

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA

ISADORA SANTOS DA SILVA

**ENSINO DE ÓPTICA EM UMA PERSPECTIVA AUSUBELIANA:
UMA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA NO COLÉGIO DE APLICAÇÃO DA UFRGS**

Porto Alegre

2019

ISADORA SANTOS DA SILVA

**ENSINO DE ÓPTICA EM UMA PERSPECTIVA AUSUBELIANA:
UMA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA NO COLÉGIO DE APLICAÇÃO DA UFRGS**

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

Porto Alegre

2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe e ao meu pai, Isolete e Jorge, pelo incentivo, apoio, dedicação e por todo o amor que proporcionam em minha vida. Vocês são meu alicerce e sou grata por cada esforço realizado a fim de propiciar felicidade à nossa família. Agradeço também à minha irmã, Rafaela, quem desde sempre esteve presente, oferecendo auxílio e dando os melhores conselhos possíveis durante minhas dificuldades. Obrigada a vocês três por estarem apoiando-me, principalmente, nesta etapa da vida.

Agradeço à UFRGS pela oportunidade de cursar Licenciatura em Física e por proporcionar diversas possibilidades de adquirir conhecimento além do curso.

Agradeço ao professor orientador deste trabalho, Ives Araujo, pelo apoio, dedicação e persistência. Por meio de seus ensinamentos e auxílios, consegui motivar-me em busca de uma educação melhor.

Agradeço à professora Neusa Massoni, que aceitou ser banca da apresentação deste trabalho de conclusão, por estar disposta a ajudar seus alunos e alunas. Sua dedicação foi capaz de me encantar pela Epistemologia e me causar esperança na luta pela educação.

Agradeço às professoras e aos professores do Instituto de Física por compartilharem seus conhecimentos, dedicando-se à formação de profissionais capacitados. Agradeço também às professoras e aos professores do Colégio de Aplicação da UFRGS por me auxiliarem ao longo de meu estágio. Agradeço a todas e todos docentes que tive em minha formação que me cativaram a escolher esta nobre profissão, eternizando uma parte de vocês em mim. Obrigada por todos seus ensinamentos.

Agradeço às colegas Letícia, Priscila, Gabriela e aos colegas Lucas e Edgard por estarem presentes nos últimos semestres da graduação, tornando o percurso mais divertido e leve. Com vocês, pude compartilhar não apenas preocupações e falhas, mas também alegrias e conquistas. Obrigada a todos esses momentos e aos que virão.

Agradeço às amigas que fiz durante o curso, as quais me deram o suporte necessário para felicidade. Obrigada, em especial, aos amigos Vitor, Daniela, Stéfani, Cristiane, Julio, Thais por partilhar momentos agradáveis ao meu lado e entenderem minhas reclamações. Obrigada também à Bianca pela amizade incondicional prestada desde a escola.

Por fim, agradeço a todas e todos que puderam contribuir na minha formação.

*“Ninguém caminha sem aprender a caminhar,
sem aprender a fazer o caminho caminhando,
refazendo e retocando o sonho pelo qual se pôs a
caminhar.”*

(Paulo Freire)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	7
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E METODOLÓGICA.....	8
2.1	TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL	8
2.2	PEER INSTRUCTION.....	12
2.3	PREDIZER, OBSERVAR E EXPLICAR (POE).....	15
3	OBSERVAÇÃO E MONITORIA	16
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ESCOLA.....	16
3.2	CARACTERIZAÇÃO DAS TURMAS	19
3.2.1	Turma 202	19
3.2.2	Turmas 102 e 201	20
3.3	CARACTERIZAÇÃO DO TIPO DE ENSINO	21
3.4	RELATO DAS OBSERVAÇÕES EM SALA DE AULA.....	23
4	PLANEJAMENTO.....	47
5	REGÊNCIA	47
5.1	AULA 1	47
5.2	AULA 2	52
5.3	AULA 3	56
5.4	AULA 4	62
5.5	AULA 5	66
5.6	AULA 6	69
5.7	AULA 7	73
6	CONCLUSÃO.....	77
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78
	APÊNCIDE A – Cronograma de regência	80
	APÊNCIDE B – Slides da apresentação inicial.....	82
	APÊNCIDE C – Questionário sobre atitudes em relação à Física	84
	APÊNCIDE D – Reportagem discutida na aula 1	85
	APÊNCIDE E – Slides da aula 2	86
	APÊNCIDE F – Tema de casa referente à aula 3	90

APÊNCIDE G – Avaliação referente à aula 5.....	93
APÊNCIDE H – Recuperação em formato de lista de exercícios	97
APÊNCIDE I – Questões do <i>Peer Instruction</i>	107
ANEXO A – Folha de consulta disponibilizada pela professora B	110
ANEXO B – Provas realizadas pela professora B	112
ANEXO C – Atividade avaliativa do professor A.....	114

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho compõe um relato detalhado de uma unidade didática, bem como sua aplicação no ensino médio regular, desenvolvida a partir da disciplina de Estágio de Docência em Física, do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). A prática docente, oportunizada pelo estágio obrigatório, é estruturada por uma sequência de aulas fundamentadas em um referencial teórico, com o objetivo de promover a articulação entre teoria e prática em sala de aula. Nesse sentido, buscou-se utilizar a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel em toda a unidade didática, juntamente com o método ativo de ensino *Peer Instruction* de Eric Mazur em três dessas aulas.

O estágio obrigatório se estrutura de modo que sejam planejadas 14 horas-aula para docência utilizando um ramo da Física contido no conteúdo programático da série escolar em questão. Porém, antes disso, devem ser feitas pelo menos 20 horas-aula de observações e monitorias nas turmas da escola, predominantemente na escolhida para regência. Assim sendo, o presente trabalho foi realizado no 2º semestre de 2019, no Colégio de Aplicação da UFRGS (CAp UFRGS) - uma escola pública federal - na turma 202, do 2º ano do ensino médio regular.

Ao longo deste trabalho, portanto, são apresentadas a idealização, a pesquisa, o planejamento, a execução e as autocríticas das aulas que compõem a sequência didática da regência. O estágio final é o resultado dos sete semestres do curso de Licenciatura em Física, uma vez que é durante esses anos que desenvolvemos conhecimentos sobre os mecanismos de ensino e aprendizagem, entendemos como uma escola funciona, investigamos os principais impasses acerca do modelo de ensino tradicional ainda vigente nos colégios brasileiros, além de estudarmos algumas alternativas para solucionar esses desafios e aplicá-los em sala de aula. Desse modo, é no estágio que vemos todos esses elementos culminarem na realidade escolar a fim de aprendermos a administrá-los como jovens docentes, sob auxílio de um professor orientador - o qual é responsável pela disciplina de Estágio de Docência em Física.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E METODOLÓGICA

2.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL

A teoria da aprendizagem significativa foi desenvolvida por David Ausubel, um psicólogo estadunidense, durante a década de 1960. Nesse contexto, o behaviorismo (ou comportamentalismo), perspectiva baseada no reforço do estímulo-resposta do aprendiz sem se preocupar com fatores intermediários entre estímulo e a reação, estava em seu auge como teoria educacional. Logo, a teoria de Ausubel veio como uma objeção à hipótese vigente na época, que não mostrava os resultados esperados na educação científica.

Na concepção ausubeliana, a aprendizagem de um indivíduo pode ser dividida em duas grandes classificações: mecânica ou significativa, sendo a última um processo eficaz de ensino, pois irá influenciar nas futuras aprendizagens de forma positiva. Isso não significa que existam apenas essas duas maneiras de aprendizagem, mas elas fazem parte dos extremos de um espectro possível. Ou seja, a aprendizagem, para Ausubel, não é dicotômica. O conceito de aprendizagem significativa é destacado no trecho abaixo:

O conceito central da teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa, um processo através do qual uma nova informação se relaciona, de maneira não-arbitrária e substantiva (não-literal), a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Isto é, neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de "conceito subsunçor" ou, simplesmente "subsunçor", existente na estrutura cognitiva de quem aprende. (MOREIRA; OSTERMAN, 1999, p. 46)

Dessa forma, o subsunçor nada mais é do que uma ideia, um conceito preexistente na mente do sujeito que funciona como ancoradouro de novas informações para que assim elas obtenham significado - daí vem o termo aprendizagem significativa - para o indivíduo. Assim, os novos conceitos são ancorados (e, portanto aprendidos significativamente) se houver uma estrutura cognitiva relevante já existente (os subsunçores) na mente e que esteja claramente entendida e disponível para isso. É importante notar que, na ancoragem, o conteúdo preexistente, além de ancorado e assimilado, pode também ser modificado pelo conteúdo novo - esse é um processo de interação entre conceitos já conhecidos e recentes.

A aprendizagem mecânica (também denominada automática), por sua vez, é um processo em que novas informações são aprendidas sem que haja o processo de interação e ancoragem a um subsunçor. Isto é, esse tipo de aprendizagem não tem significado na estrutura cognitiva e não se relaciona com nada preexistente na mente do aprendiz. Um exemplo de

aprendizagem mecânica no ensino de Física são fórmulas decoradas. Nesse sentido, para um aluno que somente memoriza a equação, os conceitos que são expressos por meio da linguagem matemática não são compreendidos (nem as suas relações conceituais). Apesar disso, a aprendizagem mecânica em si não é descartável, pois pode ser útil em conteúdos iniciais de um novo conjunto de conhecimentos, que geralmente exigem memorização de uma ideia.

A aprendizagem significativa, como objetivo metodológico, exige condições favoráveis para que se estabeleça satisfatoriamente. Um desses requisitos diz respeito ao material a ser aprendido pelo aluno, que deve ser efetivo para ser incorporado à mente do indivíduo com significado. Dessa forma, entendemos um material potencialmente significativo como aquele que é relacionável (incorporável) à estrutura cognitiva do estudante de forma não-arbitrária e não-literal a fim de que possa ser assimilado com outras estruturas cognitivas (MOREIRA; OSTERMANN, 1999). Ademais, o material em si deve ser logicamente significativo de modo que possa ser relacionado com ideias subsunçoras específicas para a aprendizagem.

Na aula 2, por exemplo, planejei-a utilizando a *internet* móvel 5G como tema central. Contextualizei, portanto, os conteúdos de Física (informações novas) para a realidade já conhecida dos jovens no uso de *internet* móvel (subsunçores). Percebe-se que, conforme a teoria ausubeliana, as novas ideias são assimiladas pelos subsunçores, modificando-os também, uma vez que apresentei uma nova visão da *internet* móvel 5G – por uma perspectiva científica.

Outra condição para a aprendizagem significativa é a vontade do aluno frente ao conteúdo estudado. Logo, se o aprendiz não for bem intencionado ou disposto a aprender significativamente – somente memorizar arbitrariamente e literalmente um assunto –, nem mesmo um conteúdo potencialmente significativo será efetivo. Nas últimas aulas da minha regência, percebi que a maioria dos estudantes não estava com vontade de aprender e, assim, mesmo que conseguisse aprender, não seria uma aprendizagem significativa. Do mesmo modo, ainda que o estudante esteja disposto a aprender significativamente, se um material não for logicamente significativo, não será relacionável nem assimilável à estrutura cognitiva do sujeito.

Caso o aprendiz não possua subsunçores necessários para ter uma aprendizagem significativa adequada de um corpo de conhecimentos novo, uma opção é a aprendizagem mecânica (como já comentado), servindo inicialmente como novos subsunçores, mesmo que pouco desenvolvidos. Enquanto isso, outra alternativa é o uso de organizadores prévios que servem como ancoradouro de novas ideias e vão dirigir a construção de conceitos subsunçores para facilitar tal aprendizagem. Os organizadores prévios servem para ligar os assuntos que o estudante já sabe com os que ele precisa saber. Nesse sentido, Moreira e Ostermann (1999, p. 51) destacam:

Organizadores prévios são materiais introdutórios, apresentados antes do próprio material a ser aprendido, porém, em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade do que esse material. Não são, portanto, sumários, introduções ou "visões gerais do assunto", os quais são, geralmente, apresentados a um mesmo nível de abstração, generalidade e inclusividade do material que os segue, simplesmente destacando certos aspectos.

Assim, os organizadores prévios executam a função de ligação cognitiva para novos conhecimentos a fim de facilitar a aprendizagem significativa enquanto não há subsunçores desenvolvidos. Entretanto, esses organizadores não substituem os subsunçores, mas servem para preencher lacunas na medida em que esses não são concebidos. Sendo assim, eles são uma estratégia para a aquisição de significados.

Na aula 1 – que introduziu alguns conteúdos durante a apresentação inicial (Apêndice B) –, as problematizações e os questionamentos dos conteúdos são exemplos de organizadores prévios. Foi apresentada uma visão geral da história da ciência a respeito da luz, além disso foram mostrados os princípios de propagação da luz e esses aspectos serviram de ferramenta inicial para introduzir os assuntos trabalhados nas aulas seguintes.

Para que se tenham evidências de que o estudante teve uma aprendizagem significativa, isto é, para que não ocorra uma memorização mecanicista de certos conceitos por ele, a melhor maneira de avaliação é elaborar questões e problemas inovadores e não familiares ao que o estudante já conhece. Com isso, evita-se uma aprendizagem mecânica ou ainda uma falsa aprendizagem significativa e, assim, a resolução dessas questões demande a máxima transformação do conhecimento adquirido. Um exemplo disso é o tema de casa (Apêndice F) o qual foi elaborado para ser realizado junto a uma simulação computacional, trazendo uma situação não tão familiar aos alunos. Por isso, a solução de problemas é, segundo a teoria ausubeliana, talvez a única maneira de avaliar a compreensão significativa,

em certas situações. No entanto, se o aluno não conseguir solucionar os problemas não significa necessariamente que ele teve uma aprendizagem mecânica dos conteúdos, já que existem outras habilidades que podem ser levadas em conta e que eventualmente foram desenvolvidas.

Outra maneira é propor que o aluno diferencie ideias semelhantes, mas não idênticas. Além disso, outro modo é pedir ao aprendiz que identifique elementos de um determinado conteúdo em uma lista que possua também elementos de outros assuntos similares. No mais, há também a possibilidade de propor uma atividade sequencialmente dependente de outra, que não pode ser feita sem a compreensão genuína da antecessora. Por meio dessas propostas, o professor poderá perceber se o aluno conseguiu realmente incorporar o conteúdo e entendê-lo plenamente ou se ele tornou a aprendizagem mecânica com simples memorização de conceitos. Essa outra sugestão se apresenta na atividade de recuperação (Apêndice H), em que tentei trazer atividades sequenciais e de diferenciação de elementos.

Durante o processo de aprendizagem significativa, a nova informação interage e ancora-se em um conceito subsunçor, modificando-o e sendo modificada por ele. Quando temos uma organização hierárquica dos conteúdos de uma unidade didática, isto é, quando os assuntos mais gerais são ensinados antes dos que são mais específicos, dizemos que esse tipo de aprendizagem é subordinada.

Acontece, então, a chamada diferenciação progressiva dos conteúdos, uma vez que estão sendo constantemente modificados e adquirindo novos significados progressivamente. Ou seja, a aprendizagem parte de uma visão geral do assunto e especifica-se conforme os estudos avançam. Desse modo, é possível ter ideia de um todo para particularizar em pequenas componentes, estudadas exclusivamente. Outro aspecto importante é a reconciliação integradora, que se refere à recombinação de elementos preexistentes na estrutura cognitiva, de forma que modificam seu significado. Isto é, depois de aprender as partes de um todo, volta-se ao todo para entender a função de cada elemento.

Assim, de acordo com Novak (1977, apud ARAUJO, 2007¹), um material pensado a partir da reconciliação integradora eficaz perpassa os conceitos gerais e específicos conforme

¹ ARAUJO, I. S. **Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel**. [Adaptado de] ARAUJO, I. S. **Simulação e modelagem computacionais como recursos auxiliares no ensino de física geral**. Tese de Doutorado (Doutorado em Ciências) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. Texto cedido pelo professor orientador. Doutorado (Doutorado em Ciências) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. Texto cedido pelo professor orientador.

os conteúdos são apresentados. Deste modo, ao apresentar de início assuntos gerais e particularizando até assuntos mais específicos, ou subordinados, devemos retornar ao primeiro nível hierárquico por meio de exemplos.

A unidade didática aqui descrita foi pensada para que cada aula tivesse um tema geral, o qual fosse possível aprofundar determinadas partes (fenômenos, etc.) para depois retornar, dando uma visão geral dos conceitos envolvidos e como se relacionam. *Internet 5G*, fibra óptica, olho humano, arco-íris são exemplos de assuntos gerais que foram problematizados ao longo da regência e, em cima deles, trabalhados conceitos subjacentes, conforme sugere a teoria ausubeliana.

Dessa maneira, de acordo com a perspectiva de Ausubel, a aprendizagem mais eficaz para os alunos deve ser a aprendizagem significativa, em que o subsunçor faz um papel fundamental nesse processo – serve como ancoradouro de novos conceitos. Contudo, para que essa aprendizagem se estabeleça adequadamente, o estudante deve estar disposto a aprender e o material precisa ser potencialmente significativo, isto é, que seja relacionável à estrutura cognitiva do indivíduo e que este queira relacioná-lo.

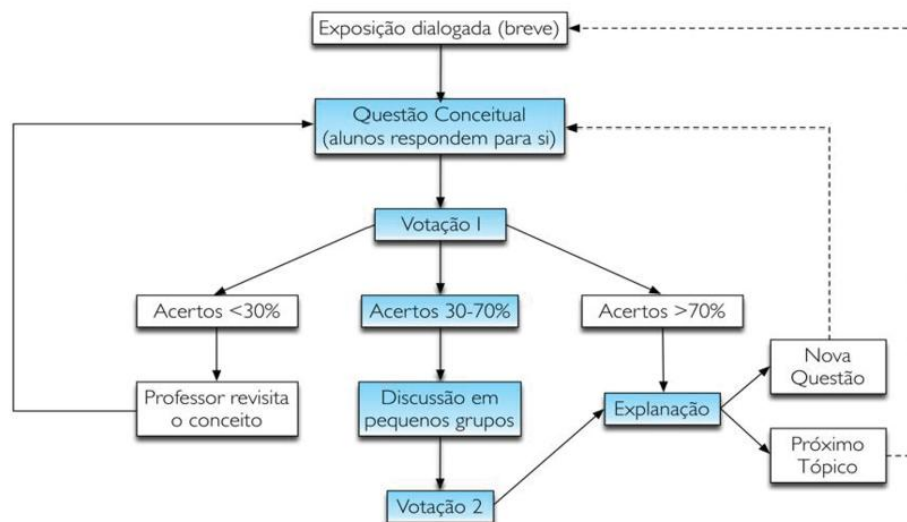
Assim, uma das potenciais formas de avaliar essa aprendizagem, em certas ocasiões, é a solução de problemas, pois para resolvê-los o aluno precisa fazer a máxima transformação do conhecimento adquirido. Ademais, no processo de aprendizagem significativa, as novas ideias são diferenciadas progressivamente de um conceito mais geral para um específico, ou seja, concepções particulares são organizadas de forma subordinada às mais abrangentes; no entanto, não se deve ficar preso à sequência de níveis, mas sim, transpassar cada nível de forma que haja uma reconciliação integradora eficiente.

2.2 PEER INSTRUCTION

O *Peer Instruction* (do inglês, Instrução pelos Colegas, em tradução livre) é um método ativo de ensino desenvolvido em 1991 por Eric Mazur, professor de Física na Universidade de Harvard. A elaboração do método veio da necessidade de focar a atenção dos alunos na parte conceitual da matéria, isto é, na parte implícita dos conteúdos de Física, sem deixar a habilidade de resolução de problemas de lado. Adotando esse método, o professor foca mais nos conceitos fundamentais e o desempenho dos estudantes é direcionado a melhores resultados nos problemas convencionais de resolução de exercícios.

Os objetivos gerais do *Peer Instruction* são explorar a interação entre os alunos e concentrar a atenção deles nos conceitos subjacentes de Física. Assim, em vez de realizar uma exposição detalhada dos conteúdos, como normalmente aparecem nos livros didáticos, as aulas são focadas em pontos-chave seguidas de testes conceituais - englobando perguntas curtas sobre os conceitos trabalhados. Cada teste aplicado segue o seguinte planejamento: apresentação da questão conceitual de múltipla escolha, tempo para os estudantes pensarem individualmente em uma resposta que convença os outros, primeira votação individual (retorno ao professor), conversa em pequenos grupos para os colegas discutirem suas justificativas (de 1 a 2 minutos), segunda votação individual e, por fim, uma explicação final da questão, pelo professor. Dependendo da porcentagem de acertos na primeira votação, o método pode ser alterado, conforme exposto na figura 1.

Figura 1 – Diagrama das etapas sugeridas para execução do método *Peer Instruction*.



Fonte: ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. (2013, p. 370)².

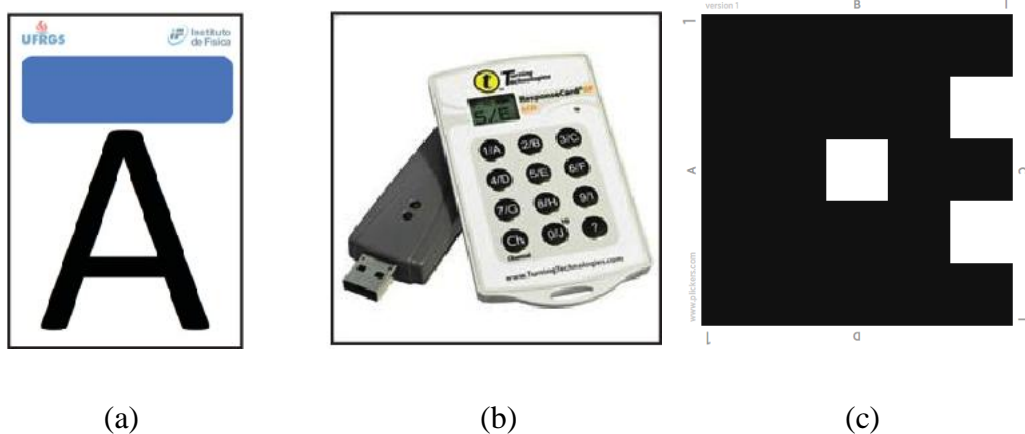
Se a questão tiver menos que 30% de acertos na primeira votação, o docente retoma o conteúdo visto anteriormente e depois retorna à questão. Se 70% da turma acertar a questão na primeira votação, o professor faz uma explicação sobre a pergunta e conduz à próxima questão, ou próximo o tópico a ser trabalhado. No entanto, se a primeira votação estiver com

² 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. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 30, n. 2: p. 362-384, ago. 2013. [Adaptado de] Lasry, Mazur e Watkins (2008). Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2013v30n2p362/24959>. Acesso em: 16 dez. 2019.

um percentual entre 30% e 70%, o professor encaminha os estudantes para discutirem em pequenos grupos a fim de raciocinarem a respeito do conteúdo e da alternativa escolhida, argumentando sua escolha; em seguida, a segunda votação é feita. É importante ressaltar que o professor não expõe os resultados corretos para os alunos, mas apenas encaminha a discussão da maneira mais indicada.

Para adquirir as respostas da turma é aconselhável que o docente distribua aos estudantes cartões de resposta com as letras das alternativas escritas (figura 2.a), ou utilize *clickers*, que são dispositivos eletrônicos de votação (figura 2.b), ou use *plickers* (cartões de respostas com código – figura 2.c). Há também a possibilidade de realizar a votação através da indicação das alternativas com as mãos de maneira discreta posicionando no tórax para que os outros colegas não vejam.

Figura 2 – Exemplos de ferramentas para votação no *Peer Instruction*.



Fonte: compilação da autora³.

Em minhas aulas usei a ferramenta *plickers* (figura 2.c) para coletar as respostas dos alunos em tempo real. Por meio do *site*⁴ as questões conceituais podem ser elaboradas para ser projetadas no momento de aula já pelo aplicativo para *smartphone* e *tablet* (o qual é sincronizado com o *site*). Assim, é possível obter a porcentagem das respostas de cada pergunta por meio do escaneamento dos cartões, utilizando a câmera do dispositivo móvel.

³ Figuras 2(a) e 2(b) retiradas de <https://www.semanticscholar.org/paper/Instru%C3%A7%C3%A3o-pelos-colegas-e-ensino-sob-medida%3A-uma-o-Araujo-Mazur/d941312ee91392e4fabe00a30f3c374802a3e69a/figure/1>. Acesso em: 09 jan. 2020.

Figura 2(c) retirada de <https://help.plickers.com/hc/en-us/articles/360008948034-Get-Plickers-Cards>. Acesso em: 18 dez. 2019.

⁴ Plickers. Disponível em: <https://www.plickers.com/>. Acesso em: 11 dez. 2019.

Com a utilização desse método, são estimuladas a capacidade de argumentação e discussão dos alunos de modo que os conceitos - e não apenas exercícios numéricos - são salientados durante a aula por meio da comunicação entre os colegas. Nesse sentido, optei para a implementação do *Peer Instruction* em três aulas (aula 3, aula 5 e aula 6), uma vez que tratei de conceitos importantes para o prosseguimento das demais aulas. Por exemplo, na aula 3 abordei o conceito de índice de refração que seria explorado implicitamente ao longo da unidade didática (além do fato de ser uma equação que geralmente é aprendida mecanicamente, segundo a teoria ausubeliana) e, assim, decidi trazer questões conceituais a respeito desse tópico.

2.3 PREDIZER, OBSERVAR E EXPLICAR (POE)

O método Predizer, Observar e Explicar (POE) surgiu como uma alternativa para o ensino de Ciências durante demonstrações experimentais. Ele foi desenvolvido originalmente por Champagne, Klopfer e Anderson, em 1979, mas com a denominação inicial Demonstrar – Observar – Explicar (DOE). Em 1992, os pesquisadores Richard White e Richard Gunstone, reformularam-no para Predizer – Observar – Explicar (POE). Atualmente, o método também é usado em simulações computacionais e vídeos, sendo empregado em diversas áreas.

O POE é dividido em três momentos principais, em que os estudantes são guiados a formular hipóteses e explicações a respeito de uma demonstração experimental. O professor que deseja aplicar essa metodologia deverá levar uma demonstração experimental aos alunos sem que explique inicialmente os princípios de funcionamento dela, mas problematizando alguns elementos.

Em seguida, o docente deverá comunicar que irá realizar a experiência, mas antes os discentes deverão prever o que acontecerá, justificando suas respostas. Nesse momento, é importante que o professor enfatize que as explicações não precisam ser corretas. As previsões e explicações poderão ser escritas em um pedaço de papel. Depois, a demonstração será realizada e os estudantes observarão o fenômeno de interesse, descrevendo o ocorrido. Por fim, os alunos compararão as suas previsões com o que foi observado e descrito, indicando se houve ou não divergência dos resultados. Posteriormente, o professor explicará o que aconteceu de fato.

O objetivo do POE é colocar o aluno como sujeito ativo das aulas, instigando-o a argumentar em prol das hipóteses formuladas por ele; assim, as demonstrações experimentais

tornam-se objeto de interesse no sentido de que deixam de ser passivas, passando a ser questionadoras. Ao aplicar o POE, são esperadas discordâncias entre a previsão e o resultado observado do experimento, de forma que surjam suposições ou mesmo dúvidas a respeito da interpretação empírica.

Dessa forma, apliquei esse método em minha aula 3, pois levei uma demonstração experimental passível de questionamentos, já que aparentemente os alunos iriam inferir que a luz de um laser se propagava de forma curvilínea dentro de um fluxo de água, o que não ocorre essencialmente. De fato, muitos deles não previram corretamente o que aconteceria, contribuindo com a premissa da metodologia empregada.

3 OBSERVAÇÃO E MONITORIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESCOLA⁵

O Colégio de Aplicação da UFRGS (CAp UFRGS), escola escolhida para o estágio de docência, é uma unidade de ensino básico da UFRGS, caracterizada por ser uma escola pública federal. O CAp UFRGS foi fundado pela professora Graciema Pacheco, regido pelo Decreto-Lei n.º 9.053 de 12/03/1946, pelo artigo 107 dos Estatutos da UFRGS e por seu próprio regimento de 1946, efetivado em 1954, ano no qual foi inaugurado. A sua origem é resultado da luta de um grupo de docentes da Faculdade de Filosofia, tendo em vista a situação política conturbada que o Brasil estava passando, na qual movimentos reivindicatórios estavam em crescimento, o país iniciava seu processo de industrialização e, ainda, havia uma crise política e econômica. Depois de vários locais de estabelecimento do colégio, atualmente ele se encontra no Campus do Vale, um dos campi da UFRGS, situado no bairro Agronomia, em Porto Alegre, RS.

A escola funciona durante os três turnos do dia e oferece Ensino Regular (Ensino Fundamental e Ensino Médio) e Ensino para Jovens e Adultos (EJA). Além disso, ela proporciona atividades diferenciadas, as quais incluem laboratórios de ensino, ações de extensão, atividades de pesquisa e bolsas de iniciação científica júnior, entre outros. No Ensino Regular, as turmas de anos iniciais têm aulas pela manhã e atividades diferenciadas pela tarde; já as de anos finais têm aulas de manhã, sendo dois dias da semana em tempo

⁵ As informações colhidas nesse tópico do trabalho foram extraídas de COLÉGIO DE APLICAÇÃO DA UFRGS. **Um pouco da História do Colégio de Aplicação da UFRGS**. Porto Alegre, 2019. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/colégiodeaplicacao/institucional/historia/>. Acesso em: 8 dez. 2019.

integral, além de possuírem atividades diferenciadas em mais duas tardes. Por outro lado, os alunos do EJA têm suas aulas apenas no período da noite.

O ingresso dos alunos é feito a partir de sorteio público previsto em edital. Por isso os estudantes do colégio possuem uma heterogeneidade em relação à classe socioeconômica. O CAp UFRGS conta com um total de 25 turmas de ensino regular. Como a EJA não é foco deste trabalho, os dados desse tipo de ensino não foram avaliados. Todos os períodos de aula da escola são de 45 minutos e a disciplina de Física possui dois desses por semana. As aulas matutinas iniciam-se às 8h e encerram-se às 12h. As aulas vespertinas iniciam-se às 13h30min, se encerrando às 17h30min.

A estrutura do colégio é formada por três prédios com salas de aulas, uma biblioteca (associada às outras bibliotecas da UFRGS), um campo de futebol, três quadras poliesportivas (sendo uma coberta), uma horta, um refeitório, uma cantina, sala de teatro, três laboratórios de informática, dois laboratórios de línguas estrangeiras, dois laboratórios de música, além dos laboratórios de artes visuais, de Ciências, Biologia e Química, Física e Matemática, de fotografia e de Educação Física e Atividades Múltiplas. Fora isso, a escola também possui gabinetes para os professores de cada departamento (Departamento de Comunicação, Departamento de Ciências Exatas e da Natureza, Departamento de Expressão e Movimento, Departamento de Humanidades). A planta baixa da infraestrutura pode ser visualizada conforme a figura 3 a seguir. A figura 4 mostra a fachada de uma das entradas da escola.

Figura 3 – Estrutura do Colégio de Aplicação da UFRGS, em planta baixa.



Fonte: retirado de COLÉGIO DE APLICAÇÃO DA UFRGS. **Manual do Novato**. Porto Alegre, 2019. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/colégiodeaplicacao/wp-content/uploads/2019/02/MANUAL-DO-NOVATO-revisado.pdf>. Acesso em: 8 dez. 2019.

Figura 4 – Fachada do Colégio de Aplicação.



Fonte: Fotografia tirada pela autora do trabalho.

O sistema de avaliação dos alunos é conceitual, e não valorativo, semelhante ao da UFRGS. Os resultados são divulgados trimestralmente, utilizando os seguintes conceitos: A para desempenho ótimo, B para desempenho bom, C para desempenho regular, D para desempenho insatisfatório e FF para falta de frequência, sendo que D e FF são conceitos de reprovação. Apesar de não usar números nos conceitos finais, os professores adotam a seguinte conversão, sendo “x” a nota: $9,0 \leq x \leq 10$ tem A, $7,5 \leq x < 9,0$ tem B, $6,0 \leq x < 7,5$ tem C e $x < 6,0$ tem D. Esse costume de conversão de notas valorativas para conceitos não corresponde ao objetivo essencial da adoção de conceitos como avaliação. Os conceitos na realidade deveriam expressar uma avaliação processual de acompanhamento do desenvolvimento dos estudos, sem preocupação de quantificar os conhecimentos dos alunos.

O artigo 2º do regimento do Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul trata a respeito das finalidades do colégio, indicando que:

Artigo 2º - O Colégio de Aplicação/UFRGS tem por finalidades: I - Ministrando Ensino Fundamental e Médio. II - Promover e desenvolver experiências de ensino-aprendizagem que busquem dinamizar, atualizar, construir e criar conhecimento, no que se refere ao Ensino Fundamental e Médio. III - Constituir parcerias com outras Unidades da Universidade e escolas do sistema público e privado, para promover inovações pedagógicas. IV - Constituir espaço para a realização de práticas pedagógicas e estágios supervisionados dos alunos dos cursos de graduação, pós-graduação e formação continuada da UFRGS. V - Desenvolver, coordenar e executar projetos de Pesquisa e Extensão, no âmbito da Educação Básica.

Nessa perspectiva, como escola pública federal, o CAp UFRGS tem seus objetivos semelhantes à UFRGS no sentido de que possui três pilares fundamentais como instituição pública (ensino, pesquisa e extensão), em nível da Educação Básica, voltados para a prática docente. Dessa forma, o colégio é essencial para a formação de professores e estágios supervisionados, assim como o presente trabalho.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS TURMAS

Durante meu período de observações no CAp UFRGS, relatei e acompanhei duas turmas de 2º ano (201 e 202) e uma turma de 1º ano (102). No entanto, a que mais observei foi a escolhida para a regência, turma 202 de 2º ano. A definição foi por uma questão de horários e preferência de conteúdos, pois gostaria de trabalhar conteúdos referentes ao 2º ano do Ensino Médio. As três turmas observadas tinham características semelhantes, como o número de alunos por classe (por volta de 30 estudantes) e a maioria dos estudantes eram brancos.

A fim de entender melhor a relação dos discentes (da turma 202) com a disciplina de Física, especificamente, distribuí no período de observações um questionário sobre atitudes em relação à Física (Apêndice C). A partir das respostas, consegui entender como a turma lidava com a disciplina, além de caracterizar melhor os estudantes. Já nas outras turmas (102 e 201), como fiz apenas uma observação em cada uma delas, não posso defini-las com exatidão. Porém tentarei expressar minhas impressões em linhas gerais.

3.2.1 TURMA 202

Os estudantes dessa turma tinham entre 16 e 19 anos de idade. Já nas primeiras observações, notei que os estudantes da 202 eram heterogêneos no sentido de ter quatro principais grupos de amigos distintos na sala. Dois desses sempre sentavam no fundo da sala, já os outros dois se situavam na frente da classe. Um dos grupos do fundo era composto por meninas e na maior parte do tempo conversavam entre si, ou estavam dispersas com outros trabalhos, ou ainda usavam o celular.

O outro grupo do fundo prestava atenção na aula, era mais quieto, mas fazia perguntas interessantes. Em um dos grupos da frente os alunos eram mais participativos nas discussões das aulas e faziam perguntas aos professores, além de conversarem bastante entre si. O quarto grupo era mais tranquilo, sempre ouvia as explicações dos professores, pois

estavam bem na frente, mas não chegava a tirar muitas dúvidas. De modo geral, era uma turma que prestava atenção, era bem ativa e receptiva.

Por meio das respostas do questionário sobre atitudes em relação à Física, percebi que quase todos almejam fazer um curso de ensino superior na UFRGS e nas mais diversas profissões (medicina, gastronomia, direito, teatro, enfermagem, etc.). A maioria dos estudantes não trabalha e alguns relataram que gostariam, mas não têm tempo devido à carga horária do CAp.

A disciplina de Física foi a mais citada como de menor preferência, seguida de Química. Já a disciplina que mais gostavam era Matemática, seguida de Biologia. Apesar disso, nas dificuldades em relação à disciplina de Física, grande parte dos estudantes relatou que sentia dificuldades nas fórmulas e na Matemática. Achei curioso que nas respostas que obtive, a turma concordou em pontos como dificuldades na Física, mas divergiu no que diz respeito a questões pessoais, mostrando seu lado heterogêneo novamente.

3.2.2 TURMAS 102 E 201

Observei a turma 102 em um dia de prova depois do intervalo. Nessas circunstâncias, os alunos pareceram agitados e também estavam atentos às orientações e explicações da professora, participando bastante. Além disso, durante a avaliação (realizada em duplas) os discentes pareciam focados em responder e calcular as questões. Em geral, a turma aparentou ser concentrada e com alguns momentos de conversa entre os colegas.

A turma 201 foi observada durante uma aula semelhante à outra observação da turma 202, com o mesmo professor, os mesmos conteúdos e mesma sequência de apresentação dos tópicos. Para contextualizar, a turma 202 tinha aulas de Física nas segundas-feiras e a turma 201 tinha nas terças-feiras.

Assim, resolvi atentar-me não só no professor, mas também nas diferenças da receptividade dos alunos das duas turmas. Os alunos da 201 pareciam mais relaxados, conversando entre si e a maioria era atenta e participava das discussões, um pouco diferente do que ocorria na 202. Além do mais, eram brincalhões com o professor e com os próprios colegas, rindo e fazendo piadas. Também existiam grupos de estudantes de acordo com a afinidade e muitos não interagiam fora disso.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DO TIPO DE ENSINO

Inicialmente, destaca-se que a observação foi realizada em relação às aulas ministradas por quatro diferentes professores, sendo dois desses de Física, uma de Matemática e outra de Português. Nesse sentido, a fim de preservar a identidade de todos, irei identificá-los, respectivamente, por professor(a) A, B, C e D.

Contudo, evidencia-se que o principal professor observado foi o de Física, responsável pelo 2º ano do ensino médio. Esse docente (professor A) acabou de última hora assumindo as turmas de 2º ano do colégio, visto que o professor vigente havia se aposentado no meio do ano, não deixando nenhum substituto imediato.

Enquanto isso, a professora B (descrita posteriormente), encontrava-se na mesma situação mencionada acima e também não sabia em que ponto os conteúdos estavam ao certo, motivo por que ambos tiveram que seguir o livro didático⁶ para fazer revisões dos assuntos. Portanto, acredito que faltou diálogo entre o professor vigente e os professores substitutos nesse sentido. A partir dessas considerações, as principais características do tipo de ensino observado do professor A estão apresentadas na tabela 1 abaixo:

Tabela 1 – Principais características do tipo de ensino observado do professor A.

Comportamentos negativos	1	2	3	4	5	Comportamentos positivos
Parece ser muito rígido no trato com os alunos				x		Dá evidência de flexibilidade
Parecer ser muito condescendente com os alunos				x		Parece ser justo em seus critérios
Parece ser frio e reservado					x	Parece ser caloroso e entusiasmado
Parece irritar-se facilmente		x				Parece ser calmo e paciente
Expõe sem cessar, sem esperar reação dos alunos			x			Provoca reação da classe
Não parece se preocupar se os alunos estão acompanhando a exposição		x				Busca saber se os alunos estão entendendo o que está sendo exposto

⁶ O livro didático utilizado no colégio, na disciplina de física era MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B.; GUIMARÃES, C. **Física: Contexto & Aplicações**. Vol. 2. São Paulo: Scipione, 2017. Livro aprovado no PNLD 2018, 2019, 2020.

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

Parecer preocupar-se apenas com as condutas observáveis dos alunos	x					Parece ver os alunos como pessoas que pensam, sentem e atuam
--	---	--	--	--	--	--

Fonte: tabela disponibilizada pelo professor orientador.

Nesse sentido, em relação à professora B, formada em Física, ressalta-se que ela trabalhava com Ciências nas séries finais do ensino fundamental, porém, precisou assumir as atividades de Física no 1º ano do ensino médio, como mencionado. Pelo tipo de ensino observado (somente dois períodos de prova), ela pareceu ser preocupada com os alunos, explicava de maneiras diferentes e tirava dúvidas sempre que possível. De maneira geral, era uma professora séria, respeitada pelos estudantes e organizada.

As professoras C e D ministravam, respectivamente, as matérias de Matemática e de Português. A professora C era metódica e rígida, mas também era entusiasmada e brincalhona - por isso, às vezes não era muito respeitada. Ela tentava ensinar de maneiras diferentes, mas suas aulas eram tradicionais. Não tive a oportunidade de assistir uma aula expositiva da professora D (observei a elaboração de trabalhos em grupo), por isso não tenho muitas considerações a seu respeito; entretanto, posso dizer que ela foi atenciosa com os discentes e dava sugestões para que melhorassem os trabalhos, mostrando preocupação.

3.4 RELATO DAS OBSERVAÇÕES EM SALA DE AULA

Observação 1

Data: 02/09/2019

Turma: 202 **Ano:** 2º ano

Horário: das 8h às 9h30min (duas horas-aula).

Assunto da aula: Termodinâmica

Alunos(as) presentes: 32 (28 no início da aula e mais 4 no segundo período), sendo 19 meninas e 13 meninos.

Iniciei meu primeiro dia de observação do estágio sem ter uma ideia prévia do que encontraria no Colégio de Aplicação da UFRGS, isto é, não sabia como era o ambiente por dentro, como era a rotina dos funcionários, nem mesmo onde se localizavam as salas de aula. Sendo assim, estava apreensiva em relação aos procedimentos básicos da escola até encontrar de fato o local da turma escolhida por mim neste dia para observações. Cheguei na escola às 07h45min e, assim que entrei, me identifiquei e pedi a uma funcionária da recepção a

localização da turma 202. Apontando para um corredor a sua direita, ela me sugeriu segui-lo até encontrar minha classe. Ao explorar esse corredor, localizado no primeiro piso do prédio, vi que o número da sala juntamente com o número da classe estavam escritos em placas do lado de cada porta. Dessa maneira, consegui encontrar com facilidade a turma 202 ao final do corredor - esta se localizava praticamente do lado dos banheiros e do bebedouro. Como havia chegado com alguns minutos de antecedência, permaneci do lado de fora até o professor titular chegar.

Enquanto aguardava, vi muitos dos alunos de pé dentro do recinto conversando com seus colegas e alguns fora com outros estudantes - provavelmente de outras turmas. Quando o sinal da escola soou, os estudantes avistaram o professor caminhando - ainda no início desse corredor - em direção à turma e se acomodaram rapidamente dentro da sala. Assim que o docente chegou em frente ao local, comuniquei-o que eu era a nova estagiária do Colégio e que havia falado com a professora Coordenadora da disciplina de Física por e-mail para eu fazer minha primeira observação nesta classe; ele consentiu e depois pediu para entrarmos a fim de que a aula fosse iniciada.

A sala estava em boas condições, tinha paredes brancas, sendo uma destas somente com janelas (com bastante iluminação natural), cadeiras com suporte para escrever, uma mesa para o professor, um quadro branco com canetas e um projetor. Ao entrar no ambiente, rapidamente percebi que as cadeiras não estavam distribuídas uniformemente de modo que havia um espaço entre dois grupos de estudantes - supus de início que os alunos desses dois grupos não se davam muito bem, porém fiquei sem essa resposta nesse dia. Escolhi uma cadeira ao fundo esquerdo (em relação a quem entra) da sala, pois queria ter uma visão ampla do espaço e não chamar atenção. O docente, então, entrou, escreveu a data no quadro e em seguida deu bom dia e explicou que hoje estava ali como professor substituto de Física. De início, ele já começou a brincar e fazer piadas com os alunos e identifiquei certa intimidade entre eles.

Iniciando a aula, o professor escreveu no quadro “primeira lei da termodinâmica” e pediu aos estudantes sobre o que esta lei descrevia, visto que a turma já havia trabalhado esse conteúdo anteriormente. Um aluno respondeu “é uma lei de conservação” e o professor falou “não é qualquer conservação”, já que quem se conserva é a energia, complementando. Em seguida, explicou a morfologia da palavra termodinâmica, isto é, o docente destacou a parte “termo” e relacionou com o conceito de temperatura e, a parte “dinâmica”, com movimento.

Ele associou também as concepções de calor e trabalho (respectivamente com temperatura e movimento), concluindo que a termodinâmica estuda a relação entre esses conceitos. Ao perguntar sobre a diferença entre calor e temperatura à classe, obteve poucas respostas. O docente, deste modo, disse que calor e trabalho se relacionam com energia; então, um aluno comenta sobre um exemplo do livro⁷ sobre fogão, no entanto ele não desenvolveu uma explicação dessa situação, nem o professor aproveitou a oportunidade para explicar uma conexão entre o comentário e o conteúdo.

Depois dessa explicação inicial, o professor começou a definir dois outros conceitos: sistema e vizinhança. No quadro, ele fez um desenho de um cubo de gelo para auxiliar na explicação. Nesse exemplo, o cubo era o sistema, as suas paredes eram o entorno do sistema e tudo fora desses limites era considerada a vizinhança. Vi que dois alunos falaram entre eles, quase cochichando, que esses conceitos seriam uma espécie de sujeito e predicado, fazendo uma analogia com a língua portuguesa, entretanto, não expuseram em alto tom para o resto da turma. Concluindo, o professor explicitou que sistema e vizinhança trocam energia; além disso, sintetizou a termodinâmica como o estudo de dois processos físicos que são o calor e o trabalho e que a primeira lei da termodinâmica faz um balanço de energia. Quando acabou de explicar, o docente perguntou aos estudantes se entenderam e poucos responderam dizendo que sim, mas sem muita confiança. Nesse momento, o sinal da escola tocou e uma aluna comentou com a turma que nunca um período de física passara tão rápido quanto esse, mostrando interesse na aula. Logo em seguida, mais quatro alunos atrasados entraram na sala.

Nesse segundo período, ainda em sala, o professor iniciou um exemplo desenhando no quadro um recipiente contendo um gás, em que ilustrou como um retângulo com a parede de cima mais grossa, a qual foi definida como êmbolo. Por um momento, o docente parou a explicação, pois uma aluna estava conversando e ele disse para ela prestar atenção na aula, salientando também que ela tinha chegado atrasada. Ao retomar a explicação, o professor explicou o que é um êmbolo, fazendo relação com uma seringa; além disso, comunicou que, a partir daquele momento, iria acelerar a explicação para dar tempo de ensinar o assunto até o final do período. Ao lado do desenho do recipiente, ele escreveu as variáveis de temperatura, pressão e volume em seus estados iniciais (T_i , P_i , V_i , respectivamente). Quando o docente perguntou para a turma se já estudaram energia interna, inicialmente os discentes não souberam responder, porém um menino explicou que eles haviam feito um trabalho para

⁷ MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B.; GUIMARÃES, C. **Física**: Contexto & Aplicações. Vol. 2. São Paulo: Scipione, 2017. Livro aprovado no PNL 2018, 2019, 2020.

resumir tudo o que estava presente no livro didático a respeito de energia interna, logo já tinham alguma noção. Do ponto de vista de Ausubel, já possuíam subsunçores iniciais.

Desse modo, o professor mostrou que a energia interna é a soma das energias das partículas. Posto isto, uma aluna perguntou se todas as partículas já não estão à mesma temperatura e, então, o docente esclareceu que temperatura é uma média das agitações das partículas, ou seja, cada partícula tem sua própria agitação - que não significa que é a mesma para todas as moléculas -, enquanto que a energia interna é a soma das energias de todas as partículas do sistema.

Ao retomar o exemplo, o professor disse que o recipiente fora aquecido e perguntou à classe qual dos dois processos aconteceriam neste caso: “calor ou trabalho?” e os poucos que responderam falaram “os dois” e, portanto, o professor questionou onde tem força atuando, mas os alunos não responderam esta última questão. Dessa maneira, o docente introduziu um exemplo numérico da situação apresentada (se 100 J foram cedidos ao gás, 30 J realizaram trabalho e 70 J serviram para aumentar a energia interna do gás), contudo não chegou a escrever no quadro. Ele começou, então, a falar sobre a pressão de um gás, mostrando que nada mais é do que as várias colisões com as paredes do recipiente onde está contido e escreveu a equação que relaciona força e área. Assim, expôs que um gás pode exercer força e que faz trabalho sobre a vizinhança.

Logo depois, escreveu no quadro a equação da primeira lei da termodinâmica ($\Delta U = Q - \tau$) e explicou cada variável e suas relações. Como muitos alunos ficaram com dúvidas sobre a gradeza trabalho, o professor deixou explícita a seguinte equação no quadro: $\tau = F \cdot d$. Logo depois, ele usou um exemplo para desenvolver mais a equação, colocando mais variáveis na distância (que seria uma variação do estado inicial e final), além de substituir a equação da força $F = P \cdot A$. Ademais, o docente mostrou que também é possível ter uma equação do trabalho para pressão constante $\tau = P \cdot V$. Ao final da aula, o professor fez um esquema resumindo rapidamente outras situações, como calor e variação de volume, ambos, negativos e positivos, relacionando com a equação da primeira lei da termodinâmica.

Nessa aula, permaneci como observadora sem interagir com a turma ou com o docente. O único momento de comunicação que tive foi quando o professor me apresentou aos alunos como estagiária e eu falei meu nome. Em relação à classe, vi que os estudantes estavam claramente divididos fisicamente em dois grupos principais, pois as classes estavam

dispostas a formar um espaço sem cadeiras no meio da sala. Os alunos sentados no grupo à esquerda do professor recebiam mais atenção e as explicações estavam mais voltadas para eles; enquanto que os estudantes do grupo à direita estavam mais apáticos e não recebiam muita atenção por parte do docente. Acredito que isso se devia à forte participação do grupo da esquerda durante a aula, visto que riam das piadas, comentavam em alguns momentos e tiravam dúvidas, muito mais do que o grupo à direita do professor. Além desta separação, vi que existia um terceiro grupo, porém com menos estudantes, composto por algumas meninas que sentavam no fundo da sala e que não eram muito atentas ao que o docente dizia, ou seja, a atenção delas não estava focada no conteúdo.

A aula do professor foi tradicional, com relativa interação com os alunos, como já explicado anteriormente. O docente usou bastante de perguntas para forçar uma resposta dos estudantes a fim de completar o seu raciocínio, exigindo, assim, algum grau de participação, porém com uma linha de raciocínio já definida. Percebi também que ele tinha certa intimidade com a turma, visto que fez algumas piadas fora do conteúdo da aula. A maneira em que ele escreveu no quadro foi inicialmente organizada, mas já no final do segundo período estava desorganizada, uma vez que não mantinha uma sequência visual clara. Ademais, nessa aula, o docente pareceu comunicar uma visão de ciência como algo verdadeiro, exato - embora tenha sido minha primeira observação - e em alguns momentos isso foi demonstrado, como a maneira com que ele expunha os exemplos sem explanar sobre as simplificações e as idealizações de eventos reais de forma explícita aos alunos.

Observação 2

Data: 06/09/2019

Turma: 102 **Ano:** 1º ano

Horário: das 10h40min às 12h10min (duas horas-aula).

Assunto da aula: Aplicação de avaliação sobre leis de Newton

Alunos(as) presentes: 31, sendo 12 meninas e 19 meninos

Nesse dia, antes dessa aula, a professora de Física do colégio fez uma reunião comigo e com outros colegas, também estagiários, a fim de termos algumas informações sobre o Colégio de Aplicação da UFRGS, uma vez que a professora não pudera comparecer anteriormente. Depois desse compromisso, a docente tinha aula com a turma 102, do primeiro

ano do ensino médio. Então, eu decidi permanecer na escola para observar a aula dessa professora nessa turma, junto com outras estagiárias.

Ao chegarmos à frente da sala, vi os alunos um pouco agitados já que o intervalo tinha acabado há poucos minutos. O ambiente tinha paredes claras (sendo uma delas com muitas janelas) com o teto azul claro, havia também cadeiras com apoio, um quadro branco, uma mesa para o professor, um projetor, dois ventiladores e era localizada no lado oposto do corredor da turma 202, na qual eu tinha feito a primeira observação. Escolhi sentar à direita (em relação a quem entra) no fundo da sala. A organização da turma também não era a mesma do que da turma 202, uma vez que os estudantes estavam sentados em duplas e as classes estavam divididas em três grandes grupos. Embora já tivesse falado com a professora antes, ela não chegou a me dizer o que seria trabalhado nessa aula, e também eu não havia perguntado.

Quando ela começou a falar com os alunos, entendi que seria aplicada uma avaliação sobre leis de Newton. Antes de entregar as provas, a docente fez algumas observações no quadro, revisando alguns conceitos. Ela também falou sobre o fechamento dos conceitos finais do trimestre anterior, o qual era liderado por outro professor - que saiu do Colégio -, além disso, ela também comunicou que permaneceria nas aulas de Física da turma. Enquanto a docente falava as instruções iniciais, me chamou atenção a afirmação de que os estudantes “não precisam sair formados em Física” ao final do ano letivo, demonstrando por parte dela a intenção de manter um nível médio de compreensão do conhecimento nessa turma, sem exigir um nível acima do necessário.

Logo após a introdução da professora, ela começou a distribuir uma folha de resumo dos conteúdos de Leis de Newton aos alunos (presente no anexo A) que serviu como consulta para a avaliação. Ao passo que ela passava entregando os resumos, os estudantes que não estavam em duplas começaram a se acomodar nessa formação. A turma estava bem agitada e falando alto, porém as pessoas iam se acalmando à medida que a professora passava pelas duplas. Depois disso, a docente leu a folha de consulta em conjunto com os estudantes em voz alta, relacionando com o que havia trabalhado anteriormente.

Durante a leitura, ela fez perguntas, por exemplo, se existe relação entre velocidade e força - tentando perceber se ainda existiam confusões quanto a esses conceitos pelos estudantes. Dessa forma, ela desenhou no quadro duas pessoas empurrando um carro a fim de

ilustrar sua explicação sobre força resultante. Os alunos estavam bem comunicativos e muitos deles responderam as questões da professora. Além disso, a docente falou em força normal e em força de atrito, explicando a equação que relaciona essas duas grandezas. Percebi que os estudantes estavam muito atentos e participativos, pois tomaram nota dessa pequena explanação nas folhas de consulta entregues.

Em seguida, a professora caminhou pela sala para tirar algumas possíveis dúvidas das duplas. Logo após, ela perguntou se podia apagar o quadro com os esclarecimentos e se ainda existia outra pergunta a respeito do assunto. Como não havia mais questões, a docente, então, começou a organizar melhor a disposição das classes deixando-as mais espaçadas. Enquanto isso, os estudantes conversavam entre si e mexiam nos celulares. Escutei alguns meninos que estavam sentados no fundo da sala brincando sobre passarem as respostas durante a prova. Posteriormente, aproximadamente às 11h15min, a docente perguntou se já poderia distribuir as provas à classe, fez os últimos informes sobre itens permitidos durante a avaliação - calculadora e somente folha da professora para consulta - e frisou que, mesmo fazendo a avaliação em dupla, cada pessoa deveria entregar sua prova individualmente. Existiam duas provas distintas, distinguindo-se apenas pelos valores ou pela ordem apresentados e não pelas questões em si (disponíveis no anexo B).

Depois de entregar as avaliações, a professora esclareceu que em uma alternativa da prova era possível ter mais de uma resposta em razão da escolha de raciocínio da pessoa (se escolhesse a massa ou o peso de um corpo). Dessa maneira, ela pediu para que, ao responder essa pergunta, deixassem explícito o que foi decidido pela dupla. Depois de distribuir as provas, um aluno chamou a docente para tirar uma dúvida. Nesse meio-tempo, os estudantes conversavam em baixo tom com suas respectivas duplas, parecendo focados e realmente debatendo as questões. Apesar disso, um aluno ficou sem parceiro e pareceu um pouco ansioso com a prova; ele tentou, então, se comunicar com dois colegas sentados atrás dele, no entanto ficou tímido quando percebeu que eu e as estagiárias estávamos relativamente perto dele e tentou ser mais discreto em sua tentativa de conversa. Durante a realização da avaliação, a professora permaneceu à disposição dos estudantes para possíveis perguntas, cuidando sempre a turma e, de vez em quando, caminhava pela sala.

Quando uma dúvida individual surgiu, a docente se deslocou até a dupla, escutou e decidiu dar a explicação para todos, visto que poderia ser uma dúvida de outros alunos também - ela explanou sobre módulo de um número nesse caso. Em seguida, os estudantes

em geral começaram a se comunicar com outras duplas de forma discreta, mas não demorou muito para o volume das vozes da turma aumentar. Quando o relógio marcou 11h40min, a primeira dupla entregou a avaliação para a professora. Segurando a prova e lendo atentamente as respostas, a docente devolveu a folha aos alunos para que completassem os cálculos e fizessem uma questão em branco - além disso, aproveitou também para comunicar à classe que eles deveriam expressar todos os cálculos na avaliação. Ela fez o mesmo com todas as provas entregues a ela: conferia para ver se os cálculos estavam explícitos e se não havia questões sem respostas.

Eu notei que os discentes que terminavam a prova se comunicavam com aqueles que ainda estavam fazendo-a ou estes os chamavam pedindo dicas para resolução. Conforme as duplas iam finalizando, entregavam a folha à professora. Porém, como a aula já estava quase no final, houve um momento em que muitos estudantes terminaram praticamente juntos e ocorreu uma pequena agitação na devolução, pois tinham muitas pessoas de pé. A docente então pediu para todos permanecerem sentados que ela iria recolher as avaliações de cada um. Depois de as provas entregues, os estudantes poderiam sair da sala e, em pouco tempo, a classe estava com poucas pessoas. Em uma dessas últimas provas, a professora viu uma fórmula errada e pediu para que a dupla refizesse a questão. Depois disso, as últimas provas foram devolvidas e a turma pôde deixar a sala.

Durante essa aula, permaneci como ouvinte e observadora, não participando de nenhuma interação com os alunos. Quanto aos estudantes, constatei que foram muito participativos na disciplina, prestando atenção na professora, tomando notas e tirando dúvidas. Como essa aula foi uma aplicação de prova, talvez a turma estivesse mais interessada e agitada que o normal. A interação entre a professora e os alunos pareceu tranquila e respeitosa durante a aula, tendo um nível razoável de diálogo. Porém, os alunos não pareciam inteiramente confiantes em dialogar com a professora - tendo um pouco de afastamento - e sim com seus colegas.

Em relação à docente, percebi preocupação quanto à aprendizagem dos seus alunos, estando sempre disposta a ajudar e explicar os conteúdos, não cobrando tanta memorização dos assuntos. O modo de avaliação foi (pelo menos nesta aula) por meio de uma prova escrita, com consulta, realizada em dupla, mas entregue individualmente. Embora não seja a maneira mais tradicional e rígida, a prova tinha pelo menos duas questões (das quatro) com um raciocínio de aplicação de fórmulas somente, o que é o modelo tradicional, sem muita

problematização dos conceitos envolvidos. Além disso, a professora auxiliou o raciocínio de algumas questões durante a aula, não deixando a tarefa somente a cargo dos estudantes.

Observação 3

Data: 09/09/2019

Turma: 202 **Ano:** 2º ano

Horário: das 8h às 9h30min (duas horas-aula).

Assunto da aula: Exercícios sobre termodinâmica

Alunos(as) presentes: 32, sendo 19 meninas e 13 meninos.

Nessa observação, cheguei ao colégio dez minutos antes da aula se iniciar e, portanto, fiquei esperando o professor de Física do lado de fora da sala. Todavia, o docente apareceu às 8h15min para a aula, declarando que havia se confundido nos horários. Entrando na sala, fui até o fundo para me sentar e observar a turma. O professor, então, começou escrevendo a data no quadro. Os alunos conversavam em um volume alto e estavam bem agitados naquele dia. Depois de algum tempo, o professor cumprimentou a turma, pediu desculpas pelo atraso inicial e afirmou que a aula seria de resolução de exercícios do livro. Ele disse que, para praticar, explicaria um exercício resolvido para que depois cada aluno, em pequenos grupos, resolvesse os exercícios propostos.

O docente deu início à explicação do exercício fazendo o esboço no quadro de um recipiente contendo um gás (simbolizado por pequenos pontos) e uma chama logo abaixo. Em seguida, ele leu o enunciado da questão, escrevendo os principais dados. O exercício se tratava de um gás em expansão e que, portanto, realizava trabalho; a pergunta em questão era o valor da variação da energia interna. Como a questão dava valores em calorias e também em Joules, o professor destacou que era importante deixar as unidades idênticas para realizar as operações matemáticas. Nesse momento, o docente parou sua explicação a fim de solicitar a troca de lugar de uma aluna, com a justificativa de que ela estava conversando demais. Depois desse momento, a explicação foi retomada. Ele perguntou à turma qual a relação existente entre as unidades de energia Joule e caloria e um aluno disse que era “4,18” - embora sem dizer as unidades, o professor aceitou a resposta. Um aluno perguntou sobre uma situação hipotética na qual não é fornecido o valor de trabalho em um exercício e o professor

respondeu que o trabalho, portanto, é nulo. Acredito que esse aluno estava perguntando despretensiosamente a respeito de uma questão do livro.

No quadro, o professor escreveu a equação da primeira lei da termodinâmica para dar a resposta do exercício - o valor da variação da energia interna do gás. Depois disso, seguiu explicando as outras perguntas do exercício. A partir daqui o docente apressou sua explicação, pois notou que já havia passado muito tempo numa mesma questão.

Nesse momento, muitos alunos fizeram várias perguntas sobre o conteúdo para o docente. Um estudante questionou “por que um trabalho realizado sobre o sistema é negativo?” e o professor respondeu que o gás é quem realiza trabalho sobre a vizinhança e, portanto, o trabalho seria negativo. Nesse momento, percebi que o professor se enganou e cometeu um erro conceitual, porque a resposta seria que um trabalho negativo é quando a vizinhança realiza trabalho sobre o sistema (gás), comprimindo-o. Apesar disso, o docente escreveu no quadro um esquema que relacionava a variação de volume com o trabalho, junto com a equação $\tau = P \cdot \Delta V$ do trabalho de um gás, mostrando que a variação do volume positiva (expansão) estava associada ao trabalho positivo e vice-versa, corrigindo coincidentemente (e inconscientemente) o equívoco de sua fala anterior. Foi, então, que uma aluna perguntou se a equação anterior só se utiliza quando a pressão for constante e a resposta dada pelo docente foi que a fórmula poderia ser usada em qualquer situação inclusive na transformação isobárica, no entanto, na transformação isotérmica, a fórmula poderia ser usada com uma matemática mais avançada - isto é, com cálculo integral.

Todavia, outro aluno perguntou se o trabalho não era expresso por outra equação ($\tau = F \cdot d$) e o docente mostrou que o trabalho se relaciona com a força, que nada mais é do que as forças de cada partícula do gás, ou seja, a pressão de um gás. Além disso, informou que o calor se relaciona com a variação de temperatura entre a vizinhança e o sistema. Ainda outro estudante questionou “se não houve variação nem de trabalho, nem de energia, o que aconteceu?” e a resposta do professor foi que nada ocorreu. Por volta de 9h10min, o professor acabou o exemplo e pediu à turma para continuar a responder o resto dos exercícios do livro. Alguns alunos ainda com dúvidas da matéria foram até a mesa do professor, enquanto os outros se dedicaram aos exercícios e outros a conversar.

Nessa aula, permaneci como ouvinte sem nenhuma interação com a turma ou docente. Percebi que os estudantes estavam muito participativos, questionando muitos pontos

durante a aula. A turma não estava tão agitada e parecia, em geral, concentrada. Quanto ao professor, notei que explicou satisfatoriamente o conteúdo, no entanto perdeu muito tempo, quase uma hora, em uma parte do exemplo do livro didático e, por isso, os estudantes estavam ficando cansados. A interação entre os alunos e o docente foi satisfatória, uma vez que houve muitas dúvidas por parte deles. A aula foi tradicional, com exposição dialogada.

Observação 4

Data: 16/09/2019

Turma: 202 **Ano:** 2º ano

Horário: das 8h às 9h30min (duas horas-aula).

Assunto da aula: Atividade avaliativa sobre termodinâmica

Alunos(as) presentes: 30, sendo 18 meninas e 12 meninos.

Nesse dia, cheguei às 8h no colégio e, por isso, tive que entrar depois da aula já ter começado havia alguns poucos instantes. Quando abri a porta, uma professora que nunca havia visto antes estava na frente da classe. Pedi a ela para entrar na sala, explicando que eu era a estagiária de Física. Dessa maneira, procurei rapidamente uma cadeira ao fundo da sala. Quando a turma ficou mais quieta, a professora explicou que estava substituindo o professor titular, visto que ele estava viajando e voltaria só na semana seguinte. Afirmou que o professor havia deixado uma atividade avaliativa para ser entregue individualmente até o final dessa aula, podendo ser feita em grupos. Os alunos estavam relativamente silenciosos com poucas conversas.

Dessa maneira, fui até a mesa da professora e perguntei se eu poderia distribuir aos alunos os questionários sobre atitudes em relação à Física (Apêndice C). Ela foi muito solícita e avisou os estudantes que eu estaria distribuindo uma folha com algumas perguntas para o meu estágio. Depois de eu entregar as folhas, uma aluna questionou se os professores analisariam os questionários, afirmando que estava sendo muito sincera em suas respostas e respondi que apenas eu as leria.

Depois de alguns minutos, duas meninas me chamaram para que eu as ajudasse em uma das questões da atividade avaliativa sobre rendimento de uma máquina térmica. Tentei relembrar o conteúdo em questão pelas fórmulas fornecidas no final da folha e logo elas

conseguiram fazer a pergunta. Percebi que a dificuldade estava em identificar as grandezas de cada equação, pois elas perguntavam a respeito “das letras” de cada uma dessas – indicando uma possível aprendizagem mecânica pela teoria de Ausubel.

Durante o primeiro período, os estudantes estavam fazendo a avaliação com mais calma. Entretanto, quando o sinal tocou para o segundo período, os estudantes ficaram mais tensos e começaram a se dedicar mais para resolver as questões. Alguns até chegaram a questionar a professora substituta sobre o que aconteceria se não entregassem a atividade e ela respondeu que valia nota no trimestre, por isso era melhor tentar resolver.

Quase no final do segundo período, os estudantes começaram a perguntar para a professora a respeito de uma das questões da atividade e ela tentou responder, porém os alunos continuaram com dificuldades de entender. Decidi, portanto, ir até um grupo de estudantes para tentar explicar o que havia de dúvidas, mas a professora viu que eu poderia ajudar e me chamou para escrever no quadro.

A questão se tratava de uma expansão de um gás em um recipiente e perguntava sobre a força exercida no êmbolo e o trabalho realizado. Tentei explicar que achando o valor da força, era possível encontrar o valor de trabalho. No entanto, um aluno me questionou sobre uma frase no final da questão que não tinha entendido - dizia algo sobre converter centímetros em metros - e expliquei que para os valores em uma fórmula, todas as grandezas devem estar na mesma unidade.

Mesmo assim, os alunos pareciam permanecer com problemas para entender, consegui entender a dúvida depois da aula já ter acabado: se tratava da frase “converter em unidades de volume” e, por isso, os alunos não entendiam. No momento, apenas disse que a conversão poderia ser feita tanto para unidades de área quanto de volume, porém percebi que poderia ter investido mais nessa explicação somente quando a aula já havia terminado. Ao final da aula, recolhi os questionários que tinha entregado aos alunos.

Os alunos pareciam interessados em resolver e entender de forma esclarecida as questões. A professora estava disposta a ajudar a turma na medida do possível, visto que ela trabalhava no 9º ano do Ensino Fundamental e não estava totalmente preparada para resolver todas as dúvidas. A forma de avaliação foi tradicional com questões exigindo basicamente aplicação de fórmulas e substituição de números, sem muita interpretação dos conceitos termodinâmicos.

Observação 5**Data:** 23/09/2019**Turma:** 202 **Ano:** 2º ano**Horário:** das 8h às 9h30min (duas horas-aula).**Assunto da aula:** Dilatação térmica**Alunos(as) presentes:** 28, sendo 17 meninas e 11 meninos.

A aula iniciou às 8h quando o professor entrou na sala da turma 202. Quando adentrei o ambiente, percebi que as classes estavam mais espalhadas pela sala do que nas outras observações e não havia mais um espaço vazio no meio. Sem falar muito, o docente escreveu o seguinte título no quadro: “efeitos da transferência de calor entre os corpos” e logo em seguida deu bom dia para os alunos.

Ele explicou que estava dando as aulas de forma a recordar o que o professor antecessor estava passando de conteúdos, além disso falou que as próximas aulas seriam de reforço dos conteúdos de Termodinâmica até que a estagiária - eu - assumisse as aulas de Física, uma vez que a turma já havia visto tais assuntos. Nesse momento, uma aluna sentada na primeira fileira perguntou a respeito da conclusão da atividade avaliativa da aula anterior – se haveria outra oportunidade para quem não conseguiu finalizar – e também das provas (provavelmente do trimestre passado). O professor afirmou que os estudantes poderiam terminar a atividade em outro momento e que as provas seriam entregues.

Depois das considerações iniciais, o docente iniciou o conteúdo falando sobre calor e trabalho, definindo-os. Segundo ele, calor é um “processo físico em que os corpos transferem energia devido à diferença de temperatura” e trabalho é um “processo físico em que os corpos transferem energia devido à aplicação de uma força”. Embora tenha definido esses dois conceitos, o professor não os escreveu no quadro, e sim pronunciou essas frases.

Logo após, ele desenhou no quadro uma forma qualquer e uma flecha apontando para isso onde estava escrito “Q, energia na forma de calor”. Explicou que um corpo qualquer pode trocar energia em forma de calor e, quando isso ocorrer, há quatro situações possíveis: 1) realização de trabalho; 2) variação de sua temperatura/ energia interna; 3) variação de suas dimensões e 4) mudança de estado físico. Ao escrever isso no quadro, ele comunicou que não

era viável estudar as quatro circunstâncias nessa aula, mas sim ao longo das próximas aulas. Logo, o professor iniciou falando sobre o item 3, de dilatação térmica.

Já de início, o docente esclareceu que a dilatação térmica também pode ser entendida como contração térmica, já que é possível aumentar ou diminuir, respectivamente, as dimensões de um corpo pela variação de temperatura. Ele escreveu as classificações das diferentes dilatações para os sólidos e líquidos. Exemplificando, o professor desenhou no quadro um cubo de gelo aumentando de temperatura. Inicialmente o gelo estava à temperatura de -10°C e foi aumentando para 0°C e depois 100°C . Nesse caso geral, o professor explicou rapidamente a física envolvida, mas afirmou que analisaria separadamente cada novo aumento de temperatura.

Ao iniciar a explicação sobre dilatação térmica linear, ele deu um exemplo de uma barra metálica, mostrando que, na realidade, a barra se dilataria em três dimensões, porém o aumento mais significativo acontece no seu comprimento (em só uma dimensão). Sendo assim, ele definiu as variáveis de comprimento e de temperatura (L_o , T_o , L_f , T_f , ΔL). Aqui o professor poderia ter explorado mais o domínio de validade de um modelo físico ou as situações nas quais devemos usar determinadas equações em detrimento de outras, mas não explorou isso muito bem.

O sinal da escola tocou e o segundo período se iniciou com mais quatro alunas. O docente ainda explicando dilatação linear mostrou que esta depende da temperatura, do comprimento inicial e do coeficiente de dilatação do material. Enquanto o professor falava, paralelamente duas alunas sentadas no fundo da sala conversavam em baixo tom acerca da disciplina de Matemática - estavam estudando e tirando dúvidas por meio de um resumo. Ao final da explanação do docente, ele escreveu a fórmula da dilatação linear e disse que se os alunos tivessem dificuldades em fórmulas, o problema seria apenas da Matemática e não da Física envolvida. Alguns alunos tiraram uma fotografia do quadro por meio dos seus celulares ao invés de copiar no caderno. Quando o professor perguntou se havia dúvidas, um aluno questionou sobre o coeficiente de dilatação da água, porém o professor somente comunicou que esse assunto seria tratado na próxima aula. Depois da explicação, ele descontraíu um pouco com a turma e os alunos pareciam um pouco mais dispostos.

O assunto de dilatação superficial foi iniciado com um exemplo similar ao da dilatação linear, mas com uma placa metálica invés de uma barra - do mesmo jeito definiu as

variáveis de área e de temperatura (A_o , T_o , A_f , T_f). Nesse momento, uma menina sentada ao fundo estava conversando baixo com outra menina que estava sentada atrás dela; quando ela virou para trás por um pequeno instante, o professor pediu para essa garota que estava na frente sentar mais próximo ao quadro, justificando que ela estava sem caderno e conversando durante a explicação. Eles tiveram uma curta discussão e o docente pronunciou que a atitude da menina fora uma falta de consideração com ele, uma vez que ele estava dando aula e ela não estava sequer prestando atenção.

Depois disso, o docente falou um pouco acerca de dilatação volumétrica e fez um resumo no quadro com as equações vistas durante essa aula. Ele explanou sobre os coeficientes de dilatação e como eles estão relacionados matematicamente. Além disso, o professor também falou a respeito das unidades das equações e fez uma análise dimensional do coeficiente de dilatação térmica, pois alguns alunos ficaram sem entender essa unidade ($1/^\circ\text{C}$). Ao final, perguntou se existiam dúvidas e uma aluna perguntou sobre o que aconteceria em um líquido dentro de um recipiente. Dessa forma, o professor elucidou brevemente essa questão, dizendo que aprofundaria em outras aulas. Por volta de 9h20min, ele pediu para os estudantes fazerem um exercício do livro didático, no entanto não chegou a encontrar a página dos exercícios e, logo após, os alunos, percebendo que a aula tinha finalizado, levantaram das classes para conversar.

Nessa aula, participei como ouvinte e não tive nenhuma interação. O docente e também os estudantes pareceram com menos energia, cansados e estes menos participativos durante a aula. Enquanto alguns alunos copiavam o conteúdo nos cadernos, outros apenas acompanhavam a aula somente ouvindo, e poucos desses dormiram pelo menos por um momento. O professor teve uma abordagem tradicional, com aula expositiva sem muita interação. Em alguns momentos, ele foi autoritário ditando o que explicaria nessa ou em outra aula, além de ter controlado conversas paralelas. Dessa forma, os discentes não pareciam à vontade para dialogar nem com o docente, nem com os outros colegas. Acredito que a ação do professor tenha sido um pouco além do necessário para cessar a conversa entre os estudantes, porém ele estava no seu direito de chamar atenção, pois, de fato, os alunos não estavam valorizando o trabalho dele naquele momento.

Observação 6**Data:** 24/09/2019**Turma:** 201 **Ano:** 2º ano**Horário:** das 8h às 9h30min (duas horas-aula).**Assunto da aula:** Dilatação térmica**Alunos(as) presentes:** 28, sendo 13 meninas e 15 meninos.

Nesse dia, decidi observar a outra turma de segundo ano do Ensino Médio do colégio. Cheguei à escola às 7h50min e esperei do lado de fora da sala de aula até que o professor chegasse. Assim que o docente apareceu, comuniquei-o que eu iria observar a aula dele nessa turma e ele concordou. Ao entrar, reparei que a sala era menor do que a sala da turma 202 e também que as classes estavam dispostas mais próximas. A turma estava dividida em três grandes grupos: na direita e na esquerda os estudantes estavam em duplas e, no meio, em trios. Escolhi ficar no fundo do recinto à direita de quem entra nela.

A sala de aula tinha basicamente os mesmos materiais das demais: um projetor, um quadro branco com canetas, uma mesa para o professor, cadeiras com suporte para os alunos e um ar condicionado. Além disso, o local tinha paredes brancas, com uma dessas contendo muitas janelas e na parede de fundo havia um mural para colocar recados e trabalhos. Quando o professor entrou no ambiente, cumprimentou alguns alunos em especial. Porém, depois de largar seus pertences na mesa de professor, ele deu bom dia a todos e iniciou a aula.

Logo de início, o docente pediu para que os estudantes guardassem os celulares dentro da mochila e pegassem os cadernos. O professor também fez alguns comentários engraçados e piadas para descontrair o ambiente, além disso deu informes a respeito do professor anterior e comunicou que a escola estava em busca de um professor substituto. Essa aula foi feita com os mesmos conteúdos da aula da observação 5, que foi no dia anterior com a turma 202, portanto destacarei os aspectos mais divergentes entre as duas turmas e não tanto os conteúdos.

Na aula, percebi que a turma prestava bastante atenção, mas que existiam conversas paralelas entre os próprios estudantes. Entretanto, o professor não pareceu se importar. Em relação à turma 202, os alunos foram mais participativos e estavam mais empolgados. A explicação começou com uma breve definição de calor e de trabalho, descrevendo-os na

primeira lei da termodinâmica. Uma aluna já nos primeiros minutos de aula disse que não estava entendendo o que o docente queria dizer com tudo aquilo e ele explanou novamente de outro jeito.

Um momento em específico me chamou atenção no qual o professor falou sobre a Física como ciência. Ele afirmou que, na Física, os cientistas querem quantificar os fenômenos e não existe espaço para suposições como “eu acho que” e isso se dá porque ela é uma ciência preocupada em analisar a natureza. Logo, a medição é diferente do cálculo, pois na primeira a natureza é interferida. Assim, a Física está longe de ser uma ciência exata, como a Matemática. Achei esse comentário do professor relevante, visto que ele desmistifica a ideia de ciência exata, porém na minha interpretação ele não considerou que muitas teorias foram desenvolvidas através de teorias iniciais, sem nenhum amparo concreto.

Enquanto o docente explanava sobre os estados físicos da matéria, uma aluna ao fundo da sala perguntou sobre outro estado da matéria (depois de torna-se gás), o qual, mesmo ela não sabendo defini-lo, disse que era um estado ionizado. O professor, então, disse que ela talvez estivesse se referindo ao vapor ou gás, mas a menina afirmou que falava do estado plasma. A pergunta, dessa vez foi se qualquer elemento poderia ser plasma, ao qual o professor respondeu que nem toda substância poderia ser plasma.

Quando o professor enunciou que a temperatura não se modifica quando ocorrem mudanças de estado físico, ele fez um questionamento à turma sobre o que aconteceria se houvesse uma mistura mudando sua temperatura. A resposta que o próprio docente deu foi de que uma substância varia a temperatura enquanto a outra permanece mudando de estado físico. Em outra situação, um aluno questionou acerca da possibilidade da água evaporar sem estar à temperatura de ebulição e o professor utilizou a ideia de uma poça de água para exemplificar, uma vez que a água da poça não ferve, mas ela evapora. Também pontuou a diferença entre ebulição e evaporação, que são situações distintas e que ocorre basicamente o mesmo fenômeno. O docente explicou também o que ocorria microscopicamente na evaporação, onde podemos imaginar, em uma fina camada de água, algumas moléculas podendo se desprender e saindo para o ar (evaporando). Nesse momento, percebi que a maioria dos estudantes não estavam prestando atenção na dúvida do colega e estavam dispersos.

O segundo período se iniciou com o assunto de dilatação. O professor desenhou no quadro um exemplo com gelo se derretendo e água em sua volta. Um aluno fez um questionamento a respeito de o porquê o gelo ser maior do que a água, ou seja, estava querendo saber por que o gelo tem maior volume que a água líquida. A resposta do docente foi devido à estrutura interna da água, mas não chegou a aprofundar a explicação. Como a aula já estava se encaminhando para o fim, os alunos já estavam ficando agitados e não se concentravam muito nas explicações. Com isso, o professor comunicou aos estudantes prestarem mais atenção, pois ele gostava muito dessa turma, sendo a sua preferida do colégio. Mesmo com a apelação, a turma permaneceu inquieta, então o docente apressou suas explicações. Ao final, ele escreveu um resumo de tudo no quadro e finalizou a aula.

Apesar de o tópico ser semelhante à aula da turma 202, o comportamento dos alunos e do professor foi definitivamente diferente. Percebi essa turma mais agitada e também mais participativa. Quanto ao docente, ele parecia mais animado e preocupado com turma, em relação à outra turma, de modo que tentou interagir mais na turma 201, respondendo perguntas e explicando com detalhes. De modo geral, foi uma aula com os mesmos conteúdos e abordagens, comparando com a observação anterior. A interação entre o docente e os alunos foi boa e amigável – e basicamente foi o diferencial entre as duas aulas.

Observação 7

Data: 30/09/2019

Turma: 202 **Ano:** 2º ano

Horário: das 8h às 9h30min (duas horas-aula).

Assunto da aula: Exercícios

Alunos(as) presentes: 30, sendo 19 meninas e 12 meninos.

Essa aula foi dedicada à entrega de provas (feitas antes das minhas observações) e resolução de problemas, logo o tempo de aula foi usado para uma revisão dos conteúdos trabalhados até então. Quando o sinal da escola tocou às 8h, o professor chegou à sala. Assim que entrou, sentou-se à mesa de professor, abriu o livro didático e escreveu o enunciado de uma questão de Termodinâmica no quadro. O problema pedia para encontrar a temperatura na qual duas barras metálicas de tamanhos diferentes teriam o mesmo comprimento final, depois

de dilatadas. Enquanto isso, duas alunas estavam preparando um cartaz grande (que estava no chão) para, provavelmente, algum trabalho de outra disciplina que apresentariam no dia.

Uma aluna que sentava na frente da classe questionou o docente se as provas seriam entregues naquele dia e ele fez menção positiva. Depois, ele comunicou a todos que a questão escrita no quadro deveria ser realizada durante a distribuição das provas. Os alunos conversaram uns com os outros nesse tempo de entrega. Quando o professor finalizou a entrega, ele fez alguns informes acerca do colégio e após voltou ao exercício que havia deixado no quadro para que os estudantes tentassem resolvê-lo. Perguntou à turma, então, se alguém tinha alguma ideia de como solucionar o problema. Os alunos responderam que precisaria usar as equações de variação de comprimento ($\Delta L = L_f - L_o$) e a equação da dilatação ($\Delta L = L_o \alpha \Delta T$). Combinando essas fórmulas, o professor chegou a uma expressão que isolava o termo L_f e os alunos tentaram novamente chegar à resposta final. A turma parecia concentrada no problema e estava bem quieta, sem muitas conversas paralelas.

Depois de poucos minutos, uma aluna comunicou em voz alta que havia chegado ao resultado. O professor pediu a ela que falasse a resposta e ele escreveu isso no quadro, com mais outra estudante auxiliando nas contas. Após esse exercício, o docente ligou o computador e o projetor para mostrar uma questão de um *site*⁸ com mais de 1000 exercícios de Física. Ele leu a questão em voz alta e pediu para que calculassem o resultado final, porém os alunos não se lembravam das equações necessárias e perguntaram ao professor. Em seguida, o docente resolveu as contas no quadro, entretanto uma aluna falou que o resultado dela tinha dado diferente e pediu uma nova explicação. Já no final da aula, o docente mostrou nesse *site* mais um problema, dessa vez sobre dilatação superficial e escreveu as equações necessárias para solução. Desse modo, ele resolveu o último exercício e encerrou a aula.

Nesse dia, participei apenas como observadora, não interagindo com o professor ou com a turma. A aula foi dedicada somente à resolução de exercícios, os quais não tiveram problematizações, pois era preciso somente saber fórmulas prontas e aplicá-las em cada caso. Dessa forma, a aula foi feita de maneira tradicional para revisar conteúdos já trabalhados. Acredito que as atividades de aula desse professor não foram previamente preparadas, porém ele conseguiu trazer exercícios importantes na matéria. Além do fato de que ele não estava

⁸ Disponível em: <https://www.fisica.net/problemasresolvidos/Quase-1000-problemas-resolvidos.pdf>. Acesso em: 01 out. 2019.

dando aulas anteriormente para essa classe, dificultando a identificação dos conhecimentos prévios (ou subsunçores, de acordo com a teoria ausubeliana).

Observação 8

Data: 30/09/2019

Turma: 202 **Ano:** 2º ano

Horário: das 9h30min às 12h10min (três horas-aula).

Assunto da aula: Trabalho em grupo e sequências numéricas.

Alunos(as) presentes: 30, sendo 19 meninas e 12 meninos.

Este relato foi feito logo após a última observação, sendo no período da disciplina de Matemática, no mesmo dia. Assisti três períodos de aula, ocorrendo um antes do intervalo (da disciplina conjunta de Matemática e Português, por mais incomum que possa parecer) e depois os outros dois (da disciplina de Matemática somente). No primeiro período, duas professoras (uma de Português e outra de Matemática) chegaram à sala e começaram a dar algumas orientações sobre as atividades da disciplina.

Esse primeiro período durou até às 10h15min e foi dedicado à realização de trabalhos em grupo. A turma pareceu bastante interessada em fazer o trabalho. Os alunos circulavam pela sala, conversando em tom alto e as professoras passavam pelos grupos para ajudar e avaliar a situação de cada atividade. Como estava sentada no fundo da sala, observei mais o grupo que estava próximo a mim. Esses alunos, em especial, estavam fazendo um grande cartaz que era uma espécie de tabuleiro para um jogo sobre conjuntos numéricos (naturais, inteiros, racionais e reais). Pelo o que eu pude entender, cada partida deveria ter dois jogadores para acertar onde um número sorteado poderia se encaixar nos conjuntos numéricos. Assim, os jogadores deveriam lançar uma espécie de pesos a certa distância a fim de acertar o conjunto correto, ou o mais adequado. Esse grupo já tinha praticamente todo o trabalho pronto e as professoras elogiaram a tarefa.

Uma das professoras estranhou minha presença e perguntou o que estava fazendo ali. Falei que era a estagiária de Física e estava no período de observação das aulas. Ela pareceu se interessar e fez mais algumas perguntas sobre o estágio. Quando o sinal do colégio soou, encerrando o período, as professoras logo saíram da sala e os alunos se dirigiram ao pátio.

Na volta do intervalo, às 10h40min, foram decorridos dois períodos de Matemática, nos quais foram trabalhados os conteúdos de progressões aritmética e geométrica como forma de revisão. Logo quando a aula iniciou, a professora pediu para que os alunos se organizassem em fileiras com as cadeiras. Depois, ela conversou sobre as próximas aulas e o que ela trabalharia, tendo em vista que naquela próxima semana aconteceriam as olimpíadas da escola.

Enquanto observava, percebi que os alunos não eram tão respeitosos com a docente, pois fizeram alguns comentários de maneira indelicada, mas o contrário também ocorreu algumas vezes talvez como forma de defesa. A aula foi destinada à correção de alguma prova, ou lista de exercícios, feita anteriormente sobre progressão aritmética (PA). Em uma das questões, a professora pergunta se os alunos queriam como resposta a fórmula final ou a dedução até chegar nessa e os estudantes disseram que prefeririam a dedução completa. Nesse sentido, a docente faz a dedução com o número 2 como exemplo, e não somente a fórmula com incógnitas. Todavia, os alunos constantemente se queixavam porque não conseguiam acompanhar o raciocínio da professora durante a explicação. A meu ver, a professora realmente estava pulando algumas explicações para acabar mais rápido, porém estava indo rápido demais para a turma, que tinha o seu próprio tempo.

Em alguns momentos durante a explicação, a professora tentava lembrar os alunos de alguns métodos que facilitariam resolução de exercícios. Porém os estudantes tinham muita dificuldade em entender algumas operações e processos, como a fatoração. Ao iniciar a revisão de progressão geométrica (PG), os alunos já não estavam tão concentrados na aula e conversavam entre si. Quando a professora explanou sobre PG infinita, ela usou como exemplo hipotético uma pessoa que se deslocava sempre metade do caminho até uma parede. Chamou-me atenção que ela explorou indiretamente a noção de limite, pois um momento disse “no limite, a pessoa chega à parede”, deixando a entender que, perto do final, não há mais tanto caminho a percorrer, podendo considerar que a pessoa de fato chega à parede.

Os alunos pareciam se concentrar para copiar as explicações do quadro. Um aluno perguntou a respeito de um exercício da lista que também trazia a noção de limite, mas era expresso algo como “um número muito grande” e a professora tentou usar essa ideia de números grandes na explanação. Já para o final da aula, a professora distribuiu outra lista de exercícios e passou pelas classes a fim de ajudar em eventuais dúvidas. No entanto, os alunos não estavam tão concentrados, já que a aula estava no fim.

Esses três períodos foram interessantes para entender como a turma se comportava para além das aulas de Física. Percebi que os alunos são muito concentrados e são esforçados em entender os assuntos na maior parte do tempo. Além disso, são participativos e não têm medo de perguntar as dúvidas. No geral, a aula foi tradicional, exceto pelo primeiro período que tinha uma atividade em grupos. A interação dos alunos com as professoras foi boa, tendo bastante abertura de ambos os lados.

Observação 9

Data: 07/10/2019

Turma: 202 **Ano:** 2º ano

Horário: das 8h às 9h30min (duas horas-aula).

Assunto da aula: Calorimetria

Alunos(as) presentes: 28, sendo 18 meninas e 10 meninos.

Nesse dia o professor chegou à sala às 8h cumprimentando os alunos e conversando informalmente com eles. Poucos minutos mais tarde, o docente solicitou que guardassem os celulares e prestassem atenção nele. Ele perguntou se todos haviam terminado a atividade realizada no dia 16 de setembro (referente à observação 4) e a maioria disse que já havia acabado em aula. Além disso, ele informou à turma que essa era sua última aula como professor e, na próxima, seria a minha primeira aula como estagiária regente. Os alunos estavam bem agitados nesse momento e estavam conversando bastante.

O professor iniciou a aula escrevendo no quadro um resumo sobre Termodinâmica, com tudo o que fora visto nas aulas anteriores. Como a turma estava conversando bastante, o docente esperou, em silêncio, os discentes sossegarem para poder iniciar a explicação. Não demorou tanto e todos já estavam quietos, logo o professor começou a explicar a respeito de algumas fórmulas da termodinâmica. Um aluno perguntou o que significavam as grandezas da equação $Q = m.c.\Delta t$ e notei que ele também tinha dúvida quanto à relação entre calor e temperatura. O docente explicou, então, que temperatura está associada com a agitação das partículas, já o calor é uma forma de transferência de energia que pode resultar na dilatação dos materiais.

É importante resaltar que o conceito de calor, explicado pelo professor, só existe enquanto houver trocas energéticas e que é necessário que os corpos estejam com diferentes temperaturas; quando o equilíbrio térmico é alcançado, a transferência é cessada. Isso é interessante de se pontuar para não remeter ao conceito equivocado de “calórico”, o qual entende calor como uma substância contida nos corpos.

Depois, ele comentou sobre a dilatação dos sólidos e sobre as suas estruturas cristalinas, de forma um pouco rebuscada para nível médio, mas não chegou a explorar muito, falando apenas de maneira superficial. Após, o professor começou a explicar a diferença entre calor sensível e calor latente, em que o primeiro se relaciona com a variação de temperatura e o segundo, com mudança de estados físicos - perguntou aos estudantes sobre cada uma das mudanças de estados físicos. Explorou também o gráfico de temperatura por calor para descrever cada uma das classificações de calor. Notei que ele desenhou a origem na temperatura de 0°C , sendo que o estado sólido ficou na parte negativa das ordenadas. Além disso, o gráfico dizia respeito à água, pois estava com valores típicos de transformação de estado em nível do mar, porém o docente não comentou isso. Além do mais, ele comentou que, para cada valor de pressão, existia um gráfico diferente. Nesse momento houve pouca participação da turma nas tentativas de resposta às perguntas do professor, mas a maioria estava prestando atenção.

Depois da revisão, foi feito um exercício de mudança de temperatura. O exemplo consistia em um cubo de gelo à temperatura de -20°C , o qual era aquecido até 120°C . Depois de escrever o enunciado no quadro, um aluno teve uma dúvida se era possível ter gelo a 1°C e o professor respondeu que dependia da pressão, mas que em nível do mar não acontecia. Em seguida, o docente completou o gráfico com as temperaturas e os estados físicos, especificando os valores. Um aluno fez um comentário sobre colocarmos água no congelador e quando tiramo-la não aparenta estar muito gelada, o professor completou dizendo que estava relacionado com o calor latente. Já no final da aula, o docente passou um exercício e disse de que maneira poderia ser resolvido, mas não chegou a fazê-lo, deixando de tarefa para casa.

Essa aula teve uma interação boa entre os alunos e o professor. No entanto, os estudantes estavam um pouco dispersos durante a aula, havendo uma participação média da turma. O ensino foi tradicional, com resolução de problemas, porém sem problematizações. Acredito que trazendo questionamentos além da aplicação das fórmulas somente, o docente trouxe bons exemplos e conseguiu explicar satisfatoriamente as dúvidas dos alunos. Ainda

assim, a maior parte dos discentes parecia pouco interessada na aula, ou seja, não estava disposta a aprender (e ter uma aprendizagem significativa). Logo, se houvesse mais problematizações e contextualizações com a vida dos alunos, talvez a aula fosse mais produtiva.

Observação 10

Data: 07/10/2019

Turma: 202 **Ano:** 2º ano

Horário: das 9h30min às 10h15min (uma hora-aula).

Assunto da aula: Trabalho em grupo

Alunos(as) presentes: 28, sendo 18 meninas e 10 meninos.

Esse período foi observado na sequência da observação anterior. A disciplina era Português e Matemática conjuntamente, por mais peculiar que possa parecer. Acredito que poderia ter perguntado às professoras sobre a distribuição desse período conjunto e qual era o motivo disso. Porém, não questionei isso e apenas participei como ouvinte das atividades.

Já no início, uma das professoras (a de português) comunicou à turma que o trabalho em grupo tinha uma parte escrita e que deveria ser feita digitada obrigatoriamente e disse que alguns grupos fizeram à mão; portanto, deveriam reescrevê-la no computador.

A turma parecia querer terminar esse trabalho e os alunos se reuniram aos seus grupos, conversando bastante e em alto tom. Alguns grupos, como o que estava ao fundo, não fizeram muita coisa durante a aula, pois acredito que já haviam terminado na aula anterior. Dessa forma, alguns dos estudantes que não estavam fazendo o trabalho ficaram conversando com a professora de Matemática a respeito dos conteúdos da prova. Já outros, ficaram apenas conversando ou mexendo nos celulares.

A professora de Português fez a chamada oralmente e depois ajudou alguns alunos na mesa de professor, enquanto a professora de Matemática circulava pela sala para tirar dúvidas. Um dos grupos usou o computador da sala para escrever digitalmente a parte do trabalho durante o período.

A relação entre os alunos e as professoras foi boa e respeitosa. Os discentes pareciam interessados em terminar o trabalho, no entanto aqueles que já haviam acabado não tinham o que fazer e ficaram conversando. Acredito que as professoras poderiam ter planejado outra atividade para esses alunos que já tinham finalizado as tarefas, para que a aula ficasse mais produtiva. No entanto, pareciam sempre à disposição dos discentes, não os deixando entediados.

4 PLANEJAMENTO

A tabela 2, contida no Apêndice A, apresenta o cronograma de regência, contendo os conteúdos, os objetivos de ensino e as estratégias metodológicas utilizados em cada aula. Buscou-se planejar uma unidade didática com pluralidade metodológica. O conteúdo base do período de regência foi Óptica. A sequência didática composta por 7 aulas (com 2 horas-aula por encontro, totalizando 14 horas-aula) pode ser conferida na seção a seguir, tendo sido aplicada à turma 202 do 2º ano do Ensino Médio, no Colégio de Aplicação da UFRGS.

5 REGÊNCIA

5.1 AULA 1

Data: 21/10/2019

Conteúdo: Apresentação da unidade didática, história da luz⁹ e propriedades da luz.

Objetivos de ensino:

- Apresentar os conteúdos que serão trabalhados, considerando as respostas do questionário sobre impressões da turma sobre Física;
- Trazer problematizações iniciais que servirão como guia para a elaboração das próximas aulas;
- Mostrar as diferentes concepções científicas e históricas da natureza da luz;
- Discutir sobre a ciência, levantando a questão da não linearidade da construção do conhecimento científico e reconhecendo-a como uma atividade humana;

⁹ As referências utilizadas para elaborar a explanação sobre história da luz foram as seguintes.

[1] BASSALO, J. M. F. A crônica da Óptica Clássica. **Cad. Cat. Ens. Fis.**, Florianópolis, p.138-159, dez. 1986. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7905/7271>. Acesso em: 13 set. 2019.

[2] VIEIRA, P. **Óptica: origens e conceitos**. Disponível em:

https://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/n32_Vieira/arquivos/experimental/1_optica_origens_e_conceitos.pdf. Acesso em: 13 set. 2019.

- Apresentar, de um modo geral, o modelo da dualidade partícula-onda;
- Expor os princípios básicos de propagação de luz.

Procedimentos:Atividade Inicial (20 minutos):

A primeira aula do estágio será iniciada com a apresentação pessoal e a apresentação das respostas dos alunos ao questionário sobre atitudes em relação à Física (Apêndice C), previamente entregue. Além disso, serão expostos os conteúdos das próximas aulas (questões norteadoras de cada assunto), a metodologia de ensino que será utilizada e de que maneira será feita a avaliação.

Desenvolvimento (de 30 a 40 minutos):

Serão descritas as principais correntes de pensamento sobre a luz ao longo dos séculos - teoria corpuscular e teoria ondulatória - e serão debatidas algumas questões a respeito da natureza da luz e sobre como a construção do conhecimento científico tem fatores socioculturais, uma vez que a ciência é uma atividade humana. Será mostrado um vídeo¹⁰ a respeito do experimento de dupla fenda e suas variáveis tanto com a luz como com ondas na água. No momento em que os princípios de propagação da luz forem apresentados, serão feitas algumas demonstrações experimentais com um laser e um desodorante em spray a fim de se observar os feixes de luz, os quais não são vistos comumente no ar.

Fechamento (30 minutos):

A aula será concluída com a distribuição de um trecho de uma reportagem¹¹ (Apêndice D) à turma. Nesse texto, estão presentes tópicos a respeito da velocidade da luz, da famosa fórmula de Einstein ($E = mc^2$) e algumas discussões sobre tecnologias futuras.

Recursos: Reportagem disponibilizada pela professora estagiária, laser, desodorante em spray, computador, projetor, quadro branco e canetas.

Observações: Se sobrar tempo, será exibido o vídeo¹² (5 minutos) sobre ideias iniciais de mecânica quântica e dualidade onda-partícula.

¹⁰ *THE Original Double Slit Experiment. Publicado por Veritasium. [S. l.: s. n.] 19 fev. 2013. 1 vídeo (7 min 39 seg). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Iuv6hY6zsd0>. Acesso em 20 out. 2019.*

¹¹ FOLHA DE S. PAULO. **Do que a luz é feita e seus mistérios**. São Paulo, 24 mai. 2015. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ilustrissima/2015/05/1632439-do-que-a-luz-e-feita-e-seus-misterios.shtml>. Acesso em 17 out. 2019.

¹² PARTÍCULAS e ondas: o mistério central da mecânica quântica - Chad Orzel. Publicado por Ted-Ed. [S. l.: s. n.] 15 nov. 2014. 1 vídeo (4 min 51 seg). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Hk3fgjHNQ2Q>. Acesso em: 19 out. 2019.

Relato de Regência:

No dia da minha primeira aula como regente da disciplina de Física, cheguei com antecedência na escola. Ao adentrar o colégio, percebi que havia alguns alunos no saguão principal, esperando o horário de início das aulas e poucos deles já estavam se encaminhando para as salas de aula. Como queria adiantar meu trabalho (ligar o computador, arrumar o projetor), segui até a sala da turma 202. Porém, chegando lá, não consegui ligar o computador da sala, então esperei o professor titular chegar para que pudesse me ajudar.

Quando o sinal das oito horas tocou, o professor logo chegou à sala e me ajudou a ligar o computador e conectá-lo com a *internet*. Em seguida, ele me apresentou para os estudantes dizendo que eu era a estagiária que a partir daquele momento seria a professora de Física da turma e sentou em uma classe ao fundo da sala. Eu demorei mais alguns minutos para ajustar meu material no computador, pois estavam acontecendo alguns erros, mas não durou muito tempo. Enquanto isso, a turma começou a conversar moderadamente. Assim que consegui acertar os materiais no computador, me levantei e me apresentei como a estagiária de Física e como professora pelas próximas aulas. Nesse contato inicial, vi que a maior parte da turma estava interessada em me ouvir, ainda que alguns discentes ao fundo da sala não parecessem tão interessados. Estavam presentes 31 alunos, sendo 19 meninas e 12 meninos.

Comecei, então, falando um pouco de mim para iniciar de forma leve a aula e, em seguida, expus as respostas de algumas perguntas do questionário sobre atitudes em relação à disciplina de Física (Apêndice C), o qual fora entregue anteriormente durante as minhas observações. A primeira pergunta que apresentei nos meus slides foi “Eu gostaria mais de Física se...” e, logo na primeira resposta, os alunos riram entre si, pois estava escrito “não tivesse cálculos”. Expliquei que a Matemática é sempre uma dificuldade na Física, que não era uma exclusividade da turma e que, ainda assim, os cálculos são importantes na ciência para predizer alguns resultados e relacionar grandezas. No entanto, disse que iria me esforçar a fim de que a Matemática fosse mais bem entendida.

Fui expondo algumas respostas e comentando-as sobre o que tentaria mudar nas minhas aulas, a fim de deixá-las mais interessantes para os alunos, por exemplo, trazer mais demonstrações experimentais e trabalhar mais a parte matemática com eles. Outra pergunta do questionário que apresentei foi “Que tipo de assunto você gostaria que fosse abordado nas aulas de Física” e em muitas das respostas mencionaram tópicos de Astronomia ou Física Moderna, além de assuntos do cotidiano e questões de vestibular. A terceira questão que

mostrei foi “Você vê alguma utilidade em aprender Física? Comente sua resposta.”, na qual explorei onde a Física estava presente no dia a dia e em algumas profissões fora da área de exatas. Nessa questão, dois alunos interagiram comigo explicando que a Física estava presente na área médica e eu aproveitei para dizer que existe um curso chamado Física Médica, o qual une essas duas áreas do conhecimento e preparam profissionais para atuar em equipamentos como os de raios-X e radioterapia nos hospitais. Uma aluna também se manifestou argumentando a importância da Física no vestibular, por exemplo, se uma pessoa acertar muitas questões na prova de Física, ela pode ter uma classificação boa e eu complementei dizendo que, se acontecer de zerar a prova, a pessoa estará eliminada do vestibular.

Por último, mostrei a pergunta “Quais dificuldades você costuma ter ao estudar Física?” e as respostas novamente expressavam uma grande dificuldade matemática, principalmente no uso das fórmulas, e uma falta de reconhecimento da matéria no cotidiano. Depois da exibição das perguntas, expliquei como seriam as próximas aulas, isto é, mostrei as metodologias, os conteúdos e alguns questionamentos que serão respondidos ao longo do meu estágio. Quando apresentei o *Peer Instruction* e perguntei se alguém já conhecia o método, dois alunos se manifestaram dizendo que já conheciam, mas frisaram que não era toda a turma que tinha familiaridade com o método.

Em uma parte dos slides, achei interessante colocar alguns motivos para se estudar Física, em que explorei, por exemplo, uma situação de uma usina nuclear ser construída perto da casa dos alunos para dizer que podemos usar os conhecimentos da disciplina para resolver problemas e pensar criticamente. Não houve muita interação nessa parte, apesar de que uma menina respondeu que a usina causaria danos à saúde e eu investi um pouco na discussão, mas não consegui muito retorno da parte dela. Ao final da minha apresentação inicial, deixei claro como eles seriam avaliados.

Tinha planejado vinte minutos nessa primeira parte, porém acabei por volta de 8h30min, já que tive problemas iniciais com o computador que me tomaram cerca de dez minutos do início da aula. Já para o desenvolvimento da aula, planejei falar a respeito da história da luz, ou seja, das diferentes concepções da natureza da luz ao longo dos séculos. Coloquei, inicialmente, situações onde a luz estava presente, como: lâmpada, rádio, fibra óptica, arco-íris, etc. Surpreendeu-me que alguns alunos me explicaram muito bem como o

arco-íris se formava, mas identifiquei que ainda faltavam algumas explicações aprofundadas e disse que trabalharíamos isso nas aulas.

Quando comecei a apresentação, notei que os alunos que estavam sentados no fundo da sala não pareciam muito interessados, pois estavam usando o celular enquanto eu falava, porém não chamei a atenção deles. Trabalhei com três principais filósofos, de início, para mostrar diferentes concepções da natureza da luz. Depois, apresentei os princípios de propagação da luz usando um laser e um desodorante (para que o raio do laser fosse espalhado pelas partículas do produto) para mostrar a propagação retilínea da luz. Nesse momento, os alunos pareceram surpresos pelo resultado, uma vez que ao apertar o desodorante perto da saída de luz, o feixe retilíneo foi revelado. Depois disso, tentei questioná-los sobre os pensamentos dos filósofos, no entanto os alunos não foram muito participativos e não responderam as perguntas. Sendo assim, não permaneci insistindo nas questões e continuei a explicação.

Introduzi, portanto, as teorias de Newton e de Huygens os quais entendiam a luz como partícula e como onda, respectivamente. Encaminhei a discussão para questionar o experimento da dupla fenda e passei um vídeo sobre essa experiência com a luz. Por fim, eu mostrei a teoria aceita atualmente para a natureza da luz - a dualidade onda-partícula - dizendo que a luz é constituída por fótons. Tinha planejado para essa parte da aula durar de trinta a quarenta minutos, porém durou mais do que o planejado e no fechamento (planejado para trinta minutos) tive apenas dez minutos. Dessa forma, a análise da reportagem não foi concluída e eu expliquei rapidamente alguns pontos relevantes, como a construção não-linear do conhecimento científico e a ciência como atividade humana. Além disso, os discentes já estavam dispersos e não prestavam muita atenção nas discussões.

Essa aula serviu como contato inicial tanto com a turma, quanto com o papel de docente naquele ambiente, sendo assim, consegui perceber o ritmo dos alunos e o grau de interesse na matéria. Acredito que, como eles não haviam tido aula comigo, estavam mais apáticos e, em certa medida, tímidos de responder e interagir na aula, todavia a maioria prestava atenção e anotava algumas informações. Os alunos que interagiram comigo (e que nas minhas observações ficavam quietos nas aulas) pareciam interessados em entender o que eu dizia. Refletindo depois da aula, percebi que falhei em alguns pontos, por exemplo, em não perguntar o que a turma entendeu do vídeo sobre o experimento da dupla fenda, porque, como estava com pouco tempo para aplicar o fechamento da aula, decidi acelerar o ritmo e ir direto

para a análise da reportagem. Ademais, também não discuti tanto a reportagem que trouxe, a qual tinha muitos pontos interessantes para debate. Quanto aos alunos que não prestaram atenção durante as explicações, decidi não repreendê-los para eu causar uma impressão positiva, já que o professor quase sempre advertia esses estudantes.

Em geral, acredito que foi uma boa aula e consegui trazer alguns questionamentos para eles, apesar de não haver tanta interação comigo e com os outros colegas, mas isso já acontecia durante minhas observações. Para as próximas aulas, tentarei trazer situações mais chamativas sobre o conteúdo e não ter problemas técnicos no início da aula.

5.2 AULA 2

Data: 04/11/19 (duas horas-aula)

Conteúdo: *Internet 5G*, ondas eletromagnéticas e espectro eletromagnético.

Objetivos de ensino:

- Retomar os princípios de propagação da luz;
- Problematizar a *internet* móvel 5G e suas consequências para a sociedade e para o meio ambiente;
- Diferenciar ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas;
- Apresentar o espectro eletromagnético;
- Contextualizar radiação ionizante por meio de algumas situações conhecidas;
- Identificar a faixa do espectro eletromagnético na qual estão as radiações ionizantes;
- Definir os conceitos de frequência e de período;
- Debater a respeito dos efeitos de ondas eletromagnéticas na saúde.

Procedimentos:

Atividade Inicial (de 15 a 20 minutos):

A aula iniciará com uma retomada dos conteúdos trabalhados no último encontro. Em seguida, serão apresentadas algumas manchetes sobre a *internet 5G* e seus possíveis efeitos na vida dos animais e das pessoas.

Desenvolvimento (de 50 a 60 minutos):

Depois de inserir a problematização inicial, os conteúdos de ondas eletromagnéticas, de radiação ionizante e de frequência serão apresentados, relacionando-os com a *internet 5G*.

Também será apresentado um vídeo¹³ (8 minutos) acerca das ondas eletromagnéticas e a relação que temos com algumas tecnologias.

Fechamento (de 10 a 20 minutos):

Serão discutidas as reportagens inicialmente mostradas, além de possíveis consequências para a saúde, utilizando dados de outras pesquisas, de diferentes fontes, a respeito da problemática do 5G.

Recursos: Computador, projetor, caixas de som, quadro branco e canetas.

Relato de Regência:

Nesse dia, cheguei ao colégio cerca de trinta minutos antes da aula começar e dirigi-me à sala assim que adentrei o saguão principal. Ao entrar na classe, vi que poucos alunos já estavam na sala, sentados ao fundo, conversando sobre a prova do ENEM que havia acontecido no dia anterior. Sentei-me à mesa de professor a fim de organizar os materiais necessários para tentar não atrasar o início da aula - como ocorreu na primeira aula. Depois de ligar o computador e aprontar os slides e o vídeo, esperei até às 8h. Enquanto isso, os alunos chegavam, acomodando-se nas cadeiras. Estavam presentes 31 estudantes, sendo 20 meninas e 11 meninos.

Quando o sinal tocou, o professor titular logo chegou à sala e me alcançou o controle para ligar o projetor. Iniciei, assim, minha aula dando bom dia e perguntando rapidamente sobre a prova do ENEM, já que eles estavam falando sobre isso. Em seguida, iniciei a discussão relembrando os tópicos trabalhados na aula passada. Então, expus a problematização inicial que foi a questão da *internet* móvel 5G ser potencialmente prejudicial às abelhas e a outros animais.

Percebi que os alunos estavam prestando atenção nas manchetes enquanto eu as explicava, porém nenhum se manifestou - concordando ou discordando - a respeito dos assuntos tratados. Deixei algum tempo para um questionamento inicial, tentando instigá-los, mas como não tive muitos resultados, continuei o raciocínio. Apresentei, portanto, três principais pontos que considerei importantes para a aula, os quais pretendia explorar conceitos físicos associados. Desse jeito, destaquei o termo radiação eletromagnética, que pode ser

¹³ Youtube. *Kurzgesagt – In a Nutshell. Could Your Phone Hurt You? Electromagnetic Pollution*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=FfgT6zx4k3Q>. Acesso em 17 out. 2019.

entendido como algo prejudicial; a questão do perigo à saúde dos animais, bem como a expressão “altas frequências” que é usada, muitas vezes, sem critério de comparação.

Assim, iniciei as discussões definindo a *internet* móvel 5G e o que são as ondas eletromagnéticas (os *slides* estão disponíveis no Apêndice E). Mostrei também a classificação das ondas quanto à natureza: ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas. Nessa parte, uma aluna perguntou o que exatamente era uma onda, visto que eu estava falando sobre a propagação de ondas por meios materiais. Expliquei a ela que uma onda nada mais é do que uma perturbação de energia e que, em alguns casos (como as ondas mecânicas), precisam de um meio material para se propagar, porém as partículas do material não são transportadas junto à onda, mas apenas agitadas. Como exemplo, falei da onda sonora que estava produzindo com a minha voz e também da ola mexicana que é feita em estádio. Nesses dois casos, as partículas de ar e as pessoas não são transportadas.

Depois disso, para explicar as ondas sonoras, dei o exemplo dos filmes de ficção científica que acontecem no espaço, os quais têm muitas explosões e efeitos sonoros grandiosos, mas que não aconteceriam na realidade - deixando de lado a liberdade poética, claro. Apresentei um trecho de outra reportagem que classificava a *internet* móvel 5G como potencialmente cancerígena e que a ingestão de carnes processadas ou de bebidas alcoólicas se encontra em um nível mais perigoso. Nesse momento, alguns alunos disseram que se for analisar bem, tudo o que existe pode dar câncer nas pessoas. Então, tentei fazê-los esclarecer o que queriam dizer e expliquei superficialmente. Logo, disse que iríamos entender melhor essa questão da saúde nos próximos slides.

Em vista disso, comecei a tratar do tópico sobre perigo à saúde explicando o que é radiação ionizante e como ela se difere da radiação não ionizante. Expliquei que esse tipo de radiação é muito energética, podendo arrancar elétrons de estruturas atômicas. Comentei também alguns episódios como a bomba atômica e o acidente nuclear de Chernobyl, enfatizando que, no desenvolvimento da bomba, existiam muitos cientistas trabalhando na sua construção e, por isso, a Ciência não poderia ser considerada isenta e totalmente positiva para o bem estar social.

Em seguida, apresentei o espectro eletromagnético e a classificação de radiação ionizante e não ionizante, bem como em que faixa a *internet* 5G estava localizada. Sendo assim, expliquei que o 5G não é classificado como radiação ionizante, assim ele não é

diretamente danoso à saúde. Desse jeito, comentei sobre a faixa segura considerada pela Comissão Internacional de Proteção contra Radiação Não-Ionizante (ICNIRP), na qual o sinal 5G se encontra. Finalizei essa parte mostrando um vídeo com vários estudos sobre a influência das ondas eletromagnéticas em nossas vidas. Ao final do vídeo, questionei a turma se havia alguma dúvida ou comentário, mas não houve respostas. Logo, retomei alguns pontos do vídeo que julguei relevantes, enfatizando novamente as informações que eles traziam.

Assim sendo, iniciei o terceiro tópico da aula, as altas frequências. Em um primeiro momento, defini o que era frequência ($f = \frac{1}{T}$) utilizando alguns exemplos de senso comum. Falei também em período ($T = \frac{1}{f}$) e nas unidades dessas duas grandezas, além disso, fiz dois exemplos numéricos. Por fim, apresentei a faixa que a *internet* 5G opera (2,3 GHz a 3,5 GHz) e o que ela significa em hertz. A aula estava se encaminhando para o final, pois depois disso retomei as manchetes e notícias expostas no início. Sendo assim, mostrei outros pontos de vista sobre a questão do sinal de *internet* 5G para que a turma discutisse a respeito. De início, senti que os alunos não estavam interessados em expor suas ideias, no entanto fui insistindo com perguntas diferentes e logo consegui respostas. Alguns alunos estavam convictos de que o 5G fazia mal para os animais e, por isso, deveriam proibi-lo. Argumentei, então, que a *internet* 5G poderia ser interessante, já que seria mais rápida e com custos menores, mas os alunos tomaram um lado de considerar que a aquisição do 5G pelos países fosse para gerar lucros, fazendo a população adquirir os novos pacotes de dados sem saber dos potenciais riscos. Outros alunos também ficaram curiosos a respeito da influência das ondas eletromagnéticas na vida dos insetos. Disse que, apesar de os estudos não terem conclusões satisfatórias, a população de insetos vem decaindo ao passar das décadas e isso pode ter relação com as ondas de telecomunicações. Por fim, disse que não havia uma resposta precisa e correta para a problemática, visto que existem vários pontos de vista para a situação e vários estudos sem confirmações. Terminei a aula cinco minutos antes de acabar o segundo período e consegui concluir todos os meus planejamentos.

Nessa aula, percebi a turma um pouco mais participativa nas discussões e nas minhas falas. No início da aula, talvez eu tenha exposto muito rápido os temas, sem deixar um tempo para pensar a respeito. Quando terminei o vídeo, por exemplo, vi que o relógio marcava 9h e no meu planejamento o restante da aula seria exposto rapidamente, porém consegui encaixar e a discussão final foi melhor do que esperava. Após alguma insistência de perguntas de minha parte, os estudantes conseguiram discutir um pouco da problematização no final da aula.

Entretanto, acredito que poderia ter investido mais nas perguntas durante o período, para que tivéssemos uma aula mais dinâmica. Além disso, poderia melhorar o debate final sugerindo que usassem algum argumento científico da aula para argumentar. Mesmo assim, acredito que despertei o interesse dos alunos no tema, ainda que poucos tenham discutido suas ideias.

5.3 AULA 3

Data: 11/11/19 (duas horas-aula)

Conteúdo: Fibra Óptica, velocidade da luz, refração e reflexão total interna da luz.

Objetivos de ensino:

- Demonstrar os princípios da fibra óptica por meio de uma demonstração experimental;
- Discutir e explicar sobre a refração da luz;
- Apresentar o fenômeno de reflexão total interna por meio de vídeos;
- Definir a velocidade da luz e índice de refração.

Procedimentos:

Atividade Inicial (de 15 a 20 minutos):

De início, serão retomados os assuntos da aula passada e a *internet* será relacionada com ao presente encontro. A aula será iniciada com a demonstração experimental (além de ser apresentado o vídeo¹⁴ com a explicação) da luz de um laser chegando dentro de um feixe de água produzido por uma garrafa pet. Antes de realizar o fenômeno, entretanto, os alunos serão questionados sobre o que eles esperam que aconteça, devendo escrever essas ideias em um papel, para que possa usar a estratégia de ensino POE e, assim, estimular a interação dos novos conhecimentos com aqueles eventualmente presentes na estrutura cognitiva, como propõe Ausubel.

Desenvolvimento (de 50 a 60 minutos):

Depois de o experimento ser realizado, novamente os estudantes deverão escrever alguma explicação para o que entenderam. Depois de explicar o fenômeno, será também apresentado um vídeo¹⁵ (1 minuto) para que visualizem de outra maneira como a fibra óptica funciona. Em seguida, será exposto um vídeo¹⁶ (7 minutos) sobre desvio de um feixe de luz conforme a mudança de índice de refração, mostrando que, para determinado ângulo, ocorre a

¹⁴ *HOW to control light with water*. Publicado por Physics Girl. [S. l.: s. n.] 22 dez. 2016. 1 vídeo (10 min 17 seg). Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=gUPbysSt7XU>. Acesso em 10 nov. 2019.

¹⁵ *HEAD Rush - Gelatin Fiber Optics*. Publicado por Science Channel. [S. l.: s. n.] 15 jul. 2011. 1 vídeo (1 min 22 seg). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?time_continue=82&v=I4pgO3U5luY. Acesso em 19 out. 2019.

¹⁶ *COMO entortar raios de luz com açúcar*. Publicado por Manual do Mundo. [S. l.: s. n.] 17 out. 2015. 1 vídeo (7 min 3 seg). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=gqkSfAfy30>. Acesso em 18 out. 2019.

reflexão total interna. Serão trabalhadas algumas questões conceituais por meio do *Peer Instruction* (Apêndice I). Utilizando a simulação computacional¹⁷ de refração, serão discutidos os ângulos dos feixes e como se comportam em diferentes substâncias.

Fechamento (15 a 20 minutos):

Para encerrar, será apresentada a equação do índice de refração e a lei de Snell. Será dada uma tarefa¹⁸ de casa (Apêndice F) para os alunos, que consiste em descobrir o índice de refração de dois meios, utilizando a simulação computacional apresentada na aula. Ao final, será retomada a problemática da fibra óptica, debatendo vantagens, desvantagens e consequências sociais do uso dessa tecnologia.

Recursos: Garrafa pet, laser, recipiente, computador, projetor, quadro branco e canetas.

Avaliação: A avaliação será feita pelas respostas dos alunos no questionamento inicial da demonstração experimental e pela tarefa de casa.

Observações: Se sobrar tempo, será mostrado o vídeo¹⁹ (5 minutos) de como é feita a fibra óptica.

Relato de Regência:

Em minha terceira aula de estágio, cheguei ao colégio cerca de vinte minutos antes do início da aula. Como iria fazer uma demonstração experimental com água, decidi encher uma garrafa e preparar os materiais em uma mesa que se encontrava no canto da sala, perto da entrada, a fim de adiantar essa parte. Liguei também o computador, pois iria usar o projetor.

Assim que os estudantes iam chegando, eu ia ficando mais ansiosa para começar a aula de fato, pois tinha planejado muitos conteúdos para trabalharmos. O novo professor titular substituto (professor X), vendo que eu estava sentada à mesa de professor, me chamou no corredor para se apresentar e conversar um pouco a respeito de como tinha planejado as atividades. Ele foi muito amigável neste primeiro contato e disse que estaria à disposição para eventuais dúvidas. Depois disso, ele sentou no fundo da sala para assistir minha aula. Quando chegou às 8h, esperei mais alguns poucos minutos para iniciar de fato. Fechei a porta da sala, voltei para a mesa de professor e liguei o projetor. Nesse momento, meu professor orientador

¹⁷ PHET. **Desvio da luz.** Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_pt_BR.html. Acesso em 18 out. 2019.

¹⁸ PHET. **Refração e reflexão da luz.** Disponível em: <https://phet.colorado.edu/services/download-servlet?filename=%2Factivities%2F5297%2Fphet-contribution-5297-9213.pdf>. Acesso em 18 out. 2019.

¹⁹ COMO é Feito a Fibra Óptica. Publicado por Portal do HW WebTV. [S. l.: s. n.] 15 jul. 2010. 1 vídeo (5 min 19 seg). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?time_continue=3&v=CH1KTWXqcSE. Acesso em 19 out. 2019.

chegou à sala. Apresentei-o à turma, bem como o novo professor titular de Física. Estavam presentes 29 alunos, sendo 18 meninas e 11 meninos.

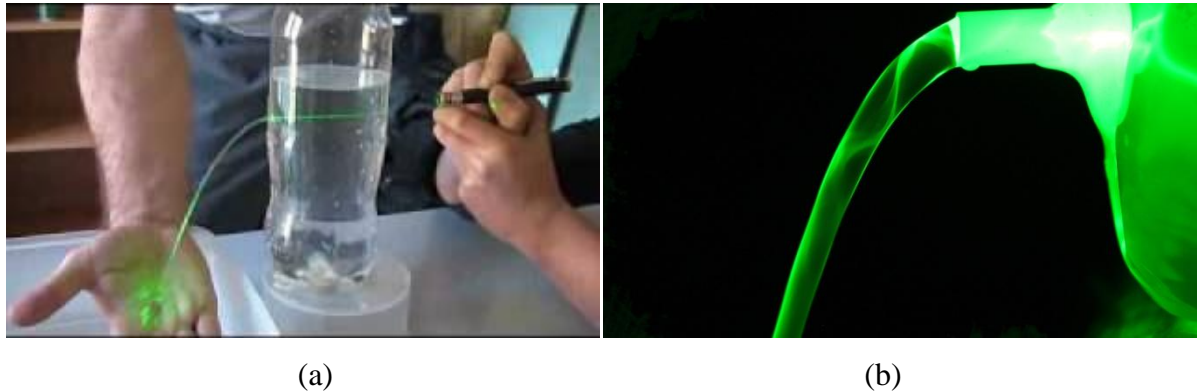
Comecei, então, minha aula dando bom dia e revisando os conteúdos trabalhados na aula passada. Relembrei que vimos a questão da *internet* 5G e das ondas eletromagnéticas, assim como suas influências na saúde das pessoas e animais. Falei também das duas classificações quanto à natureza de ondas: eletromagnéticas e mecânicas, perguntando para os estudantes quais eram as diferenças entre elas - responderam que as ondas mecânicas, como o som, não se propagavam no vácuo, o que complementei dizendo que essas ondas necessitam de um meio para se propagar, enquanto as ondas eletromagnéticas podem se propagar em qualquer meio, inclusive no vácuo. Relembrei que também vimos radiação ionizante e os conceitos de frequência e período.

Depois disso, iniciei a aula trazendo a problemática da fibra óptica, retomando a ideia da propagação de *internet* da aula anterior, porém dessa vez não era *internet* móvel ou *wi-fi*, e sim *internet* a cabo. Os alunos logo se empolgaram com o assunto e perguntaram se a fibra óptica era mais rápida ou tinha alguma vantagem. Como já estava planejado para falar disso em outro momento da aula, disse que depois íamos explorar melhor essa questão, mas acredito que poderia ter dado uma rápida explicação naquele momento mesmo.

Em seguida, comuniquei que iria fazer uma demonstração experimental para entender melhor a fibra óptica. Antes de executar a experiência, pedi para eles predizerem (assim como o método POE indica) o que iria ocorrer. Dessa forma, disse que colocaria água em uma garrafa com um furo na lateral e logo atrás posicionaria um laser (conforme ilustrado na figura 5(a)). A figura 5(b) apresenta o fenômeno do experimento em detalhe. Os alunos deveriam escrever em um papel o que achavam que aconteceria com o feixe de luz assim que passasse pelo fluxo de água.

Para isso, coloquei três opções possíveis: o laser seguiria o fluxo; o laser continuaria se propagando de forma retilínea, como se nada tivesse acontecido; ou o laser acompanharia o fluxo de água, mas depois sairia de forma retilínea. Desenhei no quadro uma representação do experimento, assim como das alternativas fornecidas, para melhor entendimento. Solicitei que os alunos escrevessem em um pequeno pedaço de papel o que iria ocorrer, justificando brevemente a sua escolha.

Figura 5 – Imagens para ilustrar a experiência realizada.



Fonte: compilação da autora²⁰.

Em seguida, fiz a demonstração experimental sem explicar nada, apenas mostrando o que acontecia. Os discentes levantaram das suas classes para ver de perto e quando viram que a luz acompanhava o fluxo de água ficaram impressionados e curiosos também. Depois que já tinha feito, percebi que permaneci com a luz da sala ligada, o que não ajudou tanto na visualização do resultado.

Porém, como já tinha testado em casa, vi que mesmo no escuro o laser ficava bem fraco e, por isso, na demonstração coloquei a minha mão no fluxo de água, mostrando que a luz estava seguindo-o. Quando todos sentaram novamente nas cadeiras, pedi para que escrevessem no verso do papel o que havia acontecido, uma pequena explicação e se estava de acordo ou não com que haviam predito. Apesar de ter pedido aos discentes que escrevessem suas previsões e explicações em um pedaço de papel, creio que não deixei claro o recolhimento desse material por mim. Dessa maneira, muitas pessoas não me entregaram para avaliação. s poucas respostas que recolhi

Voltei para a questão da fibra óptica e questionei-os por que a luz segue o fluxo de água, fazendo uma espécie de curva, se já havíamos estudado que a luz sempre viaja de maneira retilínea. Passei, então, um vídeo no qual tinha esse experimento, sua explicação e algumas ideias a respeito da fibra óptica, bem como da transmissão de *internet*. Ao final do vídeo, fiz um desenho no quadro explicando que, em nossa experiência, a luz na verdade

²⁰ A figura 5(a) foi retirada de <http://www.explicatorium.com/experiencias/luz-curva-na-agua.html>. Acesso em: 09 jan. 2020. A figura 5(b) foi retirada de <http://www.manualdomundo.com.br/wp-content/uploads/Experiencia-de-fisica-como-fazer-a-luz-com-curva.jpg>. Acesso em: 09 jan. 2020

estava se refletindo diversas vezes dentro da água e isso estava relacionado com os materiais envolvidos (como a água e o ar, nesse caso).

Apresentei mais um vídeo mostrando esse mesmo fenômeno, porém com uma gelatina em vez de fibra óptica. No vídeo, um laser é ligado em uma ponta da gelatina (em formato cilíndrico, como uma minhoca) e todo o material se acede devido às múltiplas reflexões que acontecem dentro dele. Dessa forma, apresentei o fenômeno da reflexão total interna, o qual justifica todas as situações mostradas anteriormente.

Defini também o índice de refração absoluto de um meio ($n = \frac{c}{v}$), sendo a razão entre a velocidade da luz no vácuo com a velocidade da luz em certo meio. Trouxe alguns exemplos numéricos de índices de refração, apontando que quanto maior o índice de um meio material, menor é a velocidade da luz nesse meio e, portanto, mais difícil é para ela se propagar nele. Exemplifiquei que a reflexão interna total só acontecia de um meio mais refringente para outro menos refringente e que o contrário nunca ocorria.

Depois disso, distribuí os *pickers* aos alunos e expliquei como funcionaria a votação no método *Peer Instruction*. As questões do *Peer Instruction* se encontram no Apêndice I. Fiz uma questão teste para que os alunos se acostumassem com o sistema de votação. Após, fiz a primeira questão do *Peer Instruction* e, na primeira votação, 67% dos alunos acertaram a pergunta. Logo, solicitei para que eles conversassem com os colegas a fim de convencer uns aos outros de que suas respostas estavam corretas. Na segunda votação, acertaram também com 67% dos votos, porém alguns cartões mudaram de alternativas. Ao final, expliquei a alternativa correta e as erradas também. Para salientar os conceitos trabalhados até então, apresentei o vídeo que tratava dos desvios de feixes de luz de acordo com o índice de refração dos meios e tratava também da reflexão total interna. Logo após, exibi a lei de Snell ($n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$) e trabalhei na simulação computacional a qual mostra o desvio da luz em diferentes meios.

Além disso, voltei na questão da fibra óptica apresentando uma comparação com os cabos de cobre e cabos coaxiais em termos de velocidade de transmissão de informação e as vantagens e desvantagens da fibra óptica. Nesse momento, questionaram-me a respeito de como era possível mudar a velocidade da *internet* e, na hora, confesso que não sabia muito bem a explicação e acabei dizendo que dependia da frequência da luz que era transmitida. Falando com o professor orientador depois da aula, ele apontou que essa dúvida na verdade

era sobre algo mais prático, como velocidade de pacotes de *internet* pode mudar, mas eu acabei explicando de uma forma muito teórica, podendo melhorar esse ponto nas próximas aulas.

Já na segunda questão em que apliquei o *Peer Instruction*, os alunos acertaram 50% na primeira votação e 39% na segunda. Parte dos erros foi porque a questão pedia para marcar a alternativa incorreta e depois uns estudantes revelaram que se confundiram. Da mesma forma, expliquei cada alternativa do problema e se estava certa ou não. Nos minutos finais da aula, expliquei como se formavam as miragens que vemos nas estradas, as quais aparentam estar molhadas. Fiz uma correlação com o terceiro vídeo apresentado, pois falava exatamente dos princípios envolvidos.

Além disso, falei sobre a refração atmosférica, usando o exemplo do pôr do sol que na verdade vemos uma posição aparente do Sol, por causa do índice de refração da atmosfera. Nessa hora, um aluno me perguntou se esse fenômeno tinha relação com a aurora boreal e, como eu estava com pouco tempo e estava apressada, acabei não dando atenção para o questionamento, dizendo somente que eram fenômenos distintos e que não iríamos trabalhar as auroras – percebi que poderia ter explicado melhor. Por fim, distribuí uma tarefa de casa (Apêndice F) que utilizava a simulação computacional mostrada antes e expliquei o que deveriam fazer. Quando acabei de distribuir as folhas, o sinal havia tocado 9h30min, finalizando assim minha aula.

No geral, acredito que fiz uma boa aula, trazendo diferentes momentos ao longo do período, deixando-a mais dinâmica. Pelos meus planejamentos de tempo, consegui conduzir bem a duração de cada atividade, ainda que uma terceira questão com o *Peer Instruction* tenha ficado de fora, bem como o último vídeo do planejamento (pensado para ser apresentado caso sobrasse tempo). Estava receosa quanto ao uso do método *Peer Instruction*, pois estava esperando que os alunos não se importassem tanto. No entanto fui surpreendida positivamente quanto a isso, pois nas duas questões que apliquei todos pareciam falar com os colegas para convencê-los da resposta correta.

Na conversa com o professor orientador, percebi que continuo na minha zona de conforto de apenas expor os conteúdos e não dialogar com os estudantes de fato. Em alguns questionamentos que faço, não deixo um tempo suficiente para despertar a curiosidade, pois já quero explicar as respostas, por exemplo. Eu também não considereirei algumas perguntas dos

alunos, dando rápidas explicações ou simplesmente não as esclarecendo, como foi o caso da pergunta sobre auroras boreais.

Fora isso, um grupo de meninas que estavam no fundo da sala não parou de conversar durante toda a minha aula, mas eu não repreendi a atitude delas com a devida atenção, uma vez que logo depois de eu pedir silêncio, elas voltavam a conversar. Talvez isso se deva ao fato de que eu permaneci toda a aula apenas na frente das classes, não me deslocando até elas a fim de mostrar minha presença. As conversas atrapalharam não só elas, mas também outras pessoas do fundo que não escutavam o que eu estava falando muitas vezes. Para as próximas aulas, percebo que preciso melhorar minha comunicação com a turma, deslocando-me pela sala e chamando a atenção de fato. Além disso, preciso tentar não ficar tensa com a duração das atividades, pois elas estão bem encaixadas, assim posso dar mais atenção às perguntas que os estudantes me fazem.

5.4 AULA 4

Data: 18/11/19 (duas horas-aula)

Conteúdo: Materiais transparentes e opacos, reflexão e espelhos planos.

Objetivos de ensino:

- Apresentar a lei da reflexão da luz em superfícies lisas e rugosas;
- Distinguir os materiais transparentes e os opacos;
- Demonstrar a reflexão de um (e dois) espelho(s) plano(s);
- Mostrar a reflexão no espelho e diferenciar a reflexão especular e difusa;
- Apresentar elementos do estudo da reflexão como a imagem do objeto;
- Fazer uma atividade avaliativa de resolução de exercícios em pequenos grupos, a ser entregue no final da aula.

Procedimentos:

Atividade Inicial (20 a 30 minutos):

A aula iniciará com uma retomada da refração da luz utilizando uma simulação computacional²¹ que trata do desvio da luz em diferentes meios. Com isso, será questionado o fenômeno da reflexão que aparece na simulação. Serão discutidas as reflexões especulares e difusas. Ademais, serão trabalhados também materiais opacos e transparentes, além de objetos luminosos e iluminados.

²¹ PHET. **Desvio da luz**. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_pt_BR.html. Acesso em 18 out. 2019.

Desenvolvimento (10 a 15 minutos):

Em seguida, será feita uma demonstração experimental com um espelho e um laser a fim de apresentar a lei de reflexão. Serão definidos os conceitos de imagem e objeto, assim como a distância do espelho. A associação de espelhos também será explicada.

Fechamento (45 a 60 minutos):

Ao final da exposição, será distribuída uma lista de exercícios a ser feita em pequenos grupos, a qual será considerada como uma avaliação, além de possibilitar a assimilação dos novos conteúdos buscando uma interação substantiva e não-arbitrária e uma reorganização da estrutura cognitiva, como propõe a Teoria da Aprendizagem Significativa.

Recursos: Computador, projetor, espelhos, laser, quadro branco e canetas.

Avaliação: Os estudantes serão avaliados pela lista de exercícios, entregue ao final da aula.

Relato de Regência:

Na minha quarta aula de regência, cheguei às 7h40min na escola e, como de costume, dirigi-me diretamente até a sala de aula. Quando cheguei, já tinham dois alunos sentados ao fundo das classes. Para adiantar a organização da aula, liguei o computador e peguei minhas anotações. Faltando poucos minutos para o sinal bater, o professor X chegou, conversou um pouco comigo e sentou no fundo da sala na parte central. Esperei os demais alunos aparecerem e iniciei a aula. Nessa aula estavam presentes 29 estudantes, sendo 18 meninas e 11 meninos.

Cumprimentei a turma e, já de início, pedi para que me entregassem o tema de casa que passei na aula anterior sobre reflexão e refração. A maioria dos alunos havia feito e me devolveram nesse momento. Duas alunas me pediram mais tempo a fim de ajustar alguns detalhes para me entregar, porém percebi que elas não haviam feito o trabalho. Portanto, deixei alguns minutos a mais, pois no meu planejamento eu faria uma revisão dos conteúdos e, assim que acabasse, cobraria das meninas novamente.

Comecei a revisão da aula passada perguntando aos alunos o que eles se lembravam do que havíamos estudado. Um menino que estava sentado no fundo da sala respondeu “fibra óptica” e outras pessoas também responderam outros assuntos - fui anotando no quadro para organizar as falas. Como já tinha feito uma lista dos conteúdos previamente, comecei a escrever também o que havia ficado de fora dos comentários dos estudantes.

Relembrei também o experimento com laser e água que utilizava o princípio da fibra óptica, em que a luz era refletida internamente, explicando rapidamente o que acontecia e o porquê. Além disso, usei o laser com o desodorante para retomar os princípios de propagação da luz. Dessa forma, expliquei novamente reflexão total interna, índice de refração, lei de Snell e miragens (quando a luz se propaga em meios não homogêneos, fazendo uma trajetória curvilínea). Planejei essa abertura para os quinze minutos iniciais da aula e terminei às 8h20min.

Em seguida, pedi de novo para as alunas me entregarem o tema de casa, pois tinha planejado explicá-lo logo após e seria injusto com os outros estudantes se falasse alguma resposta durante essa explanação; apesar de não esclarecer isso, elas me devolveram a atividade. Iniciei, desse jeito, a falar sobre a atividade de casa, usando a simulação e projetando-a para que todos pudessem acompanhar. Questionei a turma sobre se haviam encontrado algum padrão nos valores dos ângulos e alguns responderam que os ângulos de incidência eram iguais aos de reflexão. Perguntei se todos concordavam com isso para que gerasse uma provocação neles. Expus, então, que era isso mesmo que acontecia - o ângulo de incidência era sempre igual ao de reflexão - além do que, falei sobre os raios refratados e sua dependência com o índice de refração dos meios materiais. Essa explanação foi bem rápida e durou cerca de cinco minutos, como havia planejado.

Comecei a problematizar como um espelho pode nos refletir e questionei-os por que não conseguimos nos ver no espelho no escuro. Relembrei alguns pontos da primeira aula da regência, na qual eu trouxera ideias filosóficas a respeito de como funcionava a visão humana. Perguntei também o que era necessário para que pudéssemos enxergar nossas imagens no espelho - responderam “luz”. Por fim, perguntei qual era a diferença de um espelho refletir nossas imagens para uma parede que não consegue fazer o mesmo. Nessa parte de perguntas, eu andei pela sala para que prestassem mais atenção em mim, interagindo de maneira mais ativa e notei que eles participaram dos questionamentos de forma interessada. Havia me planejado para poucos minutos nesse ponto da aula, porém como a turma estava ativa acabou tomando mais tempo do que foi previsto.

Depois disso, fiz uma pequena demonstração experimental com um espelho, um laser e um desodorante. Para isso, coloquei o espelho em cima de uma cadeira na frente do quadro e liguei o laser fazendo um ângulo com a superfície desse espelho. Logo depois, apliquei o desodorante a fim de que os raios luminosos fossem visíveis e disse que os feixes incidente e

refletido estavam com ângulos iguais em relação à reta normal. Percebi nesse instante que os alunos ficaram confusos ou não entenderam direito o que eu quis dizer. Assim, voltei ao quadro para mostrar a lei da reflexão, desenhando o que havia acontecido na demonstração e escrevendo matematicamente a relação dos ângulos. Comentei que reta normal é sempre perpendicular e dei exemplos de superfícies inclinadas para não acharem que ela está sempre vertical. Pontuei também a diferença entre reflexão regular (ou especular) e reflexão difusa. Comecei exemplificando a reflexão regular com os espelhos mostrando que eram superfícies metálicas polidas ou com uma camada de vidro por cima e, por isso, os raios refletidos eram paralelos e bem definidos.

Já na reflexão difusa, em superfícies rugosas, perguntei se aconteceria a mesma coisa do que com os espelhos e um aluno comunicou que ficaria surpreso se ocorresse a mesma reflexão. Aproveitei esse comentário para perguntar o que iria acontecer com os raios paralelos incidentes na superfície rugosa e expliquei que saem em todas as direções.

Em seguida, apresentei a classificação de meios: transparentes, translúcidos e opacos. Utilizei dois plásticos (um transparente e outro translúcido) e um papelão para exemplificar o que eram cada um desses meios. Depois mostrei a divisão entre corpos luminosos e iluminados. Um aluno falou em tom de brincadeira que a Lua era um corpo luminoso e eu usei esse exemplo para enfatizar no quadro que ela é um corpo iluminado pelo Sol. Posteriormente, apresentei como o espelho plano é representado e como as imagens são formadas nesse tipo de objeto, destacando que as distâncias são iguais em relação ao espelho. Além disso, listei características das imagens formadas por esse espelho (virtual, direta, igual, enantiomorfa).

Por fim, expliquei a associação de espelhos planos, isto é, quando dois espelhos estão com certo ângulo entre si. Para isso, levei dois pequenos espelhos colados com fita adesiva e mostrei aos alunos o que acontecia quando o ângulo entre eles se alterava. Como eram espelhos pequenos, tive que passar pela turma a fim de mostrá-los. Depois disso, escrevi no quadro a equação da associação de espelhos e coloquei alguns exemplos numéricos. Uma menina perguntou o que aconteceria se os espelhos estivessem de frente um para o outro e utilizei a fórmula para explicar que formariam infinitas imagens, pois estariam a zero grau entre si, além de desenhar a situação. Já no final do período, outro estudante perguntou o que aconteceria com ângulo de 360° e, do mesmo jeito, fiz a fórmula e desenhei a situação com os espelhos virados.

Nessa aula, havia planejado um período de exposição dialogada e outro período com uma atividade de resolução de problemas em pequenos grupos. No entanto, a primeira parte da minha programação tomou o tempo dos dois períodos. Apesar de cuidar os horários de cada explicação, decidi não atrapalhar o ritmo das explanações, pois percebi que os discentes participaram ativamente desta aula e, portanto, não quis mostrar os assuntos com pressa. Embora eu tenha dado esse tempo para que interagissem, percebi em alguns momentos que eu me adiantei nas explicações não dando tempo dos alunos se questionarem realmente sobre as questões. Logo, esse foi um ponto que atinei para não repetir nas próximas aulas.

Ademais, tentei me aproximar mais dos alunos andando mais pela sala, visto que ficava bastante na parte frontal da sala. Acredito que essa aula foi produtiva, pois deixei meu planejamento rígido de lado para sentir o andamento da turma, em que tempo eles respondiam e dei mais abertura para as perguntas deles. Como tinha previsto uma resolução de exercícios em grupos para essa aula e não consegui realizar, alterei o cronograma a fim de aplicar essa lista de exercícios no formato de prova na aula seguinte (aula 5).

5.5 AULA 5

Data: 25/11/19 (duas horas-aula)

Conteúdo: Avaliação.

Objetivos de ensino:

- Desenvolver junto com os alunos respostas para questões de Óptica, fazendo um resumo dos conteúdos;
- Aplicação de uma atividade avaliativa.

Procedimentos:

Atividade Inicial (15 a 20 minutos):

Essa aula será desenvolvida em duas principais partes: a primeira será para revisão dos conteúdos estudados nas aulas usando o *Peer Instruction* (Apêndice I) e a segunda para a aplicação de uma atividade avaliativa (Apêndice G).

Desenvolvimento (20 a 30 minutos):

A aula será baseada na retomada dos assuntos das aulas passadas. Portanto, será aplicado o *Peer Instruction* para que sejam revisados os conteúdos.

Fechamento (45 a 50 minutos):

Por fim, será executada uma avaliação em duplas e sem consulta.

Recursos: Computador, projetor, quadro branco e canetas.

Avaliação: A avaliação será dada pelas respostas à prova.

Relato de Regência:

Neste dia, havia planejado uma aula sobre dispersão da luz, porém, como não consegui realizar a atividade de resolução de exercícios em pequenos grupos na aula anterior, preparei para essa aula uma atividade avaliativa em duplas (sendo entregues individualmente) e com consulta. Nesse sentido, a aula sobre dispersão da luz foi deslocada para a aula 6. Desde o início da regência, criei um grupo de conversas no *WhatsApp* a fim construir uma relação mais próxima com os alunos e foi através dele que comuniquei a mudança de datas da prova. Sendo assim, já que os avisei de uma semana para outra, a maioria dos estudantes pediu para que a prova fosse com consulta, logo partiu deles essa condição e eu aceitei, contanto que utilizassem somente uma folha frente e verso para isso.

Ao chegar à sala no dia em questão, alguns alunos já estavam presentes fazendo suas folhas de consulta para a prova. Liguei o computador assim que cheguei, pois utilizaria o projetor na primeira parte da aula, na qual faria uma revisão de alguns conceitos. O professor X me cumprimentou quando chegou e se sentou ao fundo da classe, na parte central. Esperei o sinal tocar e todos entrarem na sala; distribuí os cartões do *Peer Instruction* e iniciei com a primeira questão. Estavam presentes 32 alunos, sendo 19 meninas e 13 meninos.

Havia conjecturado três questões (Apêndice I) com o método, com uma média de dez minutos para cada uma delas, assim sobraria tempo para a realização da avaliação. Os estudantes pareciam tensos quando iniciei a leitura da primeira pergunta e alguns deles estavam revisando os conteúdos da prova. Na primeira questão, que tratava de identificar uma reflexão difusa, 93% dos alunos acertaram já na votação inicial. Já a segunda questão se referia à lei da reflexão e teve menos de 70% de acertos na primeira votação e 73% na segunda. Por fim, a terceira pergunta pedia a posição da imagem de um objeto em um espelho plano; ela teve 68% de respostas corretas na votação final.

Durante a prática, notei que os estudantes estavam entediados com o método e na última pergunta nenhum deles conversou no momento de discussão. Desse modo, caminhei entre eles para forçar algum diálogo e consegui que dois grupos do fundo da sala conversassem sobre a questão e argumentassem a favor das alternativas escolhidas. Como eu estava forçando a interação, os estudantes ficaram envergonhados com a minha presença, mas

eu disse que não estaria os julgando e conseguiram abrir um diálogo. Depois disso, uma aluna de outro grupo perguntou se eu ia demorar a entregar a prova, pois já havia se passado vinte minutos e percebi outros discentes com o mesmo sentimento. Ou seja, a turma reagiu de forma apática à atividade inicial, embora tenham respondido todas as questões. Talvez isso tenha relação com a ansiedade de receber a prova o quanto antes.

Assim que acabei as perguntas, deixei aberto para possíveis questionamentos acerca dos conteúdos, todavia ninguém se manifestou. Depois disso, revisei as folhas de consultas de cada dupla e percebi que todos as haviam feito à mão, o que achei muito bom. Em seguida, distribuí as provas individualmente. Também li cada questão em voz alta, desenhando algumas situações no quadro para melhor entendimento. Perguntei novamente se havia alguma dificuldade e ninguém se pronunciou. Durante a avaliação, fiquei andando pela sala e muitos estudantes seguidamente me chamavam para solucionar dúvidas pontuais.

Quando as perguntas eram mais gerais, eu esclarecia para toda a turma, em voz alta. Em uma das questões em especial, percebi que muitos não entenderam o raciocínio por trás dela, sendo assim tentei explicá-la de diferentes maneiras. Todos os alunos pareciam concentrados na atividade. Entretanto, percebi que um grupo de quatro alunos do canto esquerdo da sala - onde eu não havia me dirigido tanto - estava olhando para mim algumas vezes e, portanto, supus que estivessem utilizando o celular para consulta, porém não vi nada suspeito assim que me aproximei deles para confirmar minha sensação.

Pouco antes das 9h um aluno me entregou sua prova e esperou no lado de fora da sala e logo em seguida a sua dupla fez o mesmo. Recebi também a prova de mais uma dupla; já os outros estudantes me deram as provas no final da aula. Ainda faltando quinze minutos para acabar a aula, distribuí os temas de casa corrigidos. Quando o sinal do próximo período tocou, os alunos me devolveram as provas e consegui terminar no tempo correto.

Essa aula foi importante para eu perceber que os discentes estavam interessados nos conteúdos, pois partiu deles a possibilidade de fazer a prova com consulta, o que para mim demonstra curiosidade da parte deles. Além disso, a oportunidade de fazer uma consulta para a prova, fez com que fizessem um resumo dos assuntos, aprofundando os conhecimentos.

Outro ponto pertinente foi a inquietação e não participação nas discussões do método *Peer Instruction* no início da aula. Tendo uma percepção mais ampla da situação, acredito que eles estavam focando as atenções na parte prática da avaliação, isto é, não perceberam que nas

questões de revisão eu estava selecionando pontos importantes dos conhecimentos. Além do mais, acredito que deram mais valor para a prova em si do que para as ideias que trouxe, mostrando como o sistema tradicional de ensino molda os estudantes em uma dada dinâmica que vai se tornando automática sem dar significado para os momentos de interação e troca de conhecimentos. Em geral, notei disposição da turma somente na avaliação, uma vez que quase todos demoraram até o final da aula para terminar a atividade e muitos me perguntavam suas dúvidas.

5.6 AULA 6

Data: 02/12/19 (duas horas-aula)

Conteúdo: Arco-íris, cores e dispersão da luz.

Objetivos de ensino:

- Problematizar o fenômeno do arco-íris e a cor dos objetos;
- Utilizar uma demonstração sobre dispersão da luz;
- Retomar o fenômeno da refração;
- Definir a faixa das frequências e comprimentos de onda do espectro visível;
- Discutir a percepção de cores do olho humano e suas limitações.

Procedimentos:

Atividade Inicial (20 a 25 minutos):

A aula será iniciada problematizando a formação de um arco-íris. Será apresentada uma demonstração experimental com um feixe de luz branca e um prisma, formando um espectro colorido. Para auxiliar em possíveis dúvidas e explicações a simulação computacional²² que mostra a dispersão da luz sob diferentes prismas também será trabalhada.

Desenvolvimento (40 a 50 minutos):

A formação do arco-íris será explicada utilizando os conceitos já trabalhados como refração e reflexão. Também será explicado o formato aparente de arco do fenômeno, que na verdade é circular. Depois, as cores serão definidas com base no comprimento de onda e a frequência do espectro eletromagnético, ressaltando que têm diferentes temperaturas.

Em seguida, será questionada a percepção de cores que temos dos objetos, além de luzes poli e monocromáticas e suas combinações. Aqui serão usadas algumas questões para *Peer Instruction* (Apêndice I).

²² PHET. **Desvio da luz**. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_pt_BR.html. Acesso em 18 out. 2019.

Fechamento (15 a 20 minutos):

Para finalizar a aula, será apresentado um vídeo²³ (9 min 30 seg) a respeito da percepção de cores e os limites que temos em nossas próprias cognições no entendimento das luzes.

Recursos: Prisma, lanterna de um celular, computador, projetor, quadro branco e canetas.

Relato de Regência:

Nesse dia, cheguei ao colégio 7h45min e segui diretamente até a sala. Avistei o professor X e ele disse que me mostraria o laboratório de Física para caso quisesse usá-lo. Fomos até o outro corredor, onde as salas de laboratório se localizam. Quando ele abriu a porta, vi várias bancadas dispostas de frente a um quadro branco. O local era bem maior do que a sala de aula; estava escuro, mas tinham janelas ao fundo. Apesar de existir um espaço disponível para experimentos na escola, acabei não utilizando porque não planejei nenhuma aula dedicada a atividades experimentais - somente demonstrações experimentais. Além disso, acredito que não faria sentido eu deslocar a turma para esse espaço e trazer uma aula expositiva, não explorando suas potencialidades.

Agradei a preocupação do professor em me mostrar o laboratório, mas optei por permanecer na sala de aula. Chegando lá, organizei meus materiais, liguei o computador e esperei o sinal da escola tocar 8h. Depois que todos os estudantes haviam entrado, dei bom dia e iniciei a aula. Estavam presentes 29 alunos, sendo 17 meninas e 12 meninos. Comecei revisando os conteúdos vistos nas aulas até àquele momento. Falei sobre as teorias históricas da natureza da luz, princípios de propagação, espectro eletromagnético e fenômenos de reflexão e refração.

Durante minha explanação percebi que os alunos estavam bem desatentos e quase não olhavam para mim. Perguntei, então, se havia alguma prova para eles estarem concentrados nos cadernos; responderam que tinha uma prova de Matemática importante naquele dia. Negocieei com eles para prestarem mais atenção na aula para eu acabar antes a aula e dar algum tempo para estudos. Por alguns poucos minutos, eles pararam os estudos e prestaram atenção em mim, porém logo depois estavam dispersos novamente. Por isso, ao longo da aula tive que chamar a atenção algumas vezes.

²³ *IS YOUR Red The Same as My Red?* Publicado por Vsauce. [S. l.: s. n.] 17 fev. 2013. 1 vídeo (9 min 34 seg). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=evQsOFQju08>. Acesso em 19 out. 2019.

Segui a explicação mostrando o espectro eletromagnético e a faixa que estudaríamos naquela aula, a luz visível, destacando que ela estava representada por várias cores. Com isso, expliquei de modo geral que a cor branca (luz do sol, por exemplo) era a mistura de todas essas frequências de luz. Assim, questionei-os como os arco-íris são formados e alguns alunos me responderam que precisava chover para podermos ver um arco-íris. Eu concordei, mas perguntei se isso só acontecia depois da chuva e eles ficaram intrigados.

Em seguida, falei um pouco sobre o simbolismo dos arco-íris em contextos culturais e históricos distintos, como na cultura da Grécia antiga, nas religiões ocidentais e ainda no movimento LGBTQ+. Depois, mostrei que Newton estudou as cores e a formação dos arco-íris a partir da luz branca do Sol, buscando entender o porquê isso acontecia. Além do mais, mostrei que as sete cores que vemos na verdade são uma simplificação criada para comunicarmos melhor, visto que os arco-íris possuem infinitas cores.

Depois disso, expliquei que o arco-íris tratava-se de um fenômeno óptico, semelhante ao que ocorre em um prisma e que cada cor possui um índice de refração diferente. Expus matematicamente a equação dos índices de refração ($n = \frac{c}{v}$) e a equação da onda ($v = \lambda f$), chegando a uma expressão que poderia mostrar a dependência do comprimento de onda com o índice de refração ($n = \frac{c}{\lambda v}$). Nesse momento expliquei rapidamente o que era comprimento de onda, relacionando com frequência. Depois, abri a simulação na parte de prismas para que pudesse explicar essa relação com índice de refração. E, posteriormente, usei um prisma de verdade para mostrar a decomposição da luz branca da lanterna de um celular. Como a sala não estava tão escura, o arco-íris formado não foi muito bem definido, além do fato de que as imagens computadorizadas de arco-íris serem bem coloridas, criando expectativas diferentes da realidade.

Voltando à formação do arco-íris, disse que era necessário haver gotículas de água e raios de sol para que pudéssemos vê-lo. Assim, trouxe uma imagem esquemática do percurso que a luz branca faz dentro de uma gota d'água, ressaltando os fenômenos de refração e reflexão, bem como o ângulo necessário de 42° entre o raio e a luz vermelha. Também destaquei que a posição dependia de onde o observador se situava. Apresentei, por fim, que o arco-íris na verdade é um círculo fechado, mas não conseguimos perceber isso, pois o enxergamos da superfície da terra, que impede a visão completa. Nessa parte, uma aluna perguntou se a parte de baixo do arco-íris era um reflexo da parte de cima e eu tentei mostrar que, na verdade, era um cone e que o vértice era o nosso olho. Ela, no entanto, disse que

queria saber se acontecia outra reflexão para surgir essa outra parte, então expliquei que o segmento inferior existia por causa de outras gotículas de água que estavam nessa parte.

Outro assunto da aula foi a respeito da cor dos objetos. Tentei mostrar que as cores eram na verdade resultado da fonte luminosa, isto é, que os objetos refletem maior quantidade de uma cor dependendo do que chega até eles e das características do material que os constituem. Apresentei exemplos qualitativos nos slides e depois fiz duas questões com o método *Peer Instruction* – as questões se encontram no Apêndice I. A primeira questão era basicamente o que eu tinha exemplificado antes e teve 73% de acertos na primeira votação e, portanto, apenas expliquei o que acontecia e segui para a próxima pergunta. Nesta segunda questão, o índice de acertos foi de 64% na primeira votação para 81% na segunda, após as discussões.

Para encerrar a aula, apresentei um vídeo um pouco além dos conteúdos estudados, uma vez que trazia indagações filosóficas sobre as cores que enxergamos. Ao final, uma aluna me disse que o vídeo era mais sobre Filosofia do que Física e afirmei que as duas disciplinas também estavam conectadas. Já para finalizar o assunto de cores, disse que nossa percepção era mais um processo fisiológico do que físico e, portanto, as cores são interpretadas pelo cérebro.

Nessa aula, acredito que deveria ter melhorado a ordem que eu fiz a problematização “como o arco-íris é formado?”, pois não cheguei a explicar logo em seguida do questionamento. Além do mais, poderia ter instigado mais os alunos a participarem da aula, em vez de explicar somente o que acontece nas situações. Os alunos estavam parcialmente interessados, pois, como já dito, haveria uma prova de matemática no dia e eles estavam tensos e escolheram não participar ativamente da minha aula.

Assim, é interessante rever e avaliar os nossos próprios comportamentos enquanto docentes, pois muitas coisas, as quais se tenta evitar, acabam se realizando quase que inconscientemente, como, por exemplo, explicar os conteúdos sem deixar tempo para os estudantes se incomodarem com os questionamentos, ou mesmo entender o que está sendo mostrado.

5.7 AULA 7

Data: 09/12/19 (duas horas-aula)

Conteúdo: Funcionamento do olho humano.

Objetivos de ensino:

- Apresentar o princípio básico da visão;
- Identificar elementos do olho como cones e bastonetes;
- Utilizar uma simulação computacional para ilustrar a visão;
- Comparar o cristalino a uma lente de câmera fotográfica;
- Apresentar anomalias de visão.

Procedimentos:

Atividade Inicial (15 a 20 minutos):

A problematização inicial dessa aula será a pergunta “como enxergamos?”, instigando os alunos a utilizar os conhecimentos estudados nas aulas anteriores. Uma simulação computacional²⁴ será utilizada para relembrar a aula passada. A explicação será desenvolvida utilizando um desenho esquemático do olho humano.

Desenvolvimento (40 a 50 minutos):

A partir disso, serão apresentadas e explicadas algumas partes da anatomia do olho essenciais para entender a visão. O processo de formação de imagens dentro do olho será apresentado resumidamente, uma vez que não é o objetivo da aula. O olho será, então, comparado com uma câmara escura e com uma câmera fotográfica. Um vídeo²⁵ resumindo esses tópicos será mostrado, buscando fazer uma reconciliação integradora dos conceitos estudados, como propõe Ausubel.

Fechamento (25 a 30 minutos):

A discussão será fechada retornando à questão do olho humano e apresentando algumas anomalias de visão como daltonismo e dificuldades na nitidez de imagens.

Recursos: Computador, projetor, quadro branco e canetas.

²⁴ PHET. **Visão de cor.** Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_pt_BR.html. Acesso em: 19 out. 2019.

²⁵ PORTAL EBC. **Por que vemos colorido?** Disponível em: <http://www.ebc.com.br/infantil/voce-sabia/2015/09/por-que-vemos-colorido>. Acesso em: 08 dez. 2019.

Relato de Regência:

Em minha última aula do estágio, pensei em trazer um questionamento sobre como podemos enxergar, isto é, como acontece a formação de imagens no olho humano. Escolhi esse assunto para finalizar a unidade didática, pois poderia discutir a respeito das cores, de reflexão, dos princípios de propagação da luz, entre outros, além de introduzir uma ligação com o conteúdo de lentes a ser tratado no ano seguinte, fazendo, assim, uma reconciliação integradora dos vários conceitos estudados. Nesse dia, cheguei à escola às 7h50min e a maioria dos alunos, inclusive o professor X, estava na sala de aula. Dirigi-me até a mesa e percebi que já havia trabalhos de recuperação da prova em cima dela; liguei o computador, pois usaria o projetor. A recuperação (Apêndice H) foi feita baseada no modelo de lista de exercícios que o professor X havia feito em outras turmas. Nesse dia, estavam presentes 22 estudantes, sendo 12 meninas e 10 meninos.

Enquanto preparava meu material, mais alunos chegavam. Iniciei a aula distribuindo provas de estudantes que pediram para revisar a nota. Depois disso, comecei de fato o conteúdo. Já de início notei que os estudantes estavam dispersos e eles mesmos me comunicaram que teriam prova final da disciplina de Matemática e estavam revisando os assuntos. Como era a última aula do ano, relevei algumas conversas e dispersões, mas ainda assim tentava chamar atenção da turma para a minha aula.

Comecei a revisar os principais pontos da aula passada, na qual vimos como os arcos-íris são formados, a dispersão da luz branca e que a percepção de cores depende da fonte luminosa. Questionei-os, então, como enxergamos ou o que precisamos para enxergar e um aluno no fundo da sala me respondeu que precisamos de luz. Complementei a resposta dizendo que precisamos também do olho para captar essa iluminação. Dessa forma, introduzi a explicação esquemática da visão humana, contendo as principais partes do olho (pupila, retina, cristalino, íris, córnea, nervo óptico). Em seguida, trouxe uma comparação entre nossos olhos e uma máquina fotográfica, em que os elementos tinham funções análogas na formação de imagens, como o cristalino do olho e a lente das câmeras. Além disso, apresentei a câmara escura como sendo um modelo simplificado de uma câmera fotográfica e utiliza o princípio de propagação retilínea da luz.

Retornei ao olho humano para falar sobre as células fotorreceptoras da retina: bastonetes e cones. Diferenciei essas duas componentes principalmente quanto à recepção de

luminosidade, afinal a unidade didática tratava sobre luz. Dessa maneira, mostrei que os bastonetes são responsáveis pela visão em lugares pouco iluminados e os cones são responsáveis pela percepção de cores. Depois disso, apresentei um vídeo curto, resumindo como enxergamos, o que eu havia explicado até então. Quando o vídeo terminou perguntei se alguém tinha algum comentário, mas não houve manifestações. Após, entrei na simulação sobre como nosso cérebro interpreta as luzes monocromáticas e suas combinações. Indiquei também que ela traz a possibilidade de acrescentar um filtro de cor entre os olhos e a fonte de luz, mostrando que a cor do filtro é transmitida, mas todas as outras cores são absorvidas por ele.

Retomei, depois disso, a reflexão seletiva dos objetos (que já havia falado um pouco na aula anterior) e destaquei novamente que a cor dos objetos não é intrínseca a eles, mas depende da fonte de luz incidente. Com isso, comentei a respeito do sistema RGB de cores, no qual as cores vermelho, verde e azul são primárias, no mundo das artes e dos vídeos (telas) e a mistura delas forma infinitas outras combinações. Ademais, falei sobre o sistema CMYK que, ao contrário, do RGB diz respeito às cores de tinta e pigmento. Novamente, abri a simulação sobre cores e apresentei a parte sobre combinação de mais de uma fonte de luz e como nós interpretamos isso. Salientei mais uma vez que o fenômeno das cores é muito mais uma experiência fisiológica do espectador que do mundo físico.

Já encaminhando para o final da aula, expus que a visão do ser humano pode apresentar anomalias como o daltonismo ou deficiência da nitidez (miopia, hipermetropia, astigmatismo). Na parte de daltonismo, destaquei que existem diferentes tipos - deuteranopia, protanopia e tritanopia -, os quais dependem da deficiência em algum dos tipos de cones presentes em nossa retina. Já nas dificuldades de nitidez, mostrei como as pessoas enxergam com as dificuldades e comentei superficialmente a respeito das lentes necessárias para cada tipo.

Por fim, discuti acerca da visão das abelhas a fim de que fizesse um contraste com o olho humano. Ou seja, mostrei que as abelhas conseguem detectar o ultravioleta, diferentemente dos humanos e, apesar de não conseguirmos imaginar o que isso significa em termos de visão, sabemos que elas usam essa faixa de radiação porque dessa maneira elas conseguem detectar o pólen das flores com mais destaque. Uma aluna questionou se outros animais conseguiam ver no infravermelho e respondi que não sabia ao certo, mas disse que

existiam outros animais que conseguem detectar faixas bem mais amplas do que os humanos e isso é difícil de imaginarmos, uma vez que estamos restritos às nossas correlações internas.

Finalizei a aula discutindo um pouco sobre isso e sobraram 25 minutos do último período. Despedi-me da turma de forma rápida, agradecendo-os pelo tempo que tivemos juntos e no final a turma aplaudiu em sinal de agradecimento. Depois disso, o professor titular decidiu dar alguns recados referentes ao 3º ano, pois aqueles estudantes seriam seus alunos se aprovados. O foco dessa conversa foi voltado a vestibulares e à prova do ENEM. Nos últimos minutos que sobraram, parte dos estudantes conversava entre si e parte estudou para a prova final de Matemática daquele dia.

Nessa última aula da regência, quis fazer um fechamento para a sequência de aulas que mostrasse alguma abordagem mais relacionada à Biologia, uma vez que no questionário (Apêndice C) que havia passado para os alunos, essa disciplina foi uma das mais citadas como de interesse. Além do mais, o olho humano pode também relacionar conteúdos como cores, assunto da Aula 6, e lentes. Apesar de conseguir seguir meu planejamento, terminei a aula cedo, pois expliquei rapidamente e a turma estava desatenta e pouco participativa.

A turma não estava muito concentrada durante minhas explicações, visto que era a última aula da disciplina de Física deles e, portanto, os conteúdos que apresentei não seriam avaliados - além de, claro, estarem nervosos para uma prova naquele dia. Isso me fez pensar em como damos muito valor às avaliações quantitativas daquilo que nos é ensinado, ainda mais na escola, em vez de levarmos os conhecimentos como uma oportunidade de adquirir mais habilidades. Entendo que esse pensamento é uma das formas que os alunos encontram para sobreviver ao sistema tradicional de avaliações dos colégios, mas achei esse comportamento curioso quando estava no papel de docente nesse momento. Refleti também sobre a quantidade de matérias que esses jovens em formação devem lidar para conseguir a aprovação e o quanto isso pode ser prejudicial, pois por vez optam por ignorar um conhecimento em detrimento de outro (ou de uma prova).

No mais, acredito que finalizei a regência com uma relação positiva com a turma. Tentei sempre que possível mostrar que estava ali para ajudá-los, além de levar temas de Física interessantes de maneira distinta das aulas anteriores. Por fim, acredito que os métodos ativos foram importantes para tornar a sala um lugar de debate a respeito dos conteúdos.

6 CONCLUSÃO

O estágio final do curso de Licenciatura em Física da UFRGS, cujo produto é o presente relatório, proporciona na vida dos jovens docentes em formação uma intensa experiência nas escolas públicas. Assim, foi através dessa vivência que experimentamos o cotidiano da profissão que escolhemos no início do curso e, com isso, pudemos conhecer uma parcela das dificuldades, frustrações, surpresas e felicidades que os professores enfrentam nas suas carreiras.

Minha história com a licenciatura é complexa, pois nunca tive uma aptidão nata em me expressar e me expor, sempre fui quieta - e continuo sendo até hoje -, por isso achava que ser professora seria muito difícil para mim. No entanto, durante o ensino médio tive professores e professoras que foram exemplos para mim e me ensinaram muito – não somente conteúdos do currículo, mas também ensinamentos que levei para minha vida. Esses docentes me fizeram gostar ainda mais de aprender, fazendo minha admiração pela docência ser florescida nesse período. Apesar disso, eu acreditava que seguiria uma profissão que envolvesse Matemática, afinal eu amava a área de ciências exatas e não tinha o perfil das pessoas que seguiam áreas de ciências humanas, apesar de me interessar fortemente também por esses conhecimentos.

Ao longo do ensino médio ora gostava mais de Matemática e Física, ora gostava mais de Filosofia e Sociologia e, portanto, quando tive que decidir um curso para prestar o vestibular, fiquei considerando essas duas paixões na minha mente. Por fim, escolhi a Licenciatura em Física, pois parecia ser o curso ideal, já que unia as exatas, as humanas e o ensino. Dessa forma, segui durante quatro anos na UFRGS tentando superar minhas dificuldades pessoais de expressão e modificando minha visão sobre uma série de questões - a universidade me fez crescer muito. Percebi que tinha uma visão ingênua do que era ciência e do que era ensinar, logo as disciplinas sobre ensino de Física e sobre educação foram essenciais na minha construção como professora.

Por meio deste relato de estágio, tentei expressar ao máximo o que aconteceu durante cada período e minhas impressões sobre as aulas. No final dessa experiência, levo muitos ensinamentos sobre a docência, tanto positivos quanto negativos – os quais dedicar-me-ei para melhorar quando estiver exercendo a profissão. Nesse sentido, ao viver esse período como docente, eu passei a valorizar ainda mais o trabalho dos professores, uma vez que precisei de muita dedicação na preparação das aulas e na aplicação dessas. Foram muitas horas tentando encaixar ideias, criando os materiais e administrando o tempo necessário para cada momento.

Tive dificuldades no início do planejamento, pois às vezes não sabia qual tema escolher para as aulas, ou não sabia a ordem de apresentar os assuntos, ou tinha inseguranças quanto às explicações necessárias de cada tópico. No entanto, enfrentei meus medos e sempre fui orientada a fazer as melhores aulas possíveis aos alunos. Foi o que fiz, apesar de minha unidade didática não estar exatamente dentro da sequência convencional dos livros didáticos. Analisando minhas aulas, vejo que poderia ter investido mais tempo em explicar a refração da luz, por exemplo, pois não expliquei esse fenômeno tão bem quanto gostaria, pois foquei as atenções mais sobre o fenômeno da reflexão interna total.

Vejo que, antes do planejamento das aulas, tinha muito medo de errar e isso bloqueou muito minha criatividade e meu trabalho. Ao longo do período de regência, aprendi que errar é inevitável, é humano, visto que estava experimentando novos métodos e novas formas de expor os conteúdos. Já no final do estágio, compreendi que cresci muito com meus erros, afinal se não experimentarmos novas formas de entender o mundo, não estaremos nos arriscando e permaneceremos na zona de conforto, sem erros.

O referencial escolhido, de David Ausubel, bem como o *Peer Instruction* tiveram resultados positivos, uma vez que estruturaram a sequência didática, além de tirar o caráter tradicional da aprendizagem no qual o professor é detentor da informação; portanto, trouxe aos estudantes um papel ativo no processo de ensino-aprendizagem. Ademais, as problematizações e contextualizações dos assuntos foram de extrema importância nas aulas no sentido de que motivaram os discentes a buscar respostas sobre os temas de Física, além de inseri-los na realidade, deixando de ser tão abstratos, portanto.

Desse modo, retomando o que já foi descrito durante a realização deste trabalho, não apenas o CAP, como também a UFRGS servem como palco para qualificar os futuros profissionais do magistério, sobretudo na disciplina de Física. Em especial, para mim, me sinto gratificada e acredito que a realização deste estágio serviu para desafiar não só o meu conhecimento adquirido ao longo da faculdade, mas principalmente a respeito de questões pessoais e de como eu percebo o contexto que envolve o trabalho de um professor na atualidade, de modo que me sinto cada vez mais admirada por minha futura profissão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, I. S. **Simulação e modelagem computacionais como recursos auxiliares no ensino de física geral**. 2005. Tese de Doutorado (Doutorado em Ciências) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/5771>. Acesso em: 11 dez. 2019.

CID, A. S.; SASAKI, D. G. G. **Uma proposta de ensino do princípio de Stevin através do método predizer – observar – explicar (poe)**. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/337654906_UMA_PROPOSTA_DE_ENSINO_DO_PRINCIPIO_DE_STEVIN_ATRAVES_DO_METODO_PREDIZER_OBSERVAR_EXPLICAR_POE. Acesso em: 10 dez. 2019.

COLÉGIO DE APLICAÇÃO DA UFRGS. **Manual do Novato**. Porto Alegre, 2019. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/colegiodeaplicacao/wp-content/uploads/2019/02/MANUAL-DO-NOVATO-revisado.pdf>. Acesso em: 8 dez. 2019.

COLÉGIO DE APLICAÇÃO DA UFRGS. **Regimento**. Porto Alegre, 2019. Disponível em: https://www.ufrgs.br/colegiodeaplicacao/wp-content/uploads/2017/02/RegimCAp_Outubro-2005.pdf. Acesso em: 8 dez. 2019.

COLÉGIO DE APLICAÇÃO DA UFRGS. **Um pouco da História do Colégio de Aplicação da UFRGS**. Porto Alegre, 2019. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/colegiodeaplicacao/institucional/historia/>. Acesso em: 8 dez. 2019.

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

KEARNEY, M.; TREAGUST, D. F.; YEO, S.; ZADNIK, M. G. **Student and Teacher Perceptions of the Use of Multimedia Supported Predict–Observe–Explain Tasks to Probe Understanding**. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/227231359_Student_and_Teacher_Perceptions_of_the_Use_of_Multimedia_Supported_Predict-Observe-Explain_Tasks_to_Probe_Understanding. Acesso em: 11 dez. 2019.

MACHADO, M. A.; OSTERMANN, F. **Unidades didáticas para a formação de docentes das séries iniciais do ensino fundamental**. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2006. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ta/v17n6_Araujo_Ostermann.pdf. Acesso em: 8 dez. 2019.

MAZUR, E. **Peer Instruction: a user’s manual**. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 1997.

MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. **Teorias construtivistas**. Porto Alegre: IFUFRGS, 1999.

APÊNCIDE A – Cronograma de regência

Tabela 2 – Cronograma de regência da unidade didática

Aula	Data	Conteúdo(s) a serem trabalhado(s)	Objetivos de ensino	Estratégias de Ensino
1	21/10/19 das 08h00 às 9h30	Apresentação da Unidade Didática; História da Luz; Propriedades da Luz.	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentar os conteúdos que serão trabalhados, considerando as respostas do questionário sobre impressões da turma sobre Física; • Trazer problematizações iniciais que servirão como guia para a elaboração das próximas aulas; • Mostrar as diferentes concepções científicas e históricas da natureza da luz; • Discutir sobre a ciência, levantando a questão da não linearidade da construção do conhecimento científico e reconhecendo-a como uma atividade humana; • Apresentar, de um modo geral, o modelo da dualidade partícula-onda; • Expor os princípios básicos de propagação de luz. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição dialogada; • Demonstrações experimentais; • Vídeo; • Reportagem.
2	04/11/19 das 08h00 às 9h30	Propriedades da Luz; <i>Internet 5G</i> ; Espectro Eletromagnético.	<ul style="list-style-type: none"> • Retomar os princípios de propagação da luz; • Problematizar a <i>internet</i> móvel 5G e suas consequências para a sociedade e para o meio ambiente; • Diferenciar ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas; • Apresentar o espectro eletromagnético; • Contextualizar radiação ionizante por meio de algumas situações conhecidas; • Identificar a faixa do espectro eletromagnético na qual estão as radiações ionizantes; • Definir os conceitos de frequência e de período; • Debater a respeito dos efeitos de ondas eletromagnéticas na saúde. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição dialogada; • Demonstrações experimentais; • Vídeo.
3	11/11/19 das 08h00 às 9h30	Velocidade da Luz; Fibra Óptica; Refração da Luz; Características das Ondas.	<ul style="list-style-type: none"> • Demonstrar os princípios da fibra óptica por meio de uma demonstração experimental; • Discutir e explicar sobre a refração da luz; • Apresentar o fenômeno de reflexão total interna por meio de vídeos; • Definir a velocidade da luz e índice de refração. 	<ul style="list-style-type: none"> • Demonstrações experimentais; • Vídeos • Simulação computacional; • POE; • <i>Peer Instruction</i>.

4	18/11/19 das 08h00 às 9h30	Materiais transparentes e opacos; Reflexão; Espelhos planos.	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentar a lei da reflexão da luz em superfícies lisas e rugosas; • Distinguir os materiais transparentes e os opacos; • Demonstrar a reflexão de um (e dois) espelho(s) plano(s); • Mostrar a reflexão no espelho e diferenciar a reflexão especular e difusa; • Apresentar elementos do estudo da reflexão como a imagem do objeto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição Dialogada; • Demonstrações experimentais; • Simulação computacional.
5	25/11/19 das 08h00 às 9h30	Avaliação	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar junto com os alunos conceitos de óptica, utilizando o método <i>Peer Instruction</i>; • Fazer uma atividade avaliativa em duplas e sem consulta, a ser entregue no final da aula sobre os conteúdos vistos até então. 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Peer Instruction</i>; • Atividade Avaliativa.
6	02/12/19 das 08h00 às 9h30	Arco-íris; Cores; Dispersão da Luz.	<ul style="list-style-type: none"> • Problematizar o arco-íris e a cor dos objetos; • Utilizar uma demonstração sobre dispersão da luz; • Retomar o fenômeno da refração; • Definir a faixa das frequências e comprimentos de onda do espectro visível; • Discutir a percepção de cores do olho humano e suas limitações. 	<ul style="list-style-type: none"> • Demonstrações experimentais; • Simulação computacional; • Vídeo; • <i>Peer Instruction</i>.
7	09/12/19 das 08h00 às 9h30	Funcionamento do Olho Humano	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentar o princípio básico da visão; • Identificar elementos do olho como cones e bastonetes; • Utilizar uma simulação computacional para ilustrar a visão; • Comparar o cristalino com uma lente de câmera fotográfica; • Apresentar anomalias de visão. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição dialogada • Simulação computacional.

Fonte: tabela sugerida pelo professor orientador.

APÊNCIDE B – Slides da apresentação inicial

Colégio de Aplicação da UFRGS

AULA 01

Apresentação Inicial

Isadora Santos da Silva

MEU NOME É ISADORA
Tenho 21 anos e sou formanda de Licenciatura em Física pela UFRGS.

Gosto de ir ao cinema com os amigos, de assistir vídeos no YouTube, de descobrir músicas e lugares novos.

Serei a professora de vocês nas próximas aulas :)

QUESTIONÁRIO SOBRE ATITUDES EM RELAÇÃO À FÍSICA

Vou usar as respostas de vocês para basear a preparação das aulas. Portanto, tentarei deixá-las mais interessantes para a turma.

“EU GOSTARIA MAIS DE FÍSICA SE...”

- “não tivesse cálculo”
- “fosse mais teoria e menos contas”
- “tivéssemos aulas práticas ou se tivéssemos experimentos”
- “se eu entendesse a matéria”

QUE TIPO DE ASSUNTO VOCÊ GOSTARIA QUE FOSSE ABORDADO NAS AULAS DE FÍSICA?

- Buracos negros e Universo
- Espelhos
- Assuntos do cotidiano
- Questões de vestibular e ENEM

VOCÊ VÊ ALGUMA UTILIDADE EM APRENDER FÍSICA? COMENTE SUA RESPOSTA.

- Sim, para entender melhor o mundo a nossa volta
- Sim, para o vestibular
- Não, pois a profissão que pretendo seguir não utiliza a física
- Não, pois é basicamente matemática com muito mais fórmulas

QUAIS DIFICULDADES VOCÊ COSTUMA TER AO ESTUDAR FÍSICA?

- “Dificuldades matemáticas”
- “Prestar atenção”
- “Aplicar as fórmulas”
- “Não consigo ver como física se encaixa na minha vida, e isso dificulta meu entendimento”

PLANEJAMENTO

Meu objetivo, portanto, é tornar as aulas de Física mais atrativas.

Vou focar nossas aulas na parte conceitual do conteúdo, respondendo perguntas cotidianas, e também em atividades experimentais.

Porém, não deixarei de lado a matemática, afinal ela é essencial na Física.

ALGUNS MOTIVOS PARA ESTUDARMOS FÍSICA

- Entender melhor os fenômenos do mundo
- Pensar criticamente
- Adquirir habilidades para resolver problemas
- Passar nas provas
- Passar em concursos (ENEM, vestibular)

METODOLOGIA: COMO SERÃO AS AULAS?

- EXPOSIÇÃO DIALOGADA
- INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS
- DEMONSTRAÇÕES EXPERIMENTAIS
- SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS
- VÍDEOS
- RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM GRUPOS

INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS (PEER INSTRUCTION)

É um método ativo de ensino desenvolvido pelo professor Eric Mazur.

Objetivos: explorar a interação entre os alunos durante as aulas e focar a atenção dos alunos na parte conceitual dos assuntos.




UNIVERSIDADE HARVARD

PLICKERS

São cartões individuais que possuem um código.

Permitem levantar respostas da turma em tempo real.

Serão usados junto com a Instrução pelos Colegas.



Fonte: <https://www.whiteboardblog.co.uk/wp-content/uploads/2015/06/plickersfeatured.jpg>

PLICKERS



DEMONSTRAÇÕES EXPERIMENTAIS

Tentarei trazer algumas experiências para a turma visualizar alguns fenômenos físicos dos conteúdos estudados.



O QUE VAMOS ESTUDAR?

ÓPTICA E ONDULATÓRIA



VAMOS RESPONDER...

			
INTERNET	CORES	ESPELHOS	OLHO
Como a internet chega até seu celular?	Por que os arco-íris se formam?	Por que não podemos nos ver no escuro?	Como enxergamos?

AVALIAÇÃO

- Atividade em casa
- Lista de exercícios
- Prova

		
ESTIMULAR O INTERESSE	RESPEITO E COOPERAÇÃO	SUPERAR DIFICULDADES



JÁ NASCI PRONTA

APÊNCIDE C – Questionário sobre atitudes em relação à Física



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
COLÉGIO DE APLICAÇÃO - TURMA 202



Questionário sobre atitudes em relação à Física

Nome:

Idade:

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

APÊNCIDE D – Reportagem²⁶ discutida na aula 1



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
COLÉGIO DE APLICAÇÃO - TURMA 202



DO QUE A LUZ É FEITA E SEUS MISTÉRIOS

Ninguém sabe por que a velocidade da luz não muda, ou por que seu valor no espaço vazio é de 300.000 km/s. Mas esse comportamento esdrúxulo explica um número enorme de observações, sendo portanto aceito como uma descrição válida do que ocorre na natureza.

Como se não bastasse ter captado a natureza dual onda-partícula e sua velocidade constante, Einstein notou também que a luz, ao contrário de tudo o que conhecemos no universo, não tem massa. A luz é uma forma de energia pura que se propaga pelo espaço, interagindo aqui e ali com a matéria, ou seja, com coisas que têm massa.

Completando o ciclo de artigos sobre a luz, ainda em 1905 Einstein escreve outro, mostrando como energia e matéria estão relacionados; em particular, como energia pode gerar matéria e vice-versa.

Essa é a famosa fórmula $E=mc^2$, que tem aplicação direta na luz: se fótons de luz têm energia suficiente (no caso, o extremo mais energético do espectro luminoso, os raios gama) podem se transformar em partículas de matéria como, por exemplo, elétrons. Luz e matéria são, de certa forma, dois lados da mesma moeda.

A física de Einstein mostra que somos criaturas da luz não apenas de modo figurativo. Não só porque precisamos dela para viver, mas porque podemos – ao menos em princípio – nos transformar nela.

Antes, porém, que os leitores se imaginem como fótons de luz viajando pelo cosmo a 300.000 km/s, devo deixar claro que essa conversão só ocorreria se houvesse uma colisão entre você e sua cópia feita de antimatéria.

A antimatéria não é tão exótica quanto parece, mas feita de cópias das partículas que existem com cargas elétricas opostas. Por exemplo, a antipartícula do elétron é o pósitron, que tem carga positiva. Essas partículas são rotineiramente geradas em laboratório.

O produto dessa colisão seria uma explosão de fótons de raios gama com energia para destruir boa parte do Brasil. Felizmente, estamos longe de criar cópias de antipessoas no laboratório. No momento, criamos apenas átomos de anti-hidrogênio.

Este é o Ano Internacional da Luz, celebrado no mundo inteiro em uma série de eventos (light2015.org). Apesar de suas estranhezas, ou por causa delas, a luz é hoje integrante essencial de nossas tecnologias, dos lasers no caixa de supermercado a DVDs; de tecnologias usando micro-ondas e ondas de rádio a aplicações industriais de fontes de luz ultraintensas; dos raios X e outras máquinas de visualização em medicina a observações astronômicas de estrelas e galáxias longínquas.

Considerando os mistérios que sobrevivem em torno da luz e o quanto deles exploramos nas aplicações tecnológicas, é difícil prever o que nos espera em cem anos. No mínimo, mais uma revolução em nosso conhecimento do mundo que, tal como a que começou no início do século 20, será iluminada pela curiosa natureza da luz.

Marcelo Gleiser - 24/05/2015

Trecho retirado de: <<https://www1.folha.uol.com.br/ilustrissima/2015/05/1632439-do-que-a-luz-e-feita-e-seus-misterios.shtml>>.

²⁶ FOLHA DE S. PAULO. **Do que a luz é feita e seus mistérios**. São Paulo, 24 mai. 2015. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ilustrissima/2015/05/1632439-do-que-a-luz-e-feita-e-seus-misterios.shtml>. Acesso em 17 out. 2019.

APÊNCIDE E – Slides da aula 2

Aula 02

Colégio de Aplicação da UFRGS

A LUZ E SUAS CLASSIFICAÇÕES

Isadora Santos da Silva

Newsweek

TECH & SCIENCE

RADIATION FROM CELLPHONES, WI-FI IS HURTING THE BIRDS AND THE BEES; 5G MAY MAKE IT WORSE

BY DANA DOWNEY ON 5/19/18 AT 9:00 AM EDT

Tradução: Radiação de telefones celulares, o wi-fi está prejudicando os pássaros e as abelhas; 5g pode piorar as coisas

RELEMBRANDO A AULA PASSADA

- Tipos de "luzes"
- Luz como partícula
- Luz como onda
- Dualidade onda-partícula
- Princípios de propagação da luz

PÁSSAROS ENCONTRADOS MORTOS

Na cidade holandesa The Hague, vários pássaros foram encontrados mortos em uma praça local. Algumas pessoas levantaram a suspeita de que testes de 5g feitos na cidade teriam sido a causa dessas mortes.



QUAL A JUSTIFICATIVA DOS CRÍTICOS AO 5G?

A tecnologia 5G tem **frequências mais elevadas** do que as redes 2G, 3G e 4G, sendo assim, é mais perigosa para a saúde. Nos animais, essas frequências podem afetar suas orientações espaciais.

SE O 5G FAZ TÃO MAL PARA A SAÚDE, POR QUE EXISTE INTERESSE EM INVESTIR NESTA TECNOLOGIA?

ORGANIZANDO AS IDEIAS

1. Radiação eletromagnética
2. Riscos para a saúde de animais e pessoas
3. Frequências altas



ESSA ANÁLISE FAZ SENTIDO? ESTARIAMOS EM PERIGO COM O 5G?

1. RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA

SINAL 5G E INTERNET

O 5G é a Quinta Geração de internet móvel e promete taxas de dados mais rápidas, além de custos financeiros e de energia reduzidos. A internet, de modo geral, é transmitida através de **ondas eletromagnéticas** desde o transmissor (antena) até o receptor (smartphone).

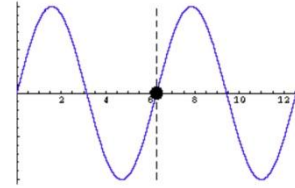


ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

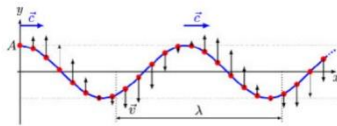
- São um dos tipos de ondas existentes na natureza.

Ondas são pulsos energéticos que se propagam no espaço transportando energia (**não transportam matéria**).

ONDAS NÃO TRANSPORTAM MATÉRIA



ONDAS NÃO TRANSPORTAM MATÉRIA



CLASSIFICAÇÃO DAS ONDAS QUANTO À NATUREZA

<p>ONDAS ELETROMAGNÉTICAS</p> <p>Propagam-se tanto em meio material, quanto no vácuo.</p> <p>Ex: internet, luz visível</p>	<p>ONDAS MECÂNICAS</p> <p>As ondas mecânicas se propagam apenas em meios materiais. Não são transmitidas no vácuo.</p> <p>Ex: som, ondas em um lago</p>
---	---

CLASSIFICAÇÃO DAS ONDAS QUANTO À NATUREZA

<p>ONDAS ELETROMAGNÉTICAS</p> <p>Propagam-se tanto em meio material, quanto no vácuo.</p> <p>Ex: internet, luz visível</p>	<p>ONDAS MECÂNICAS</p> <p>As ondas mecânicas se propagam apenas em meios materiais. Não são transmitidas no vácuo.</p> <p>Ex: som, ondas em um lago</p>
---	---

ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

- São um dos tipos de ondas existentes na natureza.
- Essas ondas **não precisam** de um meio material para se propagar, ou seja, podem ser transmitidas tanto no vácuo quanto em materiais.

No espaço (vácuo), ondas mecânicas, como o som, não se propagam, mas ondas eletromagnéticas, sim.



ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

- São um dos tipos de ondas existentes na natureza.
- Essas ondas **não precisam** de um meio material para se propagar, ou seja, podem ser transmitidas tanto no vácuo quanto em materiais.
- São também denominadas de **radiação eletromagnética**.

LOGO, RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA É UMA DEFINIÇÃO PARA AS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS.

O TERMO "RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA" NÃO SIGNIFICA NECESSARIAMENTE QUE SEJA UM TIPO DE RADIAÇÃO NOCIVA À SAÚDE.

Em 2014, a Organização Mundial da Saúde (OMS) afirmou que "não foi constatado nenhum efeito adverso à saúde causado pelo uso de telefones celulares".

No entanto, a OMS junto à Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer (IARC, na sigla em inglês) classificaram toda radiação de radiofrequência (da qual os sinais de celular fazem parte) como "possivelmente cancerígena".

Ela foi inserida nesta categoria porque "há evidências que não chegam a ser conclusivas de que a exposição pode causar câncer em seres humanos".

Comer legumes em conserva e usar talco em pó, por exemplo, é classificado com o mesmo nível de risco. Já a ingestão de bebidas alcoólicas e o consumo de carnes processadas é colocado numa categoria de risco maior.


Trecho da reportagem "A radiação da tecnologia 5G faz mal à saúde?" Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-48987729>

2. PERIGO À SAÚDE

Essas ondas produzem radiação?

Denominamos radiação eletromagnética um conjunto de ondas classificadas como eletromagnéticas.

Porém, só uma parte dessas ondas emite a radiação que pode causar danos à saúde, a chamada **radiação ionizante**.



Radiação Ionizante

É aquela radiação que possui energia suficiente para arrancar (ionizar) um elétron de um átomo.

Pode ser prejudicial à saúde, causando efeito cancerígeno.

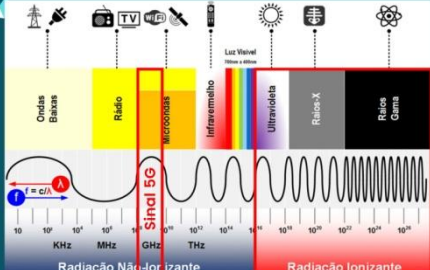


ONDAS ELETROMAGNÉTICAS



ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

É uma forma de agrupar todas as ondas eletromagnéticas.

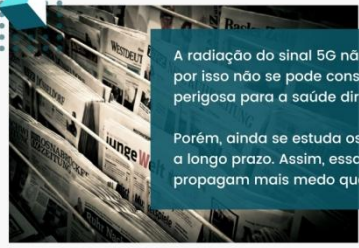



O SINAL 5G NÃO SE ENCONTRA NA FAIXA DE RADIAÇÕES IONIZANTES (PERIGOSAS PARA A SAÚDE)

FAIXA SEGURA

O sinal de 5G, assim como outros sinais de internet, não estão na faixa de radiações ionizantes.

O 5G encontra-se entre 2,3 GHz e 3,5 GHz, esta faixa é menos energética que a luz visível, por exemplo, e segundo a Comissão Internacional de Proteção contra Radiação Não-Ionizante (ICNIRP), essas frequências estão em uma faixa segura.



A radiação do sinal 5G não é ionizante, por isso não se pode considerá-la perigosa para a saúde diretamente.

Porém, ainda se estuda os seus efeitos a longo prazo. Assim, essas notícias propagam mais medo que verdade.

VÍDEO: O SEU CELULAR PODE TE MACHUCAR? A POLUIÇÃO ELETROMAGNÉTICA - KURZGESAGT - IN A NUTSHELL



3. ALTAS FREQUÊNCIAS

O QUE SÃO ESSAS ALTAS FREQUÊNCIAS DO 5G?

FREQUÊNCIA (f)

$$f = \frac{\text{n}^\circ \text{ eventos}}{\text{tempo}}$$

unidade: 1/s = Hz
Hertz

PERÍODO (T)

$$T = \frac{\text{tempo}}{\text{n}^\circ \text{ eventos}}$$

unidade: s

Ondas com diferentes frequências (exemplo)



Devemos nos preocupar com as antenas?

A tecnologia 5G exige uma série de estações-base novas - ou seja, de antenas que transmitem e recebem sinais de telefones celulares.

Mas, uma vez que sejam instalados mais transmissores, essencialmente, cada um pode operar com níveis de energia mais baixos do que a tecnologia 4G, o que significa que o nível de exposição à radiação das antenas de 5G será menor.

As diretrizes do governo do Reino Unido sobre as estações-base de telefonia móvel preveem que os campos de radiofrequência em locais normalmente acessíveis ao público são bem inferiores aos níveis recomendados.

FREQUÊNCIA (f)

Exemplos:

- O Funk 150 BPM é o melhor ritmo.
- O coração de um recém-nascido bate em uma frequência de 120 vezes por minuto.
- O 5G opera na faixa de 2,3 GHz e de 3,5 GHz.

FREQUÊNCIA (f)

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{ou} \quad T = \frac{1}{f}$$

PERÍODO (T)

AS FAIXAS DE FREQUÊNCIA DO 5G É DE 2,3 GHz E DE 3,5 GHz.

PORTANTO, ENCONTRA-SE NAS RADIOFREQUÊNCIAS.

Existem estudos para entender a influência das ondas eletromagnéticas no nosso corpo, mas ainda não há evidências consistentes.

"O maior problema que temos hoje é que sabemos que a maioria dos fatores ambientais levam décadas de exposição antes que possamos realmente ver as suas consequências" diz o Dr. Keith Black, chefe de Neurologia do Cedar-Sinai Medical Center em Los Angeles.

REFERÊNCIAS

[1] Wikipedia, 5g.
<https://pt.m.wikipedia.org/wiki/5G>

[2] Projeto de lei
<https://olhardigital.com.br/noticia/projeto-de-lei-quer-proibir-5g-por-riscos-de-danos-a-saude/88218>

[3] A radiação da tecnologia 5G faz mal à saúde?
<https://www.bbc.com/portuguese/geral-48987729>

[4] RADIAÇÃO DE TELEFONES CELULARES
<https://www.newsweek.com/migratory-birds-bee-navigation-5g-technology-electromagnetic-radiation-934830>

APÊNCIDE F – Tema de casa referente à aula 3



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
COLÉGIO DE APLICAÇÃO - TURMA 202
Tema de Casa - Simulação Computacional

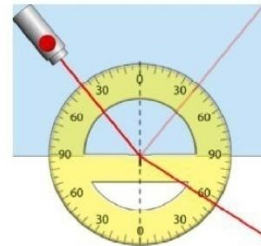


Nome:

Data de entrega: até dia 18/11/2019 (segunda-feira). VALE NOTA!

Vá até o endereço https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_pt_BR.html para abrir a simulação "Desvio da Luz". Clique em "Intro".

- Mova o transferidor e alinhe-o com a superfície de interface entre os dois materiais, conforme a figura ao lado.
- Pressione o botão vermelho para ligar o laser.
- Para cada cenário, selecione o material superior e inferior conforme especificado. Registre o índice de refração, n , para cada material. Escolha dois ângulos de incidência entre 5° e 85° e registre os ângulos incidentes, refletidos e refratados na tabela de dados. Responda também se há ângulo crítico (quando não há mais parte refratada).
- Depois de completar cada tabela, desenhe os raios como aparecem na simulação.



PARTE I

Material superior: Ar

Índice de refração superior (n_{Ar}):

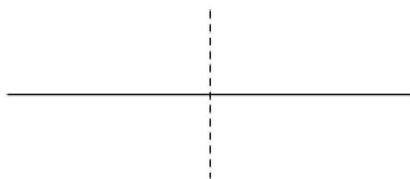
Material inferior: Água

Índice de refração inferior ($n_{Água}$):

Ângulo incidente	Ângulo refletido	Ângulo refratado

Existe ângulo crítico? Se sim, qual o valor?

Desenhe os raios e os respectivos ângulos:



Material superior: Água

Índice de refração superior ($n_{\text{Água}}$):

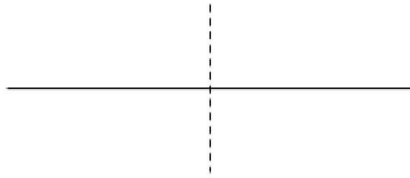
Material inferior: Ar

Índice de refração inferior (n_{Ar}):

Ângulo incidente	Ângulo refletido	Ângulo refratado

Existe ângulo crítico? Se sim, qual o valor?

Desenhe os raios e os respectivos ângulos:



Material superior: Água

Índice de refração superior ($n_{\text{Água}}$):

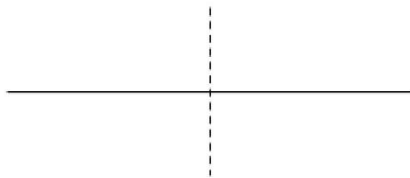
Material inferior: Vidro

Índice de refração inferior (n_{Vidro}):

Ângulo incidente	Ângulo refletido	Ângulo refratado

Existe ângulo crítico? Se sim, qual o valor?

Desenhe os raios e os respectivos ângulos:



PARTE II:

Para encontrar o índice de refração de meios misteriosos, utilizaremos a lei de Snell.

$$\text{Lei de Snell: } n_1 \text{ sen}(\theta_1) = n_2 \text{ sen}(\theta_2)$$

Quando temos duas substâncias com índices de refração diferentes, onde o feixe de luz parte do material com maior índice (n_1) para o de menor índice (n_2), é possível ter o fenômeno da Reflexão Total Interna. Para que isso ocorra, há um ângulo crítico, no qual todo feixe emitido passa a ser refletido (não havendo mais a parte refratada). Nesse limite, o ângulo θ_2 a normal é 90° . Logo,

$$n_1 \text{ sen}(\theta_1) = n_2 \text{ sen}(90^\circ), \text{ onde } \text{sen}(90^\circ) = 1$$

$$n_1 = n_2 / \text{sen}(\theta_1)$$

A partir disso, encontre os índices de refração dos meios misteriosos.

Material superior: Mistério A

Índice de refração superior (n_A):

Material inferior: Ar

Índice de refração inferior (n_{Ar}):

Ângulo Crítico	Ângulo Refratado	Índice n_A
	90°	

Apresente todos os cálculos aqui:

Material superior: Mistério B

Índice de refração superior (n_B):

Material inferior: Ar

Índice de refração inferior (n_{Ar}):

Ângulo Crítico	Ângulo Refratado	Índice n_B
	90°	

Apresente todos os cálculos aqui:

APÊNCIDE G – Avaliação referente à aula 5



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
COLÉGIO DE APLICAÇÃO - TURMA 202



Avaliação

Nome:

ATENÇÃO: SÓ SERÃO CONSIDERADAS AS QUESTÕES QUE APRESENTAREM OS CÁLCULOS. QUESTÕES SEM CÁLCULOS OU SEM JUSTIFICATIVAS ESTARÃO ERRADAS.

1. O ângulo entre um raio de luz que incide em uma superfície e o raio de luz refletido por ela é igual a 80° . Qual é o ângulo entre o raio incidente e a reta normal? E qual é o ângulo entre o raio refletido e a superfície?

2. Analise as proposições a seguir sobre a reflexão da luz:

- I – O fenômeno da reflexão ocorre quando a luz incide sobre uma superfície e retorna ao seu meio original;
- II – Quando ocorre reflexão difusa, a imagem formada é bastante nítida;
- III – Na reflexão regular, os raios de luz propagam-se de forma paralela uns aos outros;
- IV – Quando a luz é refletida por uma superfície, o ângulo de reflexão é sempre igual ao ângulo de incidência da luz.

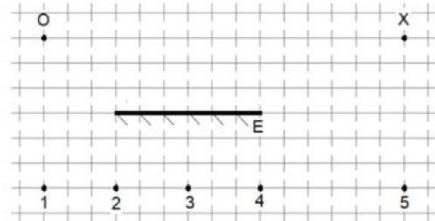
Estão corretas:

- a. I, II e III apenas
- b. I, III e IV apenas
- c. I, II e IV apenas
- d. II, III e IV apenas
- e. todas afirmativas estão corretas

3. Quando dois espelhos planos são associados com um ângulo igual a 30° , formam-se neles:

- a. 6 imagens
- b. 14 imagens
- c. 12 imagens
- d. 11 imagens
- e. não é possível calcular o número de imagens formadas.

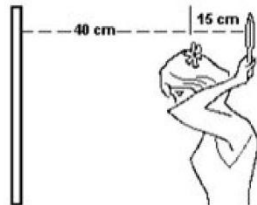
4. (UFRGS/2019) Na figura abaixo, O representa um objeto pontual luminoso; E representa um espelho plano e X um observador.



A imagem do objeto O está corretamente posicionada no ponto

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

5. (Uerj - adaptada) Uma garota, para observar seu penteado, coloca-se em frente a um espelho plano de parede, situado a 40cm de uma flor presa na parte de trás dos seus cabelos.



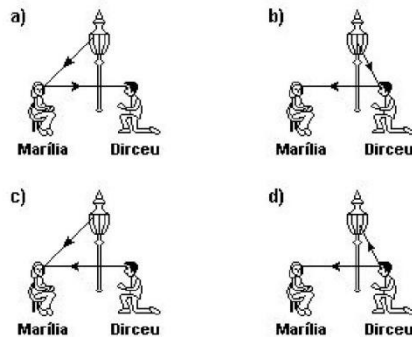
Buscando uma visão melhor do arranjo da flor no cabelo, ela segura, com uma das mãos, um pequeno espelho plano atrás da cabeça, a 15 cm da flor.

Qual a distância entre a imagem da flor no espelho pequeno e sua imagem, refletida no espelho da parede, vista pela garota?

- 55 cm
- 70 cm
- 95 cm
- 110 cm
- 140 cm

6. Imagine que você é um(a) especialista em telecomunicações e está sendo entrevistado(a) para esclarecer polêmicas sobre a internet móvel de quinta geração (internet 5G). Que argumentos você usaria (utilizando conceitos físicos estudados nas aulas) para justificar que **não existem riscos à saúde** para a implementação da internet 5G no Brasil? Escreva pelo menos dois argumentos.

7. (UFMG-2005 adaptada) Marília e Dirceu estão em uma praça iluminada por uma única lâmpada. Assinale a alternativa em que estão CORRETAMENTE representados os feixes de luz que permitem a Dirceu ver Marília. **Justifique sua resposta.**



8. (PUC-MG) Suponha que não houvesse atmosfera na Terra. Nesse caso, é correto afirmar que veríamos: **Justifique sua resposta.**
- o Sol nascer mais cedo no horizonte
 - o Sol se pôr mais cedo no horizonte.
 - o nascer e o pôr do sol mais tarde.
 - o nascer e o pôr do sol no mesmo horário como se houvesse atmosfera.

Questão Extra:

(Unicamp) Dois espelhos planos e quase paralelos estão separados por 5,0m. Um homem se coloca de frente a um dos espelhos, a uma distância de 2,0m. Ele observa uma seqüência infinita de imagens, algumas de frente, outras de costas.

- Faça um esquema mostrando o homem, os espelhos e as quatro primeiras imagens que o homem vê.
- Indique no esquema as imagens de frente e de costas com as iniciais F e C.
- Quais as distâncias entre as imagens consecutivas?

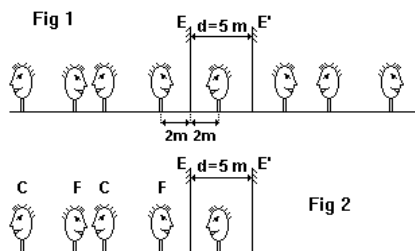
Gabarito:

- 40° e 50°, respectivamente.
- B
- D
- A
- E
-
- A
- B

Questão Extra

a e b) De frente para o espelho E, o homem verá as imagens à esquerda como mostra a fig. 2.

c) As distâncias são alternadamente dadas por comprimentos equivalentes a 6 metros e 4 metros.



APÊNCIDE H – Recuperação em formato de lista de exercícios



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
COLÉGIO DE APLICAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA



ATIVIDADE AVALIATIVA OPCIONAL DE RECUPERAÇÃO DA PROVA

Modelo de atividade escolhido: () Parcial () Completa

Nome:

Turma:

Essa atividade será avaliada de acordo com as regras definidas a seguir:

- As questões têm o mesmo peso avaliativo.
- Em todas as questões deverão ser apresentados os cálculos realizados, quando necessários.
- Atividade parcial: As questões numeradas entre **01 e 10** compõem esse modelo. Alunos que escolherem esse modelo não deverão responder as questões numeradas entre 11 e 16 e serão avaliados em uma escala de 0 a 10, com nota substitutiva em relação à prova já realizada.
- Atividade completa: No modelo de atividade completa, o aluno deverá responder **todas as questões da lista (01 a 16)**. O aluno será avaliado em uma escala de 0 a 2 e a nota será acrescida à nota da prova já realizada.

QUESTÃO 01:

(UF - ACRE - adaptada) Sentado na cadeira da barbearia, um rapaz olha no espelho a imagem do barbeiro, em pé atrás dele. O espelho se encontra a 0,80 m dos olhos do rapaz e a distância entre o barbeiro e o rapaz é de 0,50 m. A que distância (horizontal) dos olhos do rapaz fica a imagem do barbeiro?



- 0,50m
- 0,80m
- 1,30m
- 2,10m
- 2,60m



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
COLÉGIO DE APLICAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA



QUESTÃO 02:

Disserte sobre os fenômenos de **reflexão difusa**, **reflexão especular** e de **refração** da luz. Para se fazer entender, use dos meios que julgar necessário: texto, ilustrações, fluxogramas, etc.

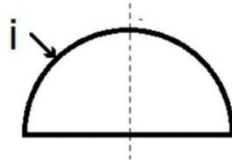
QUESTÃO 03:

Disserte sobre **ondas eletromagnéticas**, **ondas mecânicas** e **frequência de uma onda**. Para se fazer entender, use dos meios que julgar necessário: texto, ilustrações, fluxogramas, etc.

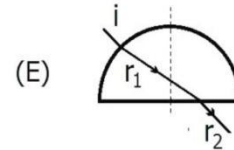
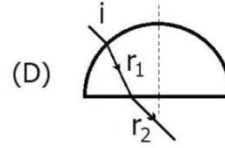
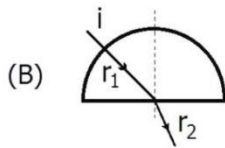
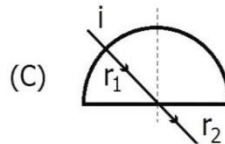
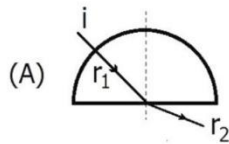


QUESTÃO 04:

(UFRGS) Na figura abaixo, um raio luminoso i , propagando-se no ar, incide radialmente sobre uma placa semicircular de vidro.



Assinale a alternativa que melhor representa a trajetória dos raios r_1 e r_2 refratados, respectivamente, no vidro e no ar.



QUESTÃO 05:

a) Classifique as ondas eletromagnéticas a seguir em ordem crescente de **frequência**: ondas de rádio, infravermelho, raios gama, luz visível, microondas, ultravioleta.

b) Quais dessas ondas são classificadas como radiação ionizante?



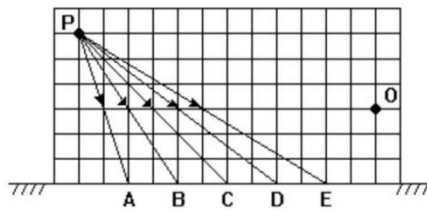
QUESTÃO 06:

a) Dois espelhos planos são associados com um ângulo Θ entre eles. Uma pessoa que se põe entre esses espelhos vê 5 imagens de si. Qual é o valor do ângulo Θ ?

b) Se o ângulo Θ diminuir, o que acontece com o número de imagens observadas?

QUESTÃO 07:

(Uel - adaptada) Um observador O observa a imagem de um objeto P refletida num espelho plano horizontal. A figura abaixo mostra um feixe de raios luminosos que partem de P.



O raio que atinge o observador O é:

- PAO
- PBO
- PCO
- PDO
- PEO

QUESTÃO 08:

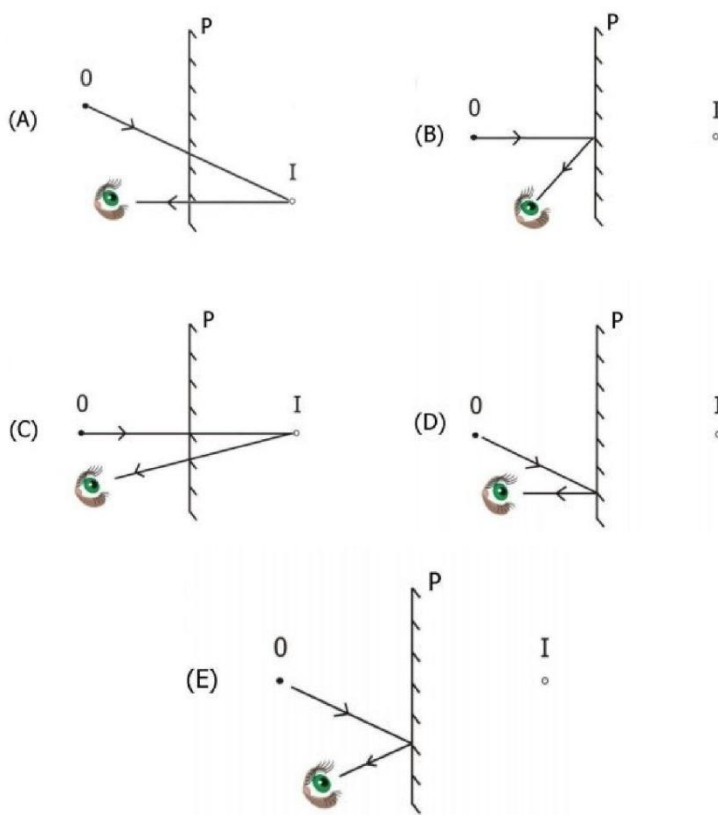
(ENEM/2016) Algumas crianças, ao brincarem de esconde-esconde, tapam os olhos com as mãos, acreditando que, ao adotarem tal procedimento, não poderão ser vistas. Essa percepção da criança contraria o conhecimento científico porque, para serem vistos, os objetos:

- refletem partículas de luz (fótons), que se chocam com os fótons emitidos pelos olhos.
- refletem partículas de luz (fótons), que atingem os olhos.
- geram partículas de luz (fótons), convertidas pela fonte externa.
- são atingidos por partículas de luz (fótons), emitidas pelos olhos.
- são atingidos pelas partículas de luz (fótons), emitidas pela fonte externa e pelos olhos.



QUESTÃO 09:

(UFRGS) Nos diagramas abaixo, O representa um pequeno objeto luminoso que está colocado diante de um espelho plano P, perpendicular à página, ambos imersos no ar; I representa a imagem do objeto formada pelo espelho, e o olho representa a posição de quem observa a imagem. Qual dos diagramas abaixo representa corretamente a posição da imagem e o traçado dos raios de luz que chegam ao observador?





UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
COLÉGIO DE APLICAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA



A questão 10 terá pontuação máxima para todos que responderem. A ideia é que você tenha um espaço para falar abertamente sobre o assunto de forma simples e verdadeira.

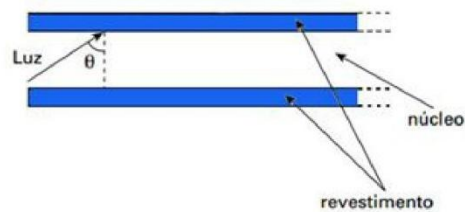
QUESTÃO 10:

Disserte, da forma mais direta e honesta que conseguir, sobre as dificuldades que você tem no entendimento dos assuntos relacionados a espelhos planos, reflexão, refração e propriedades da luz.



INÍCIO DAS QUESTÕES DO MODELO COMPLETO

QUESTÃO 11:



NOTE E ADOTE		
θ (graus)	$\text{sen } \theta$	$\text{cos } \theta$
25	0,42	0,91
30	0,50	0,87
45	0,71	0,71
50	0,77	0,64
55	0,82	0,57
60	0,87	0,50
65	0,91	0,42

$n_1 \text{ sen } \theta_1 = n_2 \text{ sen } \theta_2$

(Fuvest) Uma fibra ótica é um guia de luz, flexível e transparente, cilíndrico, feito de sílica ou polímero, de diâmetro não muito maior que o de um fio de cabelo, usado para transmitir sinais luminosos a grandes distâncias, com baixas perdas de intensidade. A fibra ótica é constituída de um núcleo, por onde a luz se propaga, e de um revestimento, como esquematizado na figura acima (corte longitudinal). Sendo o índice de refração do núcleo 1,60 e o do revestimento, 1,45, o menor valor do ângulo de incidência θ do feixe luminoso, para que toda a luz incidente permaneça no núcleo, é, aproximadamente,

- 45°
- 50°
- 55°
- 60°
- 65°



QUESTÃO 12:

(UFRGS) Um feixe de luz monocromática, propagando-se em um meio transparente com índice de refração n_1 , incide sobre a interface com um meio, também transparente, com índice de refração n_2 .

Considere θ_1 e θ_2 , respectivamente, os ângulos de incidência e de refração do feixe luminoso.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Haverá reflexão total do feixe incidente se _____ e se o valor do ângulo de incidência for tal que _____.

- a. $n_1 < n_2$ - $\text{sen } \theta_1 < n_2/n_1$
- b. $n_1 < n_2$ - $\text{sen } \theta_1 > n_2/n_1$
- c. $n_1 = n_2$ - $\text{sen } \theta_1 = n_2/n_1$
- d. $n_1 > n_2$ - $\text{sen } \theta_1 < n_2/n_1$
- e. $n_1 > n_2$ - $\text{sen } \theta_1 > n_2/n_1$

QUESTÃO 13:

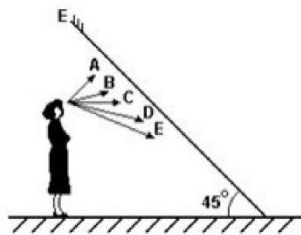
Determinada luz monocromática apresenta velocidade de $2,3 \times 10^8$ m/s na água e $2,0 \times 10^8$ m/s em um certo vidro. Descreva o que ocorre quando um raio dessa luz, propagando-se no vidro, incide na fronteira do vidro com a água sob ângulo de incidência de 70° .

Dados: $\text{Sen } (45^\circ) = 0,71$; $\text{Sen } (30^\circ) = 0,50$; $\text{Sen } (60^\circ) = 0,86$



QUESTÃO 14:

(Fuvest) Um espelho plano, em posição inclinada, forma um ângulo de 45° com o chão. Uma pessoa observa-se no espelho, conforme a figura.



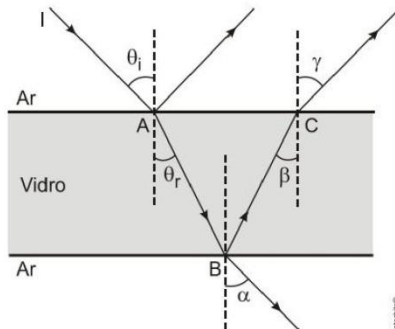
A flecha que melhor representa a direção para a qual ela deve dirigir seu olhar, a fim de ver os sapatos que está calçando, é:

- A
- B
- C
- D
- E

QUESTÃO 15:

(UFRGS) Na figura a seguir, um feixe de luz monocromática I, proveniente do ar, incide sobre uma placa de vidro de faces planas e paralelas, sofrendo reflexões e refrações em ambas as faces da placa.

Na figura, θ_i representa o ângulo formado pela direção do feixe incidente com a normal à superfície no ponto A, e θ_r representa o ângulo formado pela direção da parte refratada desse feixe com a normal no mesmo ponto A.



Pode-se afirmar que os ângulos α , β e γ definidos na figura são, pela ordem, respectivamente, iguais a

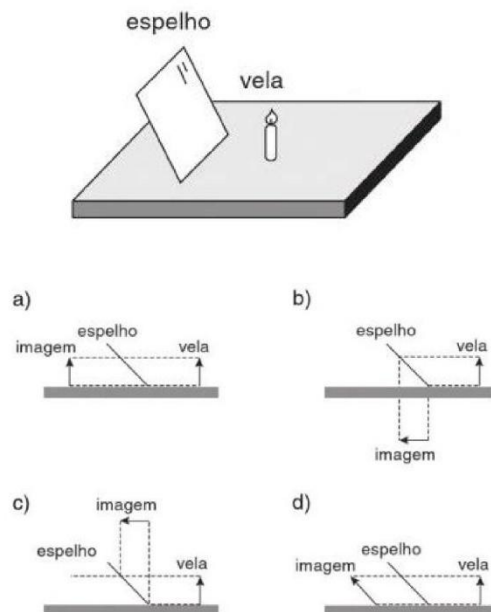
- θ_i , θ_r e θ_i .
- θ_i , θ_i e θ_r .
- θ_r , θ_i e θ_r .
- θ_r , θ_r e θ_i .
- θ_r , θ_i e θ_i .



QUESTÃO 16:

(UFMG) Uma vela está sobre uma mesa, na frente de um espelho plano, inclinado, como representado na figura a seguir.

Assinale a alternativa cujo diagrama representa CORRETAMENTE a formação da imagem do objeto, nessa situação.



Gabarito:

1. D
2. -
3. -
4. A
5. a) ondas de rádio, microondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta e raios gama.
b) raios gama e parte dos raios ultravioletas.
6. a) 60°
b) Se o ângulo entre os espelhos diminui, o número de imagens observadas aumenta.
7. D
8. B
9. E
10. -
11. E
12. E
13. Ângulo limite é 60° . Porém, $70^\circ > 60^\circ$, logo ocorre a Reflexão Total Interna.
14. B
15. A
16. B

APÊNCIDE I – Questões do *Peer Instruction*

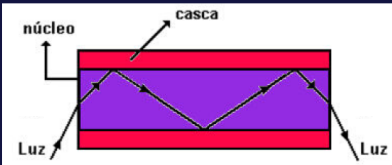
Aqui se encontram todas as questões do *Peer Instruction* usadas na regência.

- Questões referentes à aula 3

Questão 1

A figura a seguir representa um raio de luz que penetra a fibra óptica, proveniente do ar, emergindo na extremidade oposta. Sendo n_N e n_C os índices de refração do núcleo e da casca, respectivamente, a relação correta é:

a) $n_C > n_N$
 b) $n_C < n_N$
 c) $n_C = n_N$
 d) nenhuma está certa



Questão 2

A respeito das fibras ópticas, marque a opção **INCORRETA**:

A) O índice de refração do núcleo da fibra é maior que o índice da casca.
 B) As informações são transmitidas pela fibra óptica por meio de ondas eletromagnéticas.
 C) Uma desvantagem das fibras ópticas é que elas são menos resistentes que os fios de cobre, também utilizados para transmissão de informações.
 D) As fibras ópticas funcionam baseadas no princípio da reflexão total da luz, e os ângulos de entrada dos raios de luz na fibra são sempre menores que o ângulo limite.

Questão 3

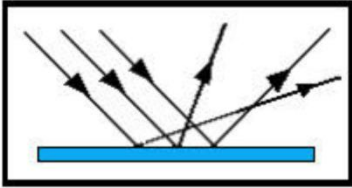
Marque V para verdadeiro e F para falso nas afirmações a seguir:

() A capacidade de transporte de informações das fibras ópticas é a mesma que a dos cabos metálicos. Todavia, a fibra óptica é mais leve e flexível, o que a torna mais eficiente.
 () O índice de refração do núcleo da fibra deve ser maior que o índice da casca que a envolve.
 () As fibras ópticas funcionam por meio do princípio da reflexão total da luz.

a. F – F – V b. V – F – F
 c. F – V – V d. V – V – F

• Questões referentes à aula 5

1. (UFAL) A figura representa um feixe de raios paralelos incidentes em uma superfície S e os correspondentes raios emergentes.



Essa figura ilustra o fenômeno óptico da:

A Reflexão Difusa

B Refração

C Difração

D Reflexão Regular

2. (UFB) A propriedade óptica que afirma que o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão é válida **SOMENTE** para os espelhos planos?

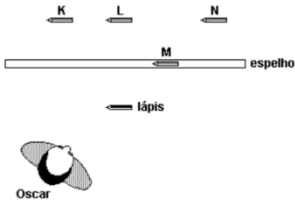
A Sim, pois em superfícies rugosas isso não ocorre.

B Sim, pois só temos reflexão em espelhos planos.

C Não, pois isso ocorre em outros tipos de espelhos.

D Não, pois isso acontece também em outras superfícies e em outros tipos de espelhos.

3. (Ufmg) Oscar está na frente de um espelho plano, observando um lápis, como representado na figura. Em que posição Oscar verá a imagem do lápis?



A K

B L

C M

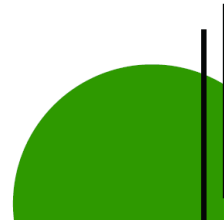
D N

- **Questões referentes à aula 6**

Questão 1

(PUC) Um pedaço de tecido vermelho, quando observado numa sala iluminada com luz azul, parece:

- a) Branco
- b) Preto
- c) Vermelho
- d) Azul



Questão 2

(UFPB - adaptada) As folhas de uma árvore, quando iluminadas pela luz do Sol, mostram-se verdes porque:

- a) refletem difusamente a luz verde do espectro solar
- b) absorvem somente a luz verde do espectro solar
- c) refletem difusamente todas as cores do espectro solar, exceto o verde
- d) difratam unicamente a luz verde do espectro solar



ANEXO A – Folha de consulta disponibilizada pela professora B

Dinâmica - Leis de Newton

1ª Lei:

“Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento em uma linha reta, a menos que ele seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas a ele.”



A tendência do corpo é continuar parado, quando o carro é acelerado, e em movimento, quando o carro é freado, pelo simples fato de ter massa (inércia).

2ª Lei:

“A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida, e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é imprimida.”



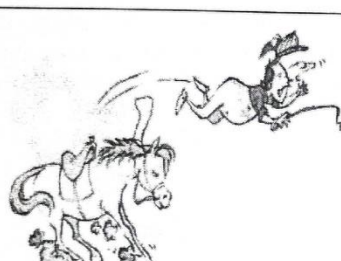
Quanto maior a massa do corpo maior a força necessária para mudar a sua velocidade.

3ª Lei:

“A toda ação há sempre oposta uma reação igual, ou, as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas a partes opostas.”



A nadadora empurra a água (ação) e a água empurra a nadadora (reação), no sentido contrário a força da nadadora.

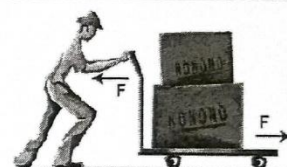


Quando o cavalo freia o homem é lançado para frente, por inércia. Quanto maior a massa maior será a inércia.

Também é denominada de lei das massas. Esta lei diz que a Força é diretamente proporcional ao produto da aceleração de um corpo pela sua massa, ou seja:

$$F = m \times a$$

Onde: F é a resultante de todas as forças que agem sobre o corpo (em Newton ou N, no SI); m é a massa do corpo a qual as forças atuam (em kg); a é a aceleração adquirida (em m/s^2).



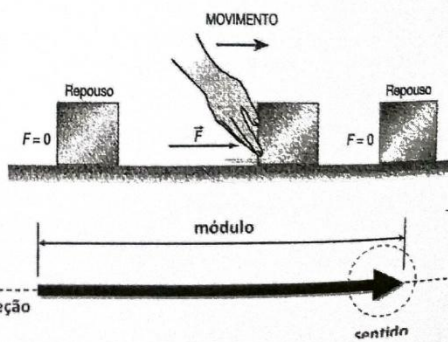
O homem empurra o carrinho com uma força F , com direção horizontal e sentido para a esquerda. (AÇÃO) O carrinho empurra o homem com uma força de módulo igual a F , com direção horizontal e sentido para a direita. (REAÇÃO) É importante observar que, nesse exemplo, o homem empurra o chão e o chão o empurra, ou seja, também é ação e reação.

Segunda lei de Newton

O que é força? É uma grandeza vetorial que se relaciona à quantidade de movimento de um corpo.

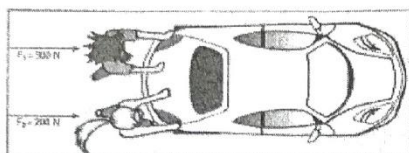
Como descrever uma força?

- **Módulo** (valor ou intensidade),
- **Direção** (corpo de uma seta - horizontal, vertical, inclinada, etc.) e
- **Sentido** (ponta da flecha - para baixo, para a direita, para o lado, etc.)

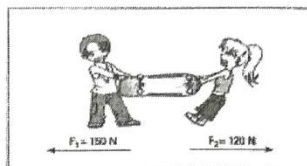


Exemplo numérico: Como determinar o vetor Força Resultante (FR)?

a)



b)



$F_1 = 300 \text{ N}$ e $F_2 = 200 \text{ N}$

No exemplo acima, observa-se que os jovens empurram o carro na mesma direção e no mesmo sentido, logo as forças dos dois deverá ser somada. A força resultante será:
 $FR = 500 \text{ N}$, na direção horizontal e sentido da esquerda para a direita.

$F_1 = 150 \text{ N}$ e $F_2 = 120 \text{ N}$

No exemplo acima, tem-se duas crianças disputando o mesmo brinquedo. Dessa forma, ambos aplicam forças na mesma direção, porém em sentidos contrários. Sendo assim, a força resultante será determinada pela subtração das forças aplicadas, ou seja: $FR = 30 \text{ N}$, na direção horizontal e no sentido da direita para a esquerda.

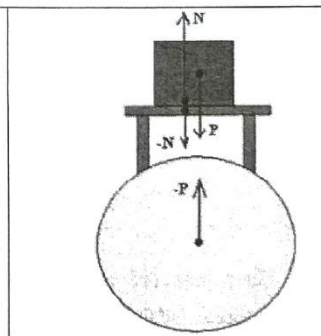
Peso

A gravidade é uma interação atrativa entre corpos que contêm massa. Na Terra, a gravidade, está relacionada ao Peso (P) que é a força com que o nosso planeta atrai os corpos próximos e sobre a sua superfície. Numericamente, o Peso é determinado pelo produto da massa do corpo pela a aceleração da gravidade (g). Sabe-se que o valor dessa aceleração varia em função do ponto em que estivermos sobre o planeta, mas que para facilitar os cálculos adotamos o $g = 10 \text{ m/s}^2$. Devemos lembrar que o g varia, também, em função do local onde estivermos no universo. Por exemplo, na Lua o $g = 1,6 \text{ m/s}^2$,

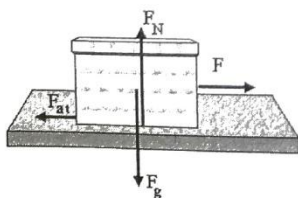
$$P = m \times g$$

Força Normal

Força Normal (FN ou apenas N) é uma força de contato, ou seja, é como se fosse um empurrão que uma superfície exerce sobre um objeto nela apoiado. No exemplo ao lado a reação a N é representada por -N.
 A FN é perpendicular a superfície de contato e pode apresentar, como no exemplo ao lado, a mesma direção, mas sentido contrário ao do Peso.
 No exemplo ao lado, o planeta atrai a caixa (P) e a caixa atrai o planeta (-P). Estas duas são força ação e reação.
 É importante observar que o Peso e a Força Normal têm natureza diferente, enquanto uma é gravitacional (Peso) a outra é do tipo eletromagnética (Normal). Também é importante observar que a força N e a força P não são um par ação e reação pois atuam no mesmo corpo.



Força de Atrito



$$F_{at} = \mu \cdot N$$

A Força de Atrito corresponde a força exercida entre superfícies que se encontram em contato. Por ser uma força, apresenta módulo, direção e sentido.

Força de atrito estático: atua sobre o objeto parado, dificultando o início do movimento

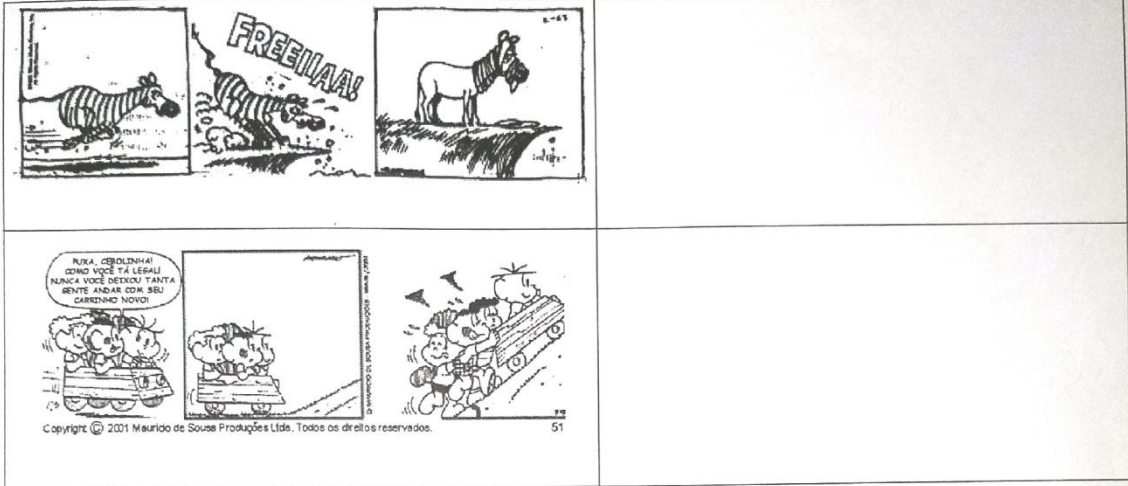
Força de atrito cinético (ou dinâmico): surge em oposição ao movimento de objetos que estão em movimento.

ANEXO B – Provas realizadas pela professora B

Nome -
Nome -

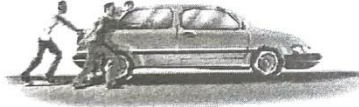
Turma -
Turma -

1 - Observe as figuras abaixo e explique-as fisicamente usando as três leis de Newton.



2 - Três jovens empurram um carro, conforme a figura abaixo. Sabendo que este carro tem uma massa de 1000 kg e que a força aplicada por cada um deles é $F_1 = 200\text{ N}$, $F_2 = 200\text{ N}$ e $F_3 = 100\text{ N}$, determine:

- O módulo, a direção e o sentido da força resultante.
- A aceleração do carro



3 - Num cabo de guerra, dois garotos puxam uma corda horizontalmente para a direita. A força que cada um faz é 90 N e 40 N. Outros dois puxam a corda, também horizontalmente, para a esquerda, com forças 60 N e 65 N. Qual o módulo (valor), a direção e o sentido da força resultante?

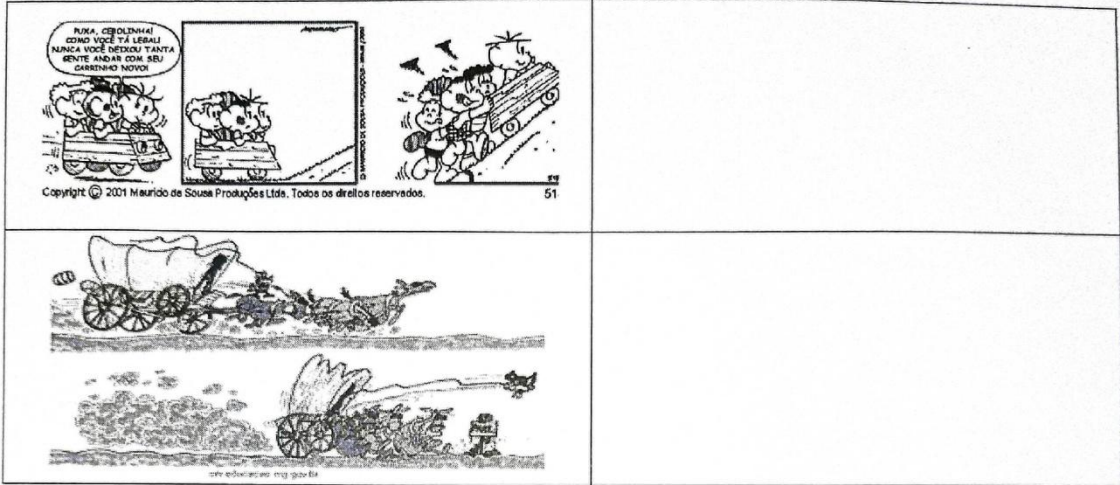
3 - Assinale verdadeiro (V) ou falso (F) para cada afirmação abaixo.

- () A força de atrito é uma força que pode ajudar o movimento.
- () Um corpo só está em movimento se sobre ele atuar uma força na direção do movimento.
- () Peso e massa são sinônimos.
- () Para emagrecer sempre podemos ir para um lugar onde a gravidade seja menor.
- () A força é uma grandeza que depende de um módulo (valor), de uma direção e de um sentido.
- () Um pássaro ao bater as suas asas empurra o ar para uma direção para ir para o outro. Isso é um exemplo de ação e reação.
- () A força peso e a força Normal são um par ação e reação.
- () Quando jogamos uma pedra ela continua em movimento porque a força que há nela a mantém em movimento.
- () A inércia de um corpo depende da sua massa.
- () A força normal é uma força sempre igual ao peso.

Nome -
Nome -

Turma -
Turma -

1 - Observe as figuras abaixo e explique-as fisicamente usando as três leis de Newton.



2 - Três jovens empurram um carro, conforme a figura abaixo. Sabendo que este carro tem uma massa de 900 kg e que a força aplicada por cada um deles é $F_1 = 100$ N, $F_2 = 200$ N e $F_3 = 150$ N, determine:

- O módulo, a direção e o sentido da força resultante.
- A aceleração do carro



3 - Num cabo de guerra, dois garotos puxam uma corda horizontalmente para a direita. A força que cada um faz é 70 N e 30 N. Outros dois puxam a corda, também horizontalmente, para a esquerda, com forças 80 N e 45 N. Qual o módulo (valor), a direção e o sentido da força resultante?

3 - Assinale verdadeiro (V) ou falso (F) para cada afirmação abaixo.

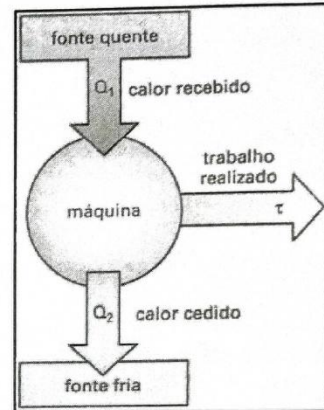
- () A força peso e a força Normal são um par ação e reação.
- () Quando jogamos uma pedra ela continua em movimento porque a força que há nela a mantém em movimento.
- () A inércia de um corpo depende da sua massa.
- () A força normal é uma força sempre igual ao peso.
- () A força de atrito é uma força que pode ajudar o movimento.
- () Um corpo só está em movimento se sobre ele atuar uma força na direção do movimento.
- () Peso e massa são sinônimos.
- () Para emagrecer sempre podemos ir para um lugar onde a gravidade seja menor.
- () A força é uma grandeza que depende de um módulo (valor), de uma direção e de um sentido.
- () Um pássaro ao bater as suas asas empurra o ar para uma direção para ir para o outro. Isso é um exemplo de ação e reação.

ANEXO C – Atividade avaliativa do professor A

Atividade Avaliativa sobre Máquinas térmicas, 1ª e 2ª Leis da Termodinâmica

1. Explique sucintamente o que é um motor térmico e o que é um refrigerador térmico.

2. Observe o esquema de uma máquina térmica qualquer, mostrado na figura ao lado. Suponha que, em uma máquina a vapor com esse esquema, em cada ciclo a fonte quente ceda uma quantidade de calor igual a 100 calorias à máquina, e esta realize um trabalho de 84 J. Considerando $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$, determine: **(a)** o rendimento da máquina térmica; e **(b)** a quantidade de calor que ela rejeita em cada ciclo para a fonte fria.



3. Um motor a *diesel* apresenta um rendimento de 40%, realizando em cada ciclo um trabalho de 1000 J. Calcule, em calorias, a quantidade de calor que, em cada ciclo, o motor: **(a)** recebe da fonte quente; e **(b)** rejeita para a fonte fria. (Considere aproximadamente $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$).

4. Um certo gás sofreu uma expansão sob pressão constante igual a $4,0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$. Sabendo que a área do pistão era de $9,0 \text{ cm}^2$ e que ele foi deslocado de 8,0 cm: **(a)** qual é o valor da força exercida pelo gás sobre o pistão? **(b)** qual é o trabalho realizado nessa expansão? Obs: Transforme a unidade de volume para m^3 , uma vez que unidade de pressão está no SI.

5. Uma substância de operação de uma máquina térmica recebe 600 cal de energia, na forma de calor, e realiza um trabalho de 420 J. Sabendo que 1 cal é aproximadamente 4,2 J, qual é, em calorias, sua variação de energia interna?

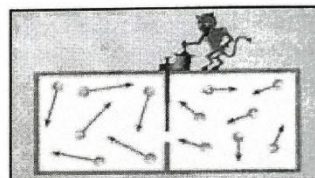
6. Fornecem-se 5,0 calorias de energia sob a forma de calor a um sistema termodinâmico, enquanto se realiza sobre ele trabalho de 13 joules. Nessa transformação, qual foi a variação de energia interna do sistema em joules? (Dado: $1,0 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$)

7. Uma fonte térmica transfere 100 J de energia na forma de calor a um sistema, ao mesmo tempo que ele realiza um trabalho de 20 J. Durante esse processo, não ocorrem outras trocas de energia com o meio externo. Calcule a variação da energia interna do sistema em joules.

8. O 2º princípio da Termodinâmica pode ser enunciado da seguinte forma: "É impossível construir uma máquina térmica operando em ciclos, cujo único efeito seja retirar calor de uma fonte e convertê-lo integralmente em trabalho." Por extensão, esse princípio nos leva a concluir que:

- sempre se pode construir máquinas térmicas cujo rendimento seja 100%.
- qualquer máquina térmica necessita apenas de uma fonte quente.
- calor e trabalho não são grandezas homogêneas.
- qualquer máquina térmica retira calor de uma fonte quente e rejeita parte desse calor para uma fonte fria.
- somente com uma fonte fria, mantida sempre a 0°C, seria possível a uma certa máquina térmica converter integralmente calor em trabalho.

9. Maxwell, notável físico escocês da segunda metade do século XIX, inconformado com a possibilidade da morte térmica do Universo, consequência inevitável da segunda lei da Termodinâmica, criou o "demônio de Maxwell", um ser hipotético capaz de violar essa lei. Essa fictícia criatura poderia selecionar as moléculas de um gás que transitassem entre dois compartimentos controlando a abertura que os divide, como ilustra a figura. Por causa dessa manipulação diabólica, as moléculas mais velozes passariam para um compartimento, enquanto as mais lentas passariam para o outro. Se isso fosse possível:



- esse sistema nunca entraria em equilíbrio térmico.
- esse sistema estaria em equilíbrio térmico permanente.
- o princípio da conservação da energia seria violado.
- não haveria troca de calor entre os dois compartimentos.
- haveria troca de calor, mas não haveria troca de energia.

10. Assinale quais as afirmações abaixo estão de acordo com a segunda lei da termodinâmica:

- A maioria dos processos naturais é reversível.
- A energia tende a se transformar em outras formas menos úteis.
- Não é possível transmitir naturalmente, dos corpos frios para os mais quentes, energia, na forma de calor.
- Nenhuma máquina térmica pode transformar em energia mecânica uma certa quantidade de energia transmitida, na forma de calor.

FORMULÁRIO

Motor térmico: $\eta = \frac{W}{Q_1} \quad Q_1 = Q_2 + W$

Refrigerador térmico: $\varepsilon = \frac{Q_2}{W} \quad Q_1 = Q_2 + W$

1ª Lei da Termodinâmica: $\Delta U = Q - W$

Trabalho realizado sob pressão constante: $W = p \cdot \Delta V$

Definição de pressão: $P = \frac{F}{A}$

