphone* para acessar o sistema.

Caso os estudantes apresentarem dificuldades em acessar o *Nearpod* tentarei fazer a atividade de forma rudimentar, conforme já utilizado anteriormente. Pretendo dispor de 50min para fazer as duas atividades e encerrarei as discussões sobre as formas de transmissão de calor.

O segundo assunto da aula será sobre transformações gasosas e, para isso, produzirei um segundo vídeo. No vídeo começarei falando sobre o que define o estado da matéria gasoso e darei alguns exemplos, que provavelmente estão presentes na vida dos alunos, como por exemplo, desodorante, gás veicular, panela de pressão e gás de cozinha. Depois, falarei das características que definem um gás ideal, alertando que faremos idealizações, como o tamanho desprezível das partículas, desconsideração das forças de atração entre elas e que os choques das partículas são considerados perfeitamente elásticos.

Na sequência, falarei das três variáveis físicas que podemos controlar ao lidar com gases: a pressão, o volume e a temperatura. Para ilustrar como é possível controlar essas três variáveis, farei uso do simulador Balões e Empuxo⁵⁹. Começarei falando sobre o que acontece quando deixamos a temperatura constante e variamos a pressão e o volume (processo isotérmico). Após mostrar o fenômeno com o simulador, apresentarei matematicamente um processo isotérmico como a Lei de Boyle-Mariotte; apresentando os gráficos que descrevem o processo e alertando para o fato de que as curvas mais afastadas dos eixos do gráfico representam maior temperatura.

⁵⁸ Plataforma *online* que disponibiliza recursos interativos gratuitamente. Para a aula foi criado um questionário, onde o professor pode acompanhar as respostas dos estudantes em tempo real. Só é preciso um equipamento com acesso à internet (*smartphone* ou computador) para os estudantes poderem acessar o questionário. Para mais informações: <<https://nearpod.com/>>.

⁵⁹ Disponível em <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/balloons-and-buoyancy>; acesso em: 20 de outubro de 2021.

Depois falarei sobre a pressão constante (processo isobárico) e como o volume e temperatura variam. Voltarei, então, ao simulador para demonstrar o fenômeno e, na sequência, farei a apresentação da Lei de Gay-Lussac junto de sua descrição matemática e gráfica. Como exemplo, comentarei sobre o enchimento de um balão.

O terceiro processo será o volume constante (isovolumétrico), que ilustrarei novamente com o auxílio do simulador, seguido da apresentação da Lei de Charles, assim como sua descrição matemática e gráfica. Como exemplo, comentarei sobre a panela de pressão e sua capacidade de aumentar o ponto de ebulição da água. No final apresentarei a Equação Geral dos Gases Ideais. Pretendo dispor de 20 min para este assunto.

Fechamento (40 min):

Para encerrar a aula, será trabalhada uma lista de questões sobre transformações gasosas. Os estudantes presentes em sala de aula poderão tirar dúvidas com o professor supervisor. Para aqueles que estiverem na modalidade remota, farei o atendimento de dúvidas.

Recursos:

- Dois vídeos produzidos pelo professor estagiário;
- Questões conceituais no *Nearpod*;
- Simulação computacional.

Avaliação:

Não há uma avaliação específica para esta aula.

Observações:

Houve uma falha na captação do áudio do vídeo sobre gases ideais que impossibilitou sua exibição, mas o professor supervisor não viu problema em fazer a apresentação do conteúdo sem o recurso.

4.10 RELATO DE REGÊNCIA 04 – 3 HORAS-AULA (SÍNCRONO) – 21/10/2021

A aula começou às 7h45min, com 17 alunos presentes, sendo quatro via plataforma do *Google Meet* e 13 na sala de aula. Comecei a aula indicando que essa seria minha última participação síncrona com eles. Passei o vídeo preparado sobre formas de transmissão de energia em forma de calor. O vídeo seguiu aquilo que foi descrito no plano de aula da subseção 4.9. Na parte em que questiono os alunos qual das barras metálicas iria começar a derreter a cera de vela primeiro, a maior parte destes indicou ser a barra de latão, porém a cera começaria a derreter pela barra de cobre. Eu havia falado anteriormente que bons condutores de eletricidade também são bons condutores de energia térmica, mas pela resposta apresentada creio que não fizeram essa associação na escolha da barra.

Ao terminar a exibição do vídeo, um aluno questionou se é possível evitar o aquecimento global, o professor supervisor respondeu que o aquecimento pelo efeito estufa é natural e deve ocorrer, porém devido a emissão de gases poluentes, como dióxido de carbono, a atmosfera está ficando cada vez mais grossa. O supervisor comentou que, quanto mais quente fica o planeta, mais rápido derrete as camadas polares que também possuem a capacidade de refletir a irradiação solar e assim diminuir o aquecimento. Outro exemplo citado foi o planeta Marte, que possui pouca atmosfera e uma baixa temperatura, e o planeta Vênus, que possui uma atmosfera muito densa, que gera altíssimas temperaturas, sendo o planeta mais quente do sistema solar.

Na sequência, o supervisor comentou sobre a garrafa térmica que possui a capacidade de evitar perda de energia na forma de calor pelos três meios apresentados na aula (condução, convecção e irradiação). Outro assunto tratado no vídeo e comentado pelo supervisor foi o vento na praia, pois o mesmo considerou que passei muito rápido pelo tema.

Para a próxima atividade, solicitei aos estudantes que baixassem em seus celulares o aplicativo do *Nearpod* para implementarmos o método Instrução pelos

Colegas. Enquanto isso, preparei o material para fazer a demonstração experimental descrita no plano de aula (subseção 4.9).

Ao perguntar para os alunos quais dos balões iria apagar a vela, o supervisor relatou que a turma estava indecisa, mas seis pessoas disseram ser o balão com ar e três o balão com água (a turma possuía 13 alunos em sala de aula). Indaguei a todos quanto tempo achavam que duraria o balão com ar em cima da chama e quanto duraria o balão com água. De modo geral, a maioria concordava que o balão com água duraria mais, e responderam um tempo de dez segundos; já para o balão com ar, a resposta ficou em dois segundos.

Ao executar a demonstração, optando inicialmente pelo balão com ar, percebemos que o tempo foi de aproximadamente um segundo sobre a vela, apagando-a. Já o segundo balão ficou exposto por pelo menos 50 segundos sem estourar. Ao terminar, questionei os estudantes sobre as diferenças de tempo entre eles. Uma aluna, em modo remoto, respondeu que a água absorvia o calor da chama e isso impediu o derretimento da borracha. Outro aluno, na sala de aula, disse que a borracha conduziu o calor da chama direto para a água. Depois justifiquei que as afirmações dos estudantes estavam corretas; disse que como o ar é um péssimo condutor, no caso do balão com ar, toda a energia na forma de calor é absorvida pela borracha e o balão estoura. A água, apesar de ser um péssimo condutor de energia térmica, é melhor que o ar e consegue absorver parte da energia que chega na borracha, impedindo o balão de estourar de imediato. Outro fator que ajuda o balão com água a durar mais são as correntes de convecção dentro do balão.

Depois da demonstração experimental e suas explicações, fomos para o desenvolvimento da Instrução pelos Colegas. Na primeira questão (APÊNDICE F - Figura 25), menos de 70% da turma respondeu a alternativa correta (letra C), então solicitei para que achassem um colega que respondeu diferente e tentasse convencê-lo a mudar de posicionamento. Após certo tempo para discutirem, os mesmos responderam novamente à questão, com a maioria acertando a alternativa correta.

Na segunda questão (APÊNDICE F - Figura 26), a turma chegou no percentual acima dos 70% na alternativa correta, letra E, o que era esperado, pois a temática da questão havia sido comentada em aula.

Na terceira questão (APÊNDICE F - Figura 27), o índice de acerto ficou entre 30 e 70%, sendo necessária mais uma rodada de discussões, porém não demorou para alguns modificarem as respostas (alternativa correta era letra A) e fiz breves comentários.

Na quarta questão (APÊNDICE F - Figura 28), ninguém respondeu, pois faltou a pergunta no enunciado e o tema da questão já havia sido discutido em aula também. Na quinta questão (APÊNDICE F - Figura 29), a turma chegou na maioria dos 70% respondendo corretamente a alternativa D. Depois, comentei cada uma das afirmações do enunciado.

Na continuação da aula, tratei sobre transformações gasosas, porém o vídeo produzido sobre o assunto teve um problema na captação do áudio, mas o supervisor não viu problema em apresentar o tema sem o recurso. Assim, utilizei os slides preparados para o vídeo e segui a ordem descrita no plano de aula (subseção 4.9). A única diferença, com relação ao que foi descrito no plano, foi que ao tratar da transformação de um gás a pressão constante, não utilizei o simulador, pois antes da aula, ao ser testado, ele havia apresentado um comportamento não condizente com o fenômeno. Ao final da apresentação, foram propostos alguns exercícios.

O supervisor se propôs a fazer o primeiro exercício com a turma presencial, e fiz o mesmo com os alunos remotos. Falei aos alunos que não era preciso gravar todas as representações matemáticas das Leis dos Gases (Boyle-Mariotte, Gay-Lussac e Charles), mas era preciso saber a Equação Geral dos Gases e, de acordo com as informações de pressão, volume ou temperatura constante retira-se o parâmetro respectivo.

Em um dos exercícios, uma aluna questionou o resultado obtido, que estava errado, então perguntei se ela havia convertido as temperaturas para a escala Kelvin. Aproveitei para destacar que, no exercício, a temperatura em Celsius dobrava do estado inicial para o final, mas ao converter os valores para escala Kelvin isso não acontecia. Ao final da aula me despedi dos alunos e agradei novamente por terem me aceitado. Também avisei que na terça-feira do dia 26 de outubro estaria fazendo um plantão de dúvidas.

No começo da aula, sobre o vídeo das barras metálicas, me surpreendeu os alunos terem escolhido a barra de latão. Esperava que, pela minha explicação sobre bons condutores de eletricidade também serem bons condutores de energia térmica, momentos antes, os alunos escolhessem a barra de cobre. Eles não viram nada formal a respeito de eletricidade, mas muitas vezes é de conhecimento geral que os fios condutores são feitos de cobre. Sobre a utilização da Instrução pelos Colegas, acredito ter sido mais proveitoso, pois dessa vez os alunos precisaram discutir entre si, diferente do ocorrido na terceira aula. Acredito que utilizar o *Nearpod* possa ter influenciado na mudança de resultados, pois ele forçou os estudantes a terem que responder sem fazer nenhum sinal aparente, respondendo apenas pelo celular ou computador. Na aula de gases, faltou dar mais exemplos práticos de cada transformação.

4.11 PLANTÃO DE DÚVIDAS 02 – 1 HORAS-AULA (ASSÍNCRONO) – 26/10/2021

Foi marcado um segundo plantão de dúvidas para o dia 26 de outubro, às 14h. Semelhante ao primeiro, o atendimento foi oferecido para as turmas de Administração e Informática. Porém, nesse segundo plantão, ninguém compareceu. Dessa forma, a fim de compensar o tempo, gravei três vídeos e os disponibilizei no *Moodle* da turma de Administração.

O primeiro vídeo era sobre a troca de energia na forma de calor entre corpos com temperaturas diferentes. Comecei destacando que, nesses casos, estamos considerando sistemas fechados, que não recebem influência de objetos externos ao sistema, e as trocas de calor ocorrem até todos os corpos do sistema chegarem ao equilíbrio térmico. Expliquei que toda energia cedida pelos corpos de maior temperatura é absorvida pelos corpos de menor temperatura e descrevi esse processo matematicamente.

Para exemplificar o tema, utilizei um exemplo (APÊNDICE G - Figura 31) em que era preciso resfriar um galão de 6 litros de água a 25° C para 10° C adicionando

gelo a 0° C. O objetivo do exemplo era determinar a massa de gelo necessária para isso. Assim, destaquei que primeiro temos a mudança de temperatura do volume de líquido do galão, que não passa por um processo de mudança de fase; depois temos o processo do gelo que precisa passar pela mudança de fase para depois pode se aquecer retirando energia na forma de calor da água no galão, até equilibrar a temperatura de todo o sistema em 10° C. A partir disso, era possível determinar a massa de gelo necessária.

No segundo vídeo que disponibilizei aos alunos, fiz uma sondagem dos exercícios da lista de calorimetria que tiveram menos acertos e entre eles escolhi a questão descrita no APÊNDICE G - Figura 32. Para determinar a massa de gelo formada pela perturbação do estado de superfusão, falei que a massa de água iria aquecer da temperatura de -5,6° C para 0° C e, ao terminar o aquecimento, parte da energia desse processo formaria uma quantidade de gelo. Assim, teríamos um processo de aquecimento da água que depende do calor específico⁶⁰, e um outro processo de mudança de fase⁶¹ para formar o gelo, que utiliza a mesma energia do aquecimento.

Na segunda parte da questão, é adicionado um bloco metálico ao sistema de água e gelo, que possui uma determinada capacidade térmica e temperatura elevada, sendo necessário saber a temperatura de equilíbrio do sistema. Mostrei que é preciso considerar três etapas. A primeira é o derretimento da massa de gelo, que depende de seu calor latente; a segunda é o aquecimento de toda a massa de água líquida a 0° C até a temperatura de equilíbrio, que depende de seu calor específico; e a terceira é o resfriamento do bloco metálico a 91° C, que depende de sua capacidade térmica.

No terceiro vídeo, resolvi uma questão (APÊNDICE G - Figura 33) escolhida pelo mesmo processo descrito anteriormente. Iniciei lendo o enunciado e explicando cada informação importante que o mesmo contém. O primeiro item a se fazer é determinar o calor latente de fusão da substância B; expliquei que, para isso, é preciso

⁶⁰ É representado pela equação $Q=mc\Delta\theta$, sendo 'Q' a energia do processo, 'm' a massa da substância, 'c' o calor específico da substância e $\Delta\theta$ a variação de temperatura que a substância foi submetida.

⁶¹ É representado pela equação $Q=mL$, sendo 'Q' a energia do processo, 'm' a massa da substância e 'L' o calor latente do processo, que pode ser de fusão ou ebulição.

utilizar as informações contidas no gráfico presente no enunciado. O exercício nos diz que é fornecida energia a uma determinada taxa constante, que precisa ser usada para determinar a energia total do processo de mudança de fase da substância B. Mostrei, na resolução, que podemos determinar as grandezas envolvidas apenas analisando as unidades das informações fornecidas. Assim, é possível determinar o calor latente de fusão (L) pela relação $L = Q/m$.

No segundo item do exercício, é preciso determinar a quantidade de massa da substância B que sofre mudança de fase após entrar em contato com a substância A e o sistema estabilizar na temperatura de mudança de fase de uma das substâncias. Como a temperatura de A é 280°C , a de B é 20°C e a substância A só muda de fase em 300°C , o sistema irá se estabilizar na temperatura de 80°C , onde B muda seu estado de fase. Também seria preciso determinar a quantidade de energia que A cederia para o corpo B, até reduzir a temperatura de equilíbrio e a energia que B absorveria até começar a mudança de fase. Mas para isso é preciso determinar o calor específico de cada substância.

Determinei o calor específico de cada corpo pelas informações disponíveis no gráfico com a equação $c = Q/m\Delta\theta$. Assim, com as informações descritas no enunciado, com o uso da equação $Q = mc\Delta\theta$, determinei a energia cedida por A como 1000cal (sendo cal o símbolo da unidade de caloria), e a energia absorvida por B até chegar na temperatura de 80°C é de 600cal .

Como o sistema em que os corpos A e B estão inseridos é fechado, toda a energia cedida por A é absorvida por B, então das 1000cal cedidas por A, 600cal foram usadas para aquecer a substância B e as 400cal restantes foram usadas na mudança de fase. Assim, pela expressão $m = Q/L$ podemos determinar a quantidade de massa de B que mudou de fase.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tentar promover um ensino significativo no contexto ao qual esse estágio foi realizado não foi uma tarefa simples. Na primeira aula, procurei fazer uma longa contextualização, iniciando na necessidade de sabermos o que é velocidade para apresentar, então, por meio de reportagens veiculadas na mídia, a necessidade de sabermos o conceito de temperatura e toda a construção científica que este conceito envolve, como as escalas termométricas e o Aquecimento Global.

Ao lecionar sobre Dilatação Térmica, fiz uma correlação do conceito de temperatura (nível de agitação das moléculas de um corpo) com o tamanho dos corpos para tentar promover uma reconciliação integrativa.

Porém, houveram dois momentos em que os alunos não apresentaram os subsunçores para relacionar as novas informações: no experimento de Tyndall, em que ninguém relacionou a importância da pressão no experimento; e também no vídeo sobre condução de calor (terceira aula), onde nenhum estudante indicou que na barra de cobre a cera de vela derreteria primeiro. Porém isso pode ser esperado, pois cada indivíduo aprenderá diferentemente cada informação. Algo previsto por David Ausubel (COELHO; MARQUES; SOUZA, 2021, p.2) é a vontade própria da pessoa em querer aprender como determinante para uma aprendizagem significativa. E mesmo que ocorra aprendizagem significativa não pode ser esperado que o aluno nunca esqueça aquela informação (Ibid, 2021, p. 1).

Obviamente, não esperava ter que realizar esse trabalho em um momento pandêmico, o que frustrou várias etapas da minha formação em ter contato direto com estudantes e a sala de aula. Mas, apesar disso, a experiência do estágio foi enriquecedora para minha formação, pois somos preparados para este momento desde o início do curso, e finalmente pude assumir aulas em uma turma de ensino médio. Confesso que, se eu tivesse feito o questionário para selecionar a turma para fazer a regência, talvez não teria escolhido a turma de Administração, por não ser muito simpática à disciplina de física. Mas as preferências dos alunos não se refletiram

nas aulas, pois em nenhum momento eles se mostraram indiferentes, e fui bem recebido ao longo de todas as regências.

Acredito que toda a aula é fruto de seu contexto temporal e tentei trazer discussões que fossem atuais para os alunos, e que contrastassem com o momento atual de alta negação científica por parte de nossos governantes. Tal negação resultou no falecimento de milhares de pessoas durante a pandemia de Covid-19 e a negação dos fatores climáticos, pelos governantes de diversos países, trará resultados piores, caso nada seja feito para frear o aquecimento global.

Ao ingressar no curso de Licenciatura em Física, certamente toda e qualquer concepção que possuía sobre educação foi modificada. Mesmo tendo ingressado num currículo de muita “física pura”, ao longo das disciplinas de ensino, fui ressignificando a forma como um professor deve formar uma aula. Entendi que é preciso trazer significado ao aluno, e que considerar seus conhecimentos prévios pode ser útil para um ensino mais significativo.

Minha formação como docente foi um longo processo que contou com o apoio de diversos colegas do curso que me ajudaram, dos docentes universitários que dispunham de seu tempo apertado para nos ensinar, mesmo que em moldes tradicionais, mas que, no geral, nunca negaram nossa vontade de aprender.

Espero que este trabalho seja apenas o começo de uma longa formação dentro da docência, a fim de proporcionar um ensino cada vez melhor para meus futuros alunos.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 362–384, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.5007/2175-7941.2013v30n2p362>>.

BONJORNO, J. R. *et al.* **Física: história & cotidiano**. São Paulo: FTD, 2003.

COELHO, L. M.; MARQUES, A. J.; SOUZA, D. G. A Teoria da Aprendizagem Significativa e o ensino de História. **Revista Educação Pública**, v. 21, n. 22, p. 1–8, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.18264/REP>>

GEOGEBRA. **O que é o GeoGebra?**. Disponível em: <<https://www.geogebra.org/about>>. Acesso em: 25 nov. 2021.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física, volume 1 : Mecânica**. 10ªed. LTC, 2016a.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física, volume 2 : gravitação, ondas e termodinâmica**. LTC, 2016b.

INMETRO. **O Sistema Internacional de Unidades**. 9ªed., 2021.

LEMOS, E. dos S.; MOREIRA, M. A. A avaliação da aprendizagem significativa em biologia: um exemplo com a disciplina embriologia. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 2, p. 15–26, 2011.

MICHELENA, J. B.; MORS, P. M. Física Térmica: uma abordagem histórica e experimental. **Textos de apoio ao professor de Física**, v. 19, n. 5, p. 59, 2008.

MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. Teorias Construtivistas. p. 45–57, 1999.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. D. H. Teorias de aprendizagem: texto introdutório. p. 40, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>>

WIKIPÉDIA. **Free body diagram** - **Wikipedia, The Free Encyclopedia**. 2021. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Free_body_diagram&oldid=1056452941> . Acesso em: 25 nov. 2021.

WIKIPÉDIA. **GIF** - **Wikipédia, a enciclopédia livre**. 2020. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=GIF&oldid=59507634>>. Acesso em: 25 nov. 2021.

WIKIPÉDIA. **Telecurso** - **Wikipédia, a enciclopédia livre**. 2021a. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Telecurso&oldid=62371677>>. Acesso em: 25 nov. 2021.

WIKIPÉDIA. **WhatsApp** - **Wikipédia, a enciclopédia livre**. 2021b. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=WhatsApp&oldid=62408486>>. Acesso em: 25 nov. 2021.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares. São Paulo: Livraria da Física, 2011

APÊNCIDE A – QUESTIONÁRIO DA TURMA DE ADMINISTRAÇÃO

Figura 5 - Cabeçalho e perguntas 1 a 4 do questionário.

Questionário para os alunos do IFRS- Campus Farroupilha

Olá pessoal! Sou William, formando do curso de Licenciatura em física pela UFRGS e por um período vou fazer estágio no IFRS - Campus Farroupilha com vocês. Como não os conheço muito, preparei este questionário com essa finalidade. Suas respostas servirão apenas para fins acadêmicos e não serão identificadas.

***Obrigatório**

1. Nome:

Não é obrigatório sua identificação.

2. Idade

3. 1.Para participar da aulas você utiliza um: *

Marque os que você possui e pode utilizar em aula.

Marque todas que se aplicam.

- Computador / notebook
- Smartphone (celular)
- Tablet

4. 2.Seu acesso à internet é por: *

Marque todas que se aplicam.

- Banda larga (fibra ótica, wi-fi, ethernet)
- Pacote de dados móveis (3G, 4G, 4.5G)
- Rádio

Fonte: Próprio autor.

Figura 6 - Perguntas 5 a 8 do questionário.

5. 3.Qual o sistema operacional do seu computador/notebook? *

Marcar apenas uma oval.

- Windows
- Linux
- Mac OS (Apple)
- Não tenho computador

6. 4.Qual o sistema operacional do seu celular ou tablet? *

Marcar apenas uma oval.

- Android
- IOs
- Não tenho celular ou tablet

7. 5.Para se comunicar com os colegas, quais aplicativos ou plataformas utiliza? *

Marque todas que se aplicam.

- WhatsApp
- Telegram
- Messenger
- Discord
- Não me comunico com os colegas

Outro: _____

8. 6.Sobre aulas síncronas: *

Aulas síncronas são aquelas que ocorre interação em tempo real com o professor e a turma.

Marcar apenas uma oval.

- Prefiro aulas síncronas
- Prefiro aulas assíncronas (aulas pré-gravadas)
- Prefiro apenas atividades e materiais escritos

Fonte: Próprio autor.

Figura 7 - Perguntas 9 a 13 do questionário.

9. 7.Qual a sua disciplina favorita? Por quê? *

10. 8.Qual disciplina você menos gosta? Por quê? *

11. 9.Você gosta de física? Comente sua resposta

Caso tenha respondido como sua disciplina favorita, pule essa pergunta

12. 10.O que você mais gosta na Física? *

13. 11."Você gostaria mais de física se..." complete a sentença *

Fonte: Próprio autor.

Figura 8 - Perguntas 14 a 16 do questionário.

14. 12.Você vê alguma utilidade em aprender Física? Comente sua resposta. *

15. 13.Quais dificuldades você costuma ter ao estudar Física? *

16. 14.O que você curte fazer em seu tempo livre? *

Diga coisas que gosta de fazer, assistir, ...

Fonte: Próprio autor.

APÊNDICE B – MOODLE DA TURMA DE ADMINISTRAÇÃO

Figura 9 - Moodle da turma de Administração.

The screenshot shows the Moodle interface for a course titled '2021/01 - Física 1 - Administração'. The page features a green header with the user's name 'William Geib' and the language 'Português - Brasil (pt_br)'. A left sidebar contains navigation options like 'Participantes', 'Emblemas', and 'Notas'. The main content area displays 'Física 1 - ADM' with a 'Dúvidas' section and a 'WELCOME' message featuring a cartoon image of SpongeBob SquarePants. A right sidebar includes a calendar for November 2021 and an 'Administração' section with options like 'Editar configurações' and 'Ativar edição'.

Fonte: Próprio autor.

Figura 10 - Materiais disponibilizados no Moodle pelo professor supervisor para o conteúdo de Força e Energia.

The screenshot shows a list of materials under the heading 'Força e Energia'. Each item includes an icon, a title, and a toggle switch on the right. The items are: 'Quadro Virtual', 'Isack Newton', 'Física 1 - Mecânica (Leis de Newton) ADM', 'Estática e Dinâmica' (with a sub-note 'Atividade referente a sábado letivo (04/09)'), 'Física 1 - Mecânica (Aplicação das Leis de Newton) ADM', 'Aplicação das Leis de Newton', 'Trabalho e energia', and 'Exercícios Resolvidos'.

Fonte: Próprio autor.

Figura 11 - Materiais disponibilizados pelo professor estagiário para o conteúdo de Termometria, Dilatação e Calorimetria.

Termologia e Calorimetria



- Futurama
- Quadro Virtual - Termologia
- Aula 01 - Termometria
- Termologia
- Aula 02 - Dilatação Térmica
- Vídeo - Dilatação térmica
- Dilatação
- exercicios
- Aula 03 - Calor específico
- Vídeo - Calor específico
- Aula 03 - Calor latente
- Vídeo - Calor latente
- Calorimetria
- Vídeo complementar - Trocas de calor
- Vídeo de resolução 01 - Trocas de Calor
- Progresso
- Aula 04 - Transmissão de energia em forma de calor
- Vídeo - Transmissão de energia em forma de calor
- Vídeo resolução 02 - Trocas de Calor

Fonte: Próprio autor.

APÊNDICE C – MATERIAIS UTILIZADOS NA AULA 01

Figura 12 - Primeira questão trabalhada na aula 01.
Questão 01 - Temperatura

3) (Mack-SP) Numa noite fria, preferimos usar cobertores de lã para nos cobrirmos. No entanto, antes de deitarmos, mesmo que existam vários cobertores sobre a cama, percebemos que ela está fria, e somente nos aquecemos depois que estamos sob os cobertores algum tempo. Isto se explica porque:

- (a) o cobertor de lã não é um bom absorvedor de frio, mas nosso corpo sim.
- (b) o cobertor de lã só produz calor quando está em contato com nosso corpo.
- (c) o cobertor de lã não é um aquecedor, mas apenas um isolante térmico.
- (d) enquanto não nos deitamos, existe muito frio na cama que será absorvido pelo nosso corpo.
- (e) a cama, por não ser de lã, produz muito frio e a produção de calor pelo cobertor não é suficiente para seu aquecimento sem a presença humana.

- a
- b
- c
- d
- e

Fonte: Enunciado retirado de MICHELENA; MORS, 2008.

Figura 13 - Segunda questão trabalhada na aula 01.
Questão 02 - Temperatura

4) (PUC-RS) Quando se passa álcool na pele, sente-se que ela esfria naquele local. Isso se deve ao fato de o álcool:

- (a) ser normalmente mais frio do que a pele.
- (b) ser normalmente mais frio do que o ar.
- (c) absorver calor da pele para evaporar-se.
- (d) ser um isolante térmico.
- (e) ter baixa densidade.

- a
- b
- c
- d
- e

Fonte: Enunciado retirado MICHELENA; MORS, 2008.

Figura 14 - Terceira questão trabalhada na aula 01.
Questão 03 - Termometria

2 A Fig. 18-24 mostra três escalas de temperatura lineares, com os pontos de congelamento e ebulição da água indicados. Ordene as três escalas de acordo com o tamanho do grau de cada uma, em ordem decrescente.

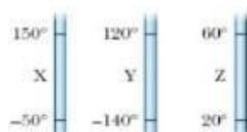


Figura 18-24 Pergunta 2.

✓
Enviar

Fonte: Enunciado retirado de HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016b.

Figura 15 - Quarta questão trabalhada na aula 01.
Questão 04 - Termometria

4 (a) Em 1964, a temperatura na aldeia de Oymyakon, na Sibéria, chegou a -71°C . Qual é o valor dessa temperatura em graus Fahrenheit? (b) A temperatura mais alta registrada oficialmente nos Estados Unidos foi 134°F , no Vale da Morte, Califórnia. Qual é o valor dessa temperatura em graus Celsius?

✓
Enviar

Fonte: Enunciado retirado de HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016.

Figura 16 - Quinta questão trabalhada na aula 01.

Questão 05 - Termometria

Um internauta, comunicando-se em uma rede social, tem conhecimento de que naquele instante a temperatura em Nova Iorque é $\theta_{NI} = 68 \text{ }^\circ\text{F}$, em Roma é $\theta_{RO} = 291 \text{ K}$ e em São Paulo, $\theta_{SP} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$. Comparando essas temperaturas, estabelece-se que

- a) $\theta_{NI} < \theta_{RO} < \theta_{SP}$
- b) $\theta_{SP} < \theta_{RO} < \theta_{NI}$
- c) $\theta_{RO} < \theta_{NI} < \theta_{SP}$
- d) $\theta_{RO} < \theta_{SP} < \theta_{NI}$
- e) $\theta_{NI} < \theta_{SP} < \theta_{RO}$

(Selecione tudo que se aplica.)

| | | | | |
|----|----|----|----|----|
| a) | b) | c) | d) | e) |
|----|----|----|----|----|

Fonte: Enunciado retirado MICHELENA; MORS, 2008.

Figura 17 - Sexta questão trabalhada na aula 01.
Questão 06 - Termometria

7 Em uma escala linear de temperatura X, a água evapora a $-53,5^\circ\text{X}$ e congela a -170°X . Quanto vale a temperatura de 340 K na escala X? (Aproxime o ponto de ebulição da água para 373 K.)



Fonte: Enunciado retirado de HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016.

APÊNDICE D – MATERIAIS UTILIZADOS NA AULA 02

1. Questões quantitativas sobre dilatação térmica:

Figura 18 - Exercícios utilizados na aula 02.

- 1) (Halliday - 10ªEd.) Um mastro de alumínio ($\alpha_{Al} = 23 \times 10^{-6} / ^\circ C$) de 33 m de altura. De quantos centímetros o comprimento do mastro aumenta quando a temperatura aumenta $15 ^\circ C$?
- 2) (UNESP-SP) A dilatação térmica dos sólidos é um fenômeno importante em diversas aplicações de engenharia, como construções de pontes, prédios e estradas de ferro. Considere o caso dos trilhos de trem serem de aço, cujo coeficiente de dilatação é $\alpha = 11 \times 10^{-6} / ^\circ C$. Se a $10 ^\circ C$ o comprimento de um trilho é de 30m, de quanto aumentaria o seu comprimento se a temperatura aumentasse para $40 ^\circ C$?
 - a) $11 \times 10^{-4} m$
 - b) $33 \times 10^{-4} m$
 - c) $99 \times 10^{-4} m$
 - d) $132 \times 10^{-4} m$
 - e) $165 \times 10^{-4} m$
- 3) (PUC-RJ) A imprensa tem noticiado as temperaturas anormalmente altas que vêm ocorrendo no atual verão, no hemisfério norte. Assinale a opção que indica a dilatação (em cm) que um trilho de 100 m sofreria devido a uma variação de temperatura igual a $20 ^\circ C$, sabendo que o coeficiente linear de dilatação térmica do trilho vale $\alpha = 1,2 \times 10^{-5} / ^\circ C$.
 - a) 3,6
 - b) 2,4
 - c) 1,2
 - d) $1,2 \times 10^{-3}$
 - e) $2,4 \times 10^{-3}$
- 4)

10-(FUNREI-MG) A figura mostra uma ponte apoiada sobre dois pilares feitos de materiais diferentes.



Como se vê, o pilar mais longo, de comprimento $L_1 = 40$ m, possui coeficiente de dilatação linear $\alpha = 18 \cdot 10^{-6} / ^\circ C$. O pilar mais curto tem comprimento $L_2 = 30$ m. Para que a ponte permaneça sempre na horizontal, determine o coeficiente linear do material do segundo pilar.

Fonte: Enunciados retirados de HALLIDAY; RESNICK; WALKER (2016) e do site Física e Vestibular⁶².

⁶² Disponível em: <<https://fisicaevestibular.com.br/novo/fisica-termica/dilatometria/exercicios-de-vestibulares-com-resolucao-comentada-sobre-dilatacao-linear-superficial-volumetrica-e-dilatacao-dos-liquidos/>>; acesso em: 13 de outubro de 2021.

APÊNDICE E – MATERIAIS UTILIZADOS NA AULA 03

1. Questões para o Instrução pelos Colegas (IpC):

Figura 19 - Primeira questão do IpC sobre calor específico e capacidade térmica.

2) (PUC-RS) A geografia ensina que o clima de regiões perto do mar caracteriza-se por uma grande estabilidade térmica, contrariamente a regiões no interior do continente, onde a temperatura varia muito entre o dia e a noite. Esse fenômeno é devido:

- (a) à grande condutividade térmica da água.
- (b) à pequena condutividade térmica da água.
- (c) à grande densidade da água.
- (d) ao grande calor específico da água.
- (e) ao pequeno calor específico da água.

Fonte: Enunciado retirado de MICHELENA; MORS, 2008.

Figura 20 - Segunda questão do IpC sobre calor específico e capacidade térmica.

3) (UFV-MG) Uma chaleira, em fogo brando, contém água em ebulição. Uma estudante, após aumentar a intensidade da chama, tira as seguintes conclusões:

- I. A temperatura da água em ebulição aumenta.
- II. O vapor d'água sai da chaleira a uma maior temperatura.
- III. A taxa de vaporização da água aumenta.

Em relação às conclusões da estudante, a opção correta é:

- (a) apenas I e II correspondem à realidade.
- (b) apenas II corresponde à realidade.
- (c) apenas I corresponde à realidade.
- (d) apenas III corresponde à realidade.
- (e) todas correspondem à realidade.

Fonte: Enunciado retirado de MICHELENA; MORS, 2008.

Figura 21 - Terceira questão do IpC sobre calor específico e capacidade térmica.

6) (Vunesp-SP) Massas iguais de cinco líquidos distintos, cujos calores específicos estão dados na tabela, encontram-se armazenadas, separadamente e à mesma temperatura, dentro de cinco recipientes com boa isolação e capacidade térmica desprezível. Se cada líquido receber a mesma quantidade de calor, suficiente apenas para aquecê-lo, mas sem alcançar seu ponto de ebulição, aquele que apresentará temperatura mais alta, após o aquecimento, será:

| Líquido | Calor específico (J / g C°) |
|-----------|-----------------------------|
| Água | 4,19 |
| Petróleo | 2,09 |
| Glicerina | 2,43 |
| Leite | 3,93 |
| Mercúrio | 0,14 |

- (a) a água.
- (b) o petróleo.
- (c) a glicerina.
- (d) o leite.
- (e) o mercúrio.



Fonte: Enunciado retirado de MICHELENA; MORS, 2008.

Figura 22 - Quarta questão do IpC sobre calor específico e capacidade térmica.

4) (FUVEST-SP) Dois corpos, A e B, inicialmente às temperaturas $t_A = 90^\circ\text{C}$ e $t_B = 20^\circ\text{C}$, são postos em contato e isolados termicamente do meio ambiente. Eles atingem o equilíbrio térmico à temperatura de 45°C . Nessas condições, podemos afirmar que o corpo A:

- (a) cedeu uma quantidade de calor maior do que a absorvida por B.
- (b) tem uma capacidade térmica menor do que a de B.
- (c) tem calor específico menor do que o de B.
- (d) tem massa menor do que o de B.
- (e) cedeu metade da quantidade de calor que possuía para B.

Fonte: Enunciado retirado de MICHELENA; MORS, 2008.

2. Questões quantitativas sobre calor específico e capacidade térmica

Figura 23 - Questões quantitativas sobre calor específico e capacidade térmica.

Calor específico

1. Ao receber 6000 cal, um corpo de 250g aumenta sua temperatura em 40 °C, sem mudar de fase. Qual o calor específico desse corpo?
2. Um corpo de massa 10 kg recebeu 20kcal, e sua temperatura passou de 50 °C para 100 °C.
 - a. Qual o calor específico desse corpo?
 - b. Qual a capacidade térmica desse corpo?
3. Quantas calorias são necessárias para aquecer 200 litros de água, de 15 °C a 70°C?
4. Uma placa de alumínio com massa 400g está a uma temperatura de 80 °C. Determine a temperatura da placa quando dela se retirarem 1600 cal. $c_{Al} = 0,217 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$

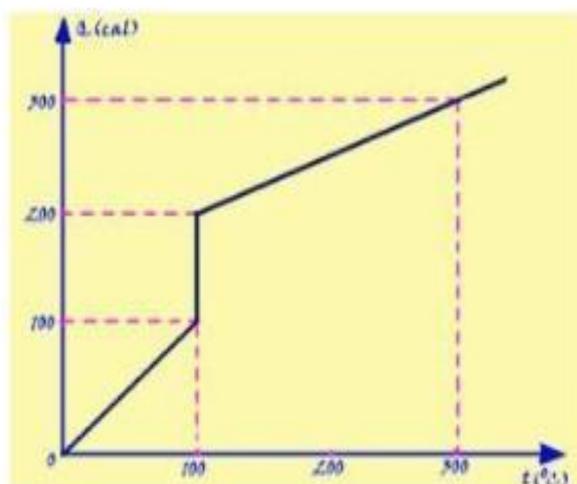
Fonte: Enunciados retirados de BONJORNO *et al.*, (2003).

3. Questões quantitativas sobre calor latente

Figura 24 - Questões selecionadas sobre calor latente.

Calor Latente

1. (UNIP-SP) O calor latente de fusão do gelo é de 80 cal/g. Para fundir uma massa de gelo de 80g, sem variação de temperatura, a quantidade de calor latente necessária é de:
2. O gráfico da quantidade de calor absorvida por um corpo de massa 5g, inicialmente líquido, em função da temperatura T , em uma transformação sofrida por esse corpo, é dado pela figura.
 - a. Qual o calor latente de mudança de fase?
 - b. Qual o calor específico da substância no estado líquido?



Fonte: Enunciados retirados do site Física e Vestibular⁶³.

⁶³ Disponível em: <<https://fisicaevestibular.com.br/novo/fisica-termica/calorimetria/calor-latente-trocas-de-calor-com-mudanca-de-estado/exercicios-de-vestibulares-com-resolucao-comentada-sobre-calor-latente-trocas-de-calor-com-mudanca-de-estado/>>; acesso em: 17 de outubro de 2021.

APÊNDICE F – MATERIAIS UTILIZADOS NA AULA 04

1. Questões para a Instrução pelos Colegas (IpC) sobre a transmissão de energia na forma de calor:

Figura 25 - Primeira questão do IpC sobre transmissão de energia na forma de calor.

Question 1 / 1

Num planeta completamente desprovido de fluidos, apenas pode ocorrer propagação de calor por:

- A. convecção e condução.
- B. convecção e irradiação.
- C. condução e irradiação.
- D. irradiação.
- E. convecção.

Fonte: Enunciado retirado de MICHELENA; MORS (2008).

Figura 26 - Segunda questão do IpC sobre transmissão de energia na forma de calor.

Question 1 / 1

Nas garrafas térmicas, há uma parede dupla de vidro. As paredes são espelhadas e entre elas há vácuo. Assinale a alternativa correta:

- A. O vácuo entre as paredes evita perdas de energia por irradiação.
- B. As paredes são espelhadas para evitar perdas de energia por condução.
- C. As paredes são espelhadas para evitar perdas de energia por convecção.
- D. O vácuo entre as paredes acelera o processo de convecção.
- E. As paredes são espelhadas para evitar perdas de energia por irradiação.

Fonte: Enunciado retirado de MICHELENA; MORS (2008).

Figura 27 - Terceira questão do IpC sobre transmissão de energia na forma de calor.

Question 1 / 1



Um ventilador de teto, fixado acima de uma lâmpada incandescente, apesar de desligado, gira lentamente algum tempo após a lâmpada estar acesa. Este fenômeno é devido à:

- A. convecção do ar aquecido.
- B. condução do calor.
- C. irradiação da luz e do calor.
- D. irradiação da luz.
- E. irradiação do calor.

Fonte: Enunciado retirado de MICHELENA; MORS (2008).

Figura 28 - Quarta questão do IpC sobre transmissão de energia na forma de calor.

Question 1 / 1



Numa área de praia, a brisa marítima é uma consequência da diferença no tempo de aquecimento do solo e da água, apesar de ambos estarem submetidos às mesmas condições de irradiação solar. No local (solo) que se aquece mais rapidamente, o ar fica mais quente e sobe, deixando uma área de baixa pressão, provocando o deslocamento do ar da superfície que está mais fria (mar).

- A. O ar que está sobre a água se aquece mais; ao subir, deixa uma área de baixa pressão, causando um deslocamento de ar do continente para o mar.
- B. O ar mais quente desce e se desloca do continente para a água, a qual não conseguiu reter calor durante o dia.
- C. O ar que está sobre o mar se esfria e dissolve-se na água; forma-se, assim, um centro de baixa pressão, que atrai o ar quente do continente.
- D. O ar que está sobre a água se esfria, criando um centro de alta pressão que atrai massas de ar continental.
- E. O ar sobre o solo, mais quente, é deslocado para o mar, equilibrando a baixa temperatura do ar que está sobre o mar.

Fonte: Enunciado retirado do site Física e Vestibular⁶⁴.

64

Disponível

em:

<<https://fisicaevestibular.com.br/novo/fisica-termica/termometria/processos-de-propagacao-de-calor/exercicios-de-vestibulares-com-resolucoes-comentadas-sobre-processos-de-propagacao-de-calor/>>; acesso em: 20 de outubro de 2021.

Figura 29 - Quinta questão do IpC sobre transmissão de energia na forma de calor.

Question 1 / 1

Com relação aos processos de transferência de calor, considere as seguintes afirmativas:

1. A condução e a convecção são processos que dependem das propriedades do meio material no qual ocorrem.
2. A convecção é um processo de transmissão de calor que ocorre somente em metais.
3. O processo de radiação está relacionado com a propagação de ondas eletromagnéticas.

Assinale a alternativa correta.

A. Somente a afirmativa 1 é verdadeira.

B. Somente a afirmativa 2 é verdadeira.

C. Somente a afirmativa 3 é verdadeira.

D. Somente as afirmativas 1 e 3 são verdadeiras.

E. Somente as afirmativas 2 e 3 são verdadeiras.

Fonte: Enunciado retirado do site Física e Vestibular⁶⁵.

2. Exercícios sobre Equação Geral dos Gases

Figura 30 - Exercícios quantitativos sobre gases ideais.

1. Um recipiente contém 20L de ar e suporta uma pressão de 2 atm. Determine o volume ocupado pelo ar quando a pressão se reduzir a $\frac{1}{2}$ da pressão inicial, mantendo-se constante a temperatura.
2. Um equilibrista se apresenta sobre uma bola calibrada para ter uma pressão de 2 atm a uma temperatura de 300 K. Após a apresentação, essa temperatura elevou-se para 306 K. Considere desprezível a variação no volume da bola. Calcule a pressão interna da bola.
3. Um recipiente indeformável, hermeticamente fechado, contém 10L de um gás perfeito a 30 °C, suportando uma pressão de 2 atm. A temperatura do gás é elevada até atingir 60°C. Calcule a pressão final do gás.
4. O volume de um gás é de 280 cm³, à temperatura de 30 °C e sob pressão de 740mmHg. Qual seria o volume a 0 °C e sob 760 mmHg?
5. Certa massa de gás perfeito, contida em um recipiente de volume 2L, tem temperatura de -73 °C, sob pressão de 38 cmHg. Essa massa gasosa é totalmente transferida para outro recipiente, de volume de 1L. Para que a pressão do gás nesse recipiente seja 1,5 atm, de quanto devemos aumentar a sua temperatura?

Fonte: Enunciados retirados de BONJORNO *et al.* (2003).

⁶⁵

Disponível

em:

<<https://fisicaevestibular.com.br/novo/fisica-termica/termometria/processos-de-propagacao-de-calor/exercicios-de-vestibulares-com-resolucoes-comentadas-sobre-processos-de-propagacao-de-calor/>>; acesso em: 20 de outubro de 2021.

APÊNDICE G – QUESTÕES RESOLVIDAS NO SEGUNDO PLANTÃO DE DÚVIDAS

Figura 31 - Primeira questão sobre calorimetria resolvida no primeiro vídeo disponibilizado para turma de Administração.

Uma pessoa precisa resfriar um galão de 6L de água a 25 °C para 10 °C. Calcule a quantidade de gelo a 0 °C para resfriar o galão: (calor específico da água é 1 cal/g°C; calor latente de fusão do gelo é 80 cal/g; calor específico do gelo é 0,5 cal/g°C)

Fonte: Enunciado retirado de BONJORNO *et al.* (2003).

Figura 32 - Segunda questão sobre calorimetria resolvida no primeiro vídeo disponibilizado para turma de Administração.

13-(FUVEST-SP) Quando água pura é cuidadosamente resfriada, nas condições normais de pressão, pode permanecer no estado líquido até temperaturas inferiores a 0°C, num estado instável de "superfusão". Se o sistema é perturbado, por exemplo, por vibração, parte da água se transforma em gelo e o sistema se aquece até se estabilizar em 0°C. O calor latente de fusão da água é $L = 80 \text{ cal/g}$.



Considerando-se um recipiente termicamente isolado e de capacidade térmica desprezível, contendo um litro de água a $-5,6^\circ\text{C}$, à pressão normal, determine:

- A quantidade, em g, de gelo formado, quando o sistema é perturbado e atinge uma situação de equilíbrio a 0°C .
- A temperatura final de equilíbrio do sistema e a quantidade de gelo existente (considerando-se o sistema inicial no estado de "superfusão" a $-5,6^\circ\text{C}$), ao colocar-se, no recipiente, um bloco metálico de capacidade térmica $C=400\text{cal}/^\circ\text{C}$, na temperatura de 91°C .

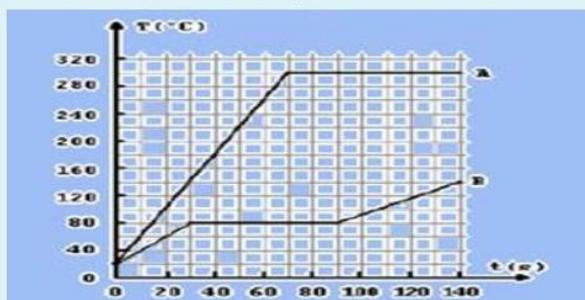
Fonte: Enunciado retirado do site Física e Vestibular⁶⁶.

⁶⁶ Disponível em: <<https://fisicaevestibular.com.br/novo/fisica-termica/calorimetria/calor-latente-trocas-de-calor-com-mudanca-de-estado/exercicios-de-vestibulares-com-resolucao-comentada-sobre-calor-latente-trocas-de-calor-com-mudanca-de-estado/>>; acesso em: 26 de outubro de 2021.

Figura 33 - Terceira questão sobre calorimetria resolvida no primeiro vídeo disponibilizado para turma de Administração.

09-(FUVEST-SP) As curvas A e B na figura representam a variação da temperatura (θ) em função do tempo (t) de duas substâncias A e B, quando 50g de cada uma é aquecida separadamente, a partir da temperatura de 20°C , na fase sólida, recebendo calor numa taxa constante de 20 cal/s .

Considere agora um experimento em que 50 g de cada uma das substâncias são colocados em contato térmico num recipiente termicamente isolado, com a substância A na temperatura inicial $\theta_A=280^\circ\text{C}$ e a substância B na temperatura inicial $\theta_B=20^\circ\text{C}$.



a) Determine o valor do calor latente de fusão L_B da substância B.

b) Se a temperatura final corresponder à mudança de fase de uma das substâncias, determine a quantidade dela em cada uma das fases.

Fonte: Enunciado retirado do site Física e Vestibular⁶⁷.

⁶⁷ Disponível em: <<https://fisicaevestibular.com.br/novo/fisica-termica/calorimetria/calor-latente-trocas-de-calor-com-mudanca-de-estado/exercicios-de-vestibulares-com-resolucao-comentada-sobre-calor-latente-trocas-de-calor-com-mudanca-de-estado/>>; acesso em: 26 de outubro de 2021.