

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL – UFRGS
INSTITUTO DE FÍSICA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

DANIEL BATISTA DE FREITAS

**UMA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO MÉDIO:
ENSINO DE CONCEITOS DA TERMODINÂMICA**

Porto Alegre

2015/2

DANIEL BATISTA DE FREITAS

**UMA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO MÉDIO:
ENSINO DE CONCEITOS DA TERMODINÂMICA**

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

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Neusa Teresinha Massoni.

Porto Alegre

2015/2

Dedico esta conquista à minha mãe e ao Luís Gouvea, por terem me apoiado e me encorajado na minha tomada de decisão pela busca do meu sonho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Prof.^a Neusa Massoni por ter me ajudado, pacientemente, e muito além de sua função como professora orientadora, a concretizar este trabalho apesar de todas as dificuldades que surgiram durante o percurso, inclusive de ordem motivacional, mas que, conversando comigo e me mostrando que eu era capaz, me incentivou a não desistir. Agradeço a ela também pela sua cuidadosa revisão do texto e sugestões de melhoria que foram vitais para conferir qualidade a este trabalho.

Agradeço também aos meus colegas da turma de Estágio – Anderson Santos, Cláudia Germano, Estevão Antunes, Fernando Costa e Vagner Carvalho –, além de outros colegas que participaram e/ou colaboraram de alguma forma, – Djonathan Boaro e Eduardo Dutra – que tornaram muito agradáveis os dias em que nos reuníamos para tratar de assuntos da disciplina, com destaque para o ambiente de intensa colaboração mútua para que nossos objetivos se concretizassem da melhor forma possível.

“Depois de muita investigação, finalmente descobri que os estudantes tinham decorado tudo, mas não sabiam o que queria dizer. [...]. Tudo estava totalmente decorado, mas nada havia sido traduzido em palavras que fizessem sentido.”

(FEYNMAN, 2000, p. 238.)

RESUMO

Este trabalho relata uma experiência didática de ensino de conceitos da Termodinâmica, mais especificamente os conceitos de *temperatura*, *calor* e *energia interna*, para duas turmas do 2º ano do Ensino Médio da Escola Técnica Estadual Parobé, apoiado, principalmente, nas ideias da teoria dos campos conceituais de Gérard Vergnaud objetivando que os alunos daquelas turmas pudessem dar maior significado ao conteúdo de Física. A experiência vivenciada, aqui narrada, que esteve apoiada também em metodologias ativas de ensino e aprendizagem, focou na promoção e auxílio no enfrentamento de situações, por parte de alunos, com progressivo aumento de dificuldade.

Palavras-chave: Conceitos; Temperatura; Calor; Energia interna; Ensino Médio; Vergnaud.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	9
3 METODOLOGIA.....	12
3.1 ENSINO SOB MEDIDA (EsM).....	13
3.2 INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS (IpC).....	14
4 OBSERVAÇÃO E MONITORIA.....	17
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESCOLA.....	17
4.2 CARACTERIZAÇÃO DAS TURMAS.....	19
4.3 CARACTERIZAÇÃO DO PROFESSOR E DO TIPO DE ENSINO.....	25
4.3.1 O Professor J.....	25
4.3.2 O Professor K.....	28
4.4 RELATO DAS OBSERVAÇÕES EM SALA DE AULA.....	30
4.4.1 Observações 1 e 2.....	30
4.4.2 Observações 3 e 4.....	33
4.4.3 Observações 5 e 6.....	35
4.4.4 Observações 7 e 8.....	37
4.4.5 Observação 9.....	39
4.4.6 Observações 10 e 11.....	42
4.4.7 Observações 12 e 13.....	43
4.4.8 Observações 14 e 15.....	44
4.4.9 Observações 16 e 17.....	47
4.4.10 Observações e monitoria 18 e 19.....	49
4.4.11 Observações 20 e 21.....	50
4.4.12 Observações 22 e 23.....	52
4.4.13 Observações 24 e 25.....	54
5 PLANEJAMENTO DAS AULAS E REGÊNCIA.....	56
5.1 REGÊNCIA NA TURMA A.....	57
5.1.1 Aulas 1 e 2 (30 de setembro de 2015).....	57
5.1.1.1 Plano das aulas 1 e 2.....	57
5.1.1.2 Relato de regência das aulas 1 e 2.....	59
5.1.2 Aulas 3 e 4 (7 de outubro de 2015).....	61
5.1.2.1 Plano das aulas 3 e 4.....	61
5.1.2.2 Relato de regência das aulas 3 e 4.....	62
5.1.3 Aulas 5 e 6 (14 de outubro de 2015).....	64
5.1.3.1 Plano das aulas 5 e 6.....	64
5.1.3.2 Relato de regência das aulas 5 e 6.....	65
5.1.4 Aulas 7 e 8 (21 de outubro de 2015).....	67
5.1.4.1 Plano das aulas 7 e 8.....	67
5.1.4.2 Relato de regência das aulas 7 e 8.....	69
5.2 REGÊNCIA NA TURMA B.....	71
5.2.1 Aulas 1 e 2 (30 de setembro de 2015).....	71
5.2.1.1 Plano das aulas 1 e 2.....	71
5.2.1.2 Relato de regência das aulas 1 e 2.....	71
5.2.2 Aulas 3 e 4 (7 de outubro de 2015).....	73
5.2.2.1 Plano das aulas 3 e 4.....	73
5.2.2.2 Relato de regência das Aulas 3 e 4.....	73
5.2.3 Aulas 5 e 6 (14 de outubro de 2015).....	74
5.2.3.1 Plano das aulas 5 e 6.....	74

5.2.3.2 Relato de regência das aulas 5 e 6.....	74
5.2.4 Aulas 7 e 8 (21 de outubro de 2015).....	77
5.2.4.1 Plano das aulas 7 e 8.....	77
5.2.4.2 Relato de regência das aulas 7 e 8.....	77
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79
REFERÊNCIAS.....	81
APÊNDICE A – Texto de apoio distribuído aos alunos nas Aulas 1 e 2 (Turmas A e B). .	.83
APÊNDICE B – Texto de apoio distribuído aos alunos nas Aulas 3 e 4 (Turmas A e B)..	.88
APÊNDICE C - Questões escolhidas para a atividade de IpC nas Aulas 7 e 8 (Turmas A e B).....	.92
APÊNDICE D – Questões propostas para o trabalho em duplas nas Aulas 7 e 8 (Turmas A e B).....	.96

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho teve sua origem inspirada em um trecho do livro do físico Richard Feynman *et al.* (2008, p. 56) intitulado *Dicas de Física* em que os autores dizem:

Eu gostaria de enfatizar que em qualquer equação *física* é necessário entender o que as letras representam, isto não significa que você precise dizer, 'Eu sei que o p quer dizer massa em movimento vezes a velocidade, ou melhor, a massa de repouso vezes a velocidade dividido pela raiz quadrada de um menos v ao quadrado por c ao quadrado' [...]:

Em vez de entender *fisicamente* o que p estabelece, você deve saber que p não é somente 'o momento'; é o momento de *alguma coisa* – o momento de uma *partícula* cuja massa é m e cuja velocidade é v . [...]

Essa frase me chamou a atenção porque é comum o ensino de física ser calcado no uso de fórmulas em que os alunos são demandados memorizar, e no uso mecânico dessas fórmulas para a solução de uma enorme quantidade de exercícios sem ao menos passarem por uma reflexão dos significados subjacentes a elas. A dica do físico citado acima encontra suporte na teoria dos campos conceituais de Vergnaud, a qual supõe que “um conceito torna-se significativo através de uma variedade de situações, mas o sentido não está nas situações em si mesmas, assim como não está nas palavras nem nos símbolos. O sentido é uma relação do sujeito com situações e significantes” (VERGNAUD *apud* MOREIRA, 2002, p. 17).

Assim, este trabalho refere-se a uma experiência didática do ensino de conceitos da Termodinâmica, mais especificamente os conceitos de *temperatura, calor e energia interna*. Pretendeu-se ministrar aulas para duas turmas de alunos do 2º ano do Ensino Médio da Escola Técnica Estadual Parobé, em Porto Alegre, produzidas com elementos da teoria dos campos conceituais de Vergnaud aliados com as metodologias de ensino ativas conhecidas, no Brasil, como Instrução pelos Colegas (IpC) e Ensino sob Medida (EsM), as quais foram propostas, respectivamente, por Eric Mazur (1997) e Gregor Novak (1999), ambos dos Estados Unidos da América (EUA) (ARAUJO; MAZUR, 2013). Essas metodologias de ensino ativas foram utilizadas com certas adaptações de acordo com as possibilidades e necessidades das turmas lecionadas.

Vergnaud considera que o ensino de Física torna-se muito mais interessante e estimulante quando consegue fazer o aluno perceber certas interrelações entre seus conhecimentos dentro de um determinado campo conceitual ou até mesmo entre outros campos conceituais para o enfrentamento de situações de aprendizagem cabendo ao professor proporcionar-lhe e auxiliá-lo no desenvolvimento dessa habilidade cognitiva de interrelação de conhecimentos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este trabalho utilizou como referencial teórico a teoria dos campos conceituais de Vergnaud, como já mencionado. Essa é uma teoria psicológica cognitivista desenvolvida pelo teórico Gérard Vergnaud (MOREIRA, 2002, p. 7). Vergnaud (1993-) é um matemático, filósofo e psicólogo francês, Professor Emérito do Centro Nacional de Pesquisa Científica (CNRS) da França, e foi discípulo de Jean Piaget (1896-1980), o fundador da Epistemologia Genética e de uma teoria do conhecimento baseado no estudo da gênese psicológica do pensamento humano¹.

A teoria dos campos conceituais preocupa-se em estudar o funcionamento cognitivo do sujeito-em-ação diferentemente do foco de piagetiano que preocupava-se com as operações lógicas gerais e a estrutura do pensamento. Nela o próprio conteúdo do conhecimento torna-se o foco para o entendimento das dificuldades que os alunos apresentam ao desenvolverem suas habilidades operatórias. Trata-se, portanto, de uma teoria de potencial aplicação prática principalmente para o ensino de matemática e ciências (MOREIRA, 2002, p. 7).

Para Vergnaud, o conhecimento está organizado em campos conceituais cujo domínio, por parte do sujeito, é demorado e pode levar anos, necessitando da experimentação de muitas situações em momentos diferentes para que ele seja progressivamente aprendido, ou seja, não se pode aprender um campo conceitual de um só golpe (ibid, p. 8).

Por *campo conceitual*, Vergnaud entende que é:

[...] um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, estruturas, conteúdos e operações de pensamento, conectados uns aos outros e, provavelmente, entrelaçados durante o processo de aquisição (ibid).

Das ideias de Piaget, Vergnaud reconhece a importância dos conceitos de adaptação, desequilíbrio e reequilíbrio para o entendimento do processo de aprendizagem. Mas principalmente destaca e utiliza o conceito de *esquema* como fundamental no desenvolvimento de sua teoria. Para ele são os esquemas que o sujeito possui que determinam a aplicabilidade de seus campos conceituais para o enfrentamento das situações. Assim, a teoria volta-se para a análise da interação *esquema-situação* ao invés da interação sujeito-objeto, conforme tratava Piaget (ibid, pp. 8-18).

Da influência vygotskyana, Vergnaud reconhece a importância da interação social, da linguagem e das representações para o progressivo domínio de um campo conceitual,

1 Wikipédia. **Gérard Vergnaud**. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/G%C3%A9rard_Vergnaud>. Acesso em: 21 nov. 2015.

Wikipédia. **Jean Piaget**. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Jean_Piaget>. Acesso em: 21 nov. 2015.

complementando que a tarefa do professor, embora difícil, seria a de elaborar situações para os alunos desenvolverem seus esquemas dentro da zona de desenvolvimento proximal (ibid, p. 8).

Não se deve confundir a teoria dos campos conceituais com uma teoria de ensino de conceitos explícitos e formalizados, pois ela trata da conceitualização do real num processo que envolve competências complexas para o desenvolvimento do domínio dos conceitos e teoremas, além das palavras e símbolos que os representam, necessários para operar eficientemente nas situações apresentadas não podendo ser reduzida a modelos de processamento da informação (ibid).

Um campo conceitual não pode ser ensinado como se fosse constituído de uma coleção de conceitos. A própria ideia de conceito dentro da teoria tem uma interpretação particular. Vergnaud define um conceito como um tripleto, constituído de três conjuntos, $C = (S, I, R)$ onde:

S é um conjunto de situações que dão sentido ao conceito;
I é um conjunto de invariantes (objetos, propriedades e relações) sobre os quais repousa a operacionalidade do conceito, ou o conjunto de invariantes operatórios associados ao conceito, ou o conjunto de invariantes que podem ser reconhecidos e usados pelos sujeitos para analisar e dominar as situações do primeiro conjunto;
R é um conjunto de representações simbólicas (linguagem natural, gráficos e diagramas, sentenças formais, etc.) que podem ser usadas para indicar e representar esses invariantes e, conseqüentemente, representar as situações e os procedimentos para lidar com elas (MOREIRA, 2002, p. 10).

O primeiro conjunto (S) é chamado de *referente* do conceito, o segundo (I) é chamado de *significado* do conceito, e o terceiro (R) é o seu *significante* (ibid, p. 11).

Os conceitos devem ser aprendidos em situação, e as situações são as que reforçam o sentido do conceito na medida em que o sujeito que aprende vai dando significado, o que mais precisamente é o desenvolvimento de esquemas.

Portanto, a escolha das situações são de fundamental importância para que o professor direcione os alunos para o desenvolvimento do domínio de um campo conceitual. Essas situações podem ser vistas como tarefas, e mesmo que sejam complexas, podem ser fracionadas em subtarefas que envolvam conhecimentos de um ou mais campos conceituais. A dificuldade de uma tarefa pode ser entendida como a falta de domínio no tratamento das partes, devendo o professor tomar cuidado em propor situações a seus alunos progressivamente factíveis.

A interação do sujeito com as situações dá-se através dos seus esquemas. Um esquema é “a organização invariante do comportamento para uma determinada classe de situações” (VERGNAUD *apud* MOREIRA, 2002, p. 12). Pode ser entendido como um repertório tanto

de habilidades sensório-motoras como de habilidades intelectuais etc. adquiridas nas experiências vividas para o enfrentamento das diversas situações e que estão organizadas em uma determinada classe na sua estrutura cognitiva. É nos esquemas que se encontra a forma operatória do sujeito lidar com as situações, podendo ser eficiente ou não, e caso não o seja, torna-se o ponto de partida para modificações.

O que estamos preocupados em modificar, com o ensino escolar, são os invariantes operatórios dos esquemas dos alunos para eles se apropriarem dos conhecimentos escolares. Estes, por sua vez, são constituídos por conceitos-em-ação e teoremas-em-ação² que, em última análise, são os conhecimentos contidos nos esquemas, os quais se deseja que tenham relação com os conhecimentos escolares explícitos. Mais especificamente no ensino de Física, desejamos que os invariantes operatórios construídos pelo senso comum desenvolvam-se para abarcar também os conhecimentos científicos.

2 Vergnaud define esses conceitos como: *teorema-em-ação* é uma proposição considerada como verdadeira sobre o real; *conceito-em-ação* é uma categoria de pensamento considerada como pertinente (VERGNAUD *apud* MOREIRA, 2002, p. 14).

3 METODOLOGIA

Para que as aulas tivessem um enfoque voltado para a conceitualização do real dentro do campo conceitual de uma determinada área da Física, foi atentado que não fossem feitas muitas definições de conceitos livrescos a priori. O novo conteúdo a ser ensinado deveria ser primeiramente conceitualizado com esquemas já disponíveis nos alunos, os quais, durante as explicações sobre algumas situações apresentadas, explicitariam, pelo menos minimamente, seus conhecimentos prévios. Então partindo dos esquemas prévios era iniciada uma outra conceitualização mais próxima do conhecimento científico que se desejava começar a construir como um novo campo conceitual. Essa fase era a de primeiros contatos com o novo conhecimento mesmo estando ele, em certa medida, distante do conhecimento formal científico. Essa estratégia buscava atender o requisito de que o contato com o novo conhecimento se desenvolvesse dentro da zona de desenvolvimento proximal dos alunos.

A próxima fase era a de disponibilização de situações de aprendizagem para promover o início do processo de modificação dos esquemas prévios. Em cada aula, eram propostos, ao final, como tarefa de casa, cerca de quatro exercícios visando construir e/ou modificar os invariantes operatórios associados ao campo conceitual que se desejava construir. Obviamente esse processo de certo modo poderia dar-se facilmente ou não, e dependia fortemente do nível de envolvimento de cada aluno e da coletividade, na medida em que era fundamental que todos colaborassem para termos um ambiente onde estivéssemos debatendo sobre o novo conhecimento quando da correção dos exercícios, em aula posterior.

A fim de potencializar as situações de aprendizagem foram utilizados, com certas adaptações, dois métodos ativos de ensino conhecidos como Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida, os quais foram propostos, respectivamente, por Eric Mazur (1997) e Gregor Novak (1999), ambos dos EUA (ARAÚJO; MAZUR, 2013, p. 364). Um método ativo de ensino é aquele que tem por objetivo “tornar o aluno um agente ativo, (co)responsável pelo processo de ensino e aprendizagem” (ibid) e basicamente com ele propiciamos aos alunos que se engajem na realização de tarefas que auxiliam na sua aprendizagem.

Nas subseções a seguir descreverei como são essas metodologias e quais as modificações que fiz para se adequarem ao meu planejamento de aula e às limitações do contexto escolar.

3.1 ENSINO SOB MEDIDA (EsM)

Just-in-Time Teaching é o nome original dado por Gregor Novak *et al.* (1999) (EUA) ao método ativo de ensino que no Brasil recebeu o nome, em tradução livre, de Ensino sob Medida (EsM) (ARAUJO; MAZUR, 2013, p. 364).

O método leva em conta que para que uma aula tenha maior eficiência para o público a qual se endereça ela deve dar ênfase às explicações para os pontos de maior dificuldade para os alunos, o que é obtido pelo prévio conhecimento dessas dificuldades antes da aula. Geralmente esses pontos de maior dificuldade são evidenciados durante o desenvolvimento de uma aula e também muitas das vezes estão associadas à escassez de esquemas nos alunos para lidar com um conteúdo totalmente novo devido ao primeiro contato com o conteúdo novo somente durante a aula.

A proposta do EsM é fazer com que os alunos, antes da aula, entrem em contato com o conteúdo da mesma através de Tarefas de Leituras (TL) – que podem ser materiais de apoio, capítulos de livro-texto, artigos curtos etc. – com posterior resposta de algumas questões conceituais sobre os tópicos devendo entregá-las em prazo estipulado pelo professor para que ele possa preparar sua aula a partir delas. O objetivo dessas tarefas de leitura é prover o primeiro contato dos alunos com o novo conhecimento, fazendo-os pensarem e elaborarem argumentações sobre os tópicos e potencializar a eficiência da aula presencial visto que eles já teriam certos embasamentos prévios.

Dessa forma, com base no *feedback* da TL, o professor pode preparar a aula presencial sob medida elaborando explicações e escolhendo atividades de ensino-aprendizagem que auxiliem o entendimento dos conteúdos e a superação das principais dificuldades apresentadas pelos alunos (ARAUJO; MAZUR, 2013, p. 371). Assim, a aula presencial inicia com discussões em classe em cima de argumentações desenvolvidas em respostas escolhidas cuidadosamente que não possuam sustentação dando margem para a utilização de recursos que visem a explicação com base no conhecimento que se deseja ensinar (*ibid.*). Em seguida, o professor pode utilizar o restante tempo promovendo o engajamento dos alunos com outras atividades individuais ou colaborativas de formas variadas procurando renovar a atenção deles (ARAUJO; MAZUR, 2013, p. 372). Complementarmente, após as aulas os alunos recebem um *Puzzles* (quebra-cabeças), o qual é uma questão intrigante que envolve um contexto diferente daquele em que o conteúdo da aula foi desenvolvido, devendo ser respondido eletronicamente fornecendo ao professor subsídios para que ele possa avaliar o quanto seus alunos estão sendo capazes de dar conta de novas situações (*ibid.*).

Voltando-se para o contexto da Escola Técnica Estadual Parobé, era uma escola que não disponibilizava ambiente virtual de ensino a distância (por exemplo, *Moodle*) para que os alunos acessassem material *online*, respondessem questionários e postassem perguntas ou dúvidas para o professor. Também, nem todos os alunos relataram ter acesso a computadores com acesso à internet de maneira fácil ou em casa. Então, resolvi que solicitaria, ao término de cada aula, pequenas tarefas de leitura de subseções do livro didático adotado por eles devendo eles me entregar uma lista de pontos de incompreensão no início da aula seguinte, para que eu, poucos minutos antes de iniciá-la, tivesse uma noção a respeito de quais pontos eu deveria conferir maior atenção durante as explicações ou, caso fosse possível, pudesse esclarecer a dúvida apontada já naquela oportunidade.

3.2 INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS (IpC)

Peer Instruction é o nome original dado por Eric Mazur (1997) da Universidade de Harvard (EUA) ao método ativo de ensino conhecido no Brasil, em tradução livre, como Instrução pelo Colegas (IpC) (ARAUJO; MAZUR, 2013, p. 364).

O IpC é “baseado no estudo prévio de materiais disponibilizados pelo professor e apresentação de questões conceituais, em sala de aula, para os alunos discutirem entre si” (ARAUJO; MAZUR, 2013, p. 367). O objetivo é que os alunos aprendam os conceitos fundamentais de um dado conteúdo através da interação entre eles e com o professor, uma vez que eles devem se preparar antes da aula para responder questões conceituais, a serem apresentadas pelo professor durante a aula, estudando os materiais disponibilizados. Assim, durante a aula, o professor realiza uma breve explicação geral do conteúdo para em seguida os alunos responderem as questões conceituais, primeiro individualmente, e caso uma determinada fração não obtenha êxito nas suas respostas, seja oportunizado um momento para discussão entre colegas (*ibid*).

Como funciona essa dinâmica: i) o professor disponibiliza um material a ser estudado pelos alunos em casa que trata dos conceitos que ele deseja que eles aprendam; ii) no dia da aula o professor faz um breve exposição oral de aproximadamente 15 (quinze) minutos e em seguida apresenta uma questão conceitual, geralmente de múltipla escolha, que tem por objetivo promover e avaliar a compreensão dos alunos sobre os conceitos apresentados; iii) os alunos são solicitados a pensar sobre a resposta da questão em aproximadamente dois (2) minutos, de maneira individual; iv) é aberta uma votação para verificação no score de acertos da turma (*ibid*).

Para o sistema de votação pode ser usado um sistema informatizado no qual os alunos

possuiriam uma espécie de controle remoto (*clicker*) para informar a alternativa escolhida e o professor teria um dispositivo que lhe fornecesse a porcentagem de acertos, ou pode ser usado um sistema de votação por meio de cartões resposta coloridos (*flashcards*) que os alunos levantariam no momento da votação para que o professor contasse ou estimasse visualmente a porcentagem de acertos (ibid).

O objetivo da determinação da proporção de acertos é para se verificar se os alunos entenderam o conceito. Dependendo da quantidade de acertos, o professor pode tomar as seguintes decisões:

- com 70% ou mais de acertos: i) explicar a questão; ii) fazer outra exposição dialogada sobre um novo conceito; iii) apresentar uma nova questão conceitual.

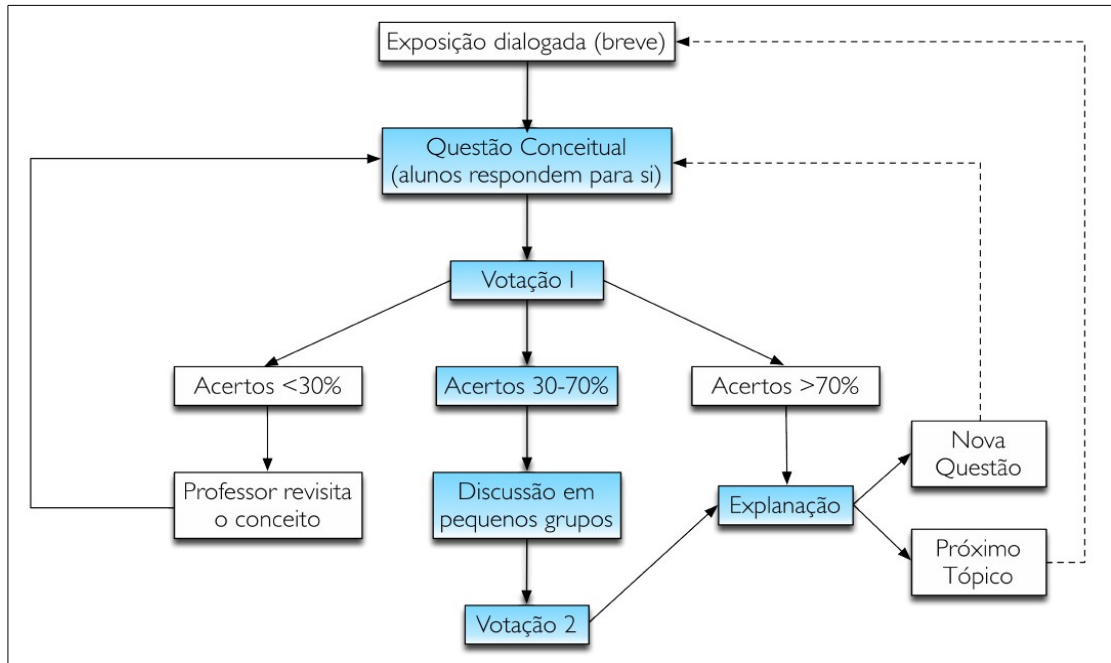
- entre 30% e 70%: i) montar grupos de 2 a 5 alunos que preferencialmente tenham escolhido respostas diferentes; ii) solicitar que os alunos discutam dentro do grupo para decidirem sua resposta, devendo cada um defender seu ponto de vista e tentar convencer o grupo; iii) iniciar uma nova votação, onde se espera que os alunos que acertaram conscientemente convençam os colegas da resposta correta.

- menos de 30%: i) revisar o conceito explicado, procurando deixar mais claros os argumentos; ii) apresentar outra questão conceitual; iii) realizar nova votação individual (ibid, p. 369).

No contexto da Escola Parobé e dentro da necessidade do meu planejamento de aula, utilizei o método IpC como uma forma de proporcionar situações aos alunos que lhes permitissem desenvolver seus esquemas. Devido ao contexto da escola, não dispúnhamos de um sistema de votação informatizado de modo que utilizei o sistema de votação com cartões de resposta coloridos. Já dentro do meu planejamento de aula, utilizei a explanação oral dialogada como uma revisão do que eu abordara durante algumas aulas e apresentei perguntas conceituais referentes aos conceitos trabalhados, como forma de sondar o entendimento deles sobre aqueles conceitos.

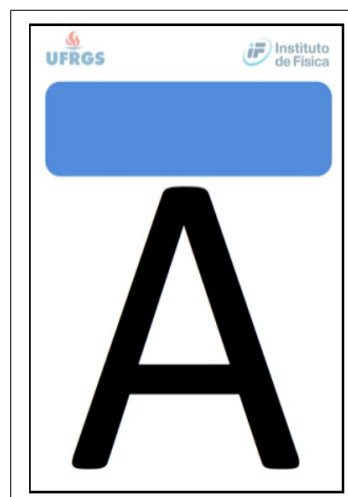
A seguir apresento um diagrama da dinâmica da aplicação do método IpC e um modelo de *flashcard*.

Figura 1 - Diagrama do processo de implementação do IpC.



Fonte: ARAUJO; MAZUR, 2013, p. 370.

Figura 2 - Modelo de *flashcard* utilizado.



Fonte: ARAUJO; MAZUR, 2013, p. 368.

4 OBSERVAÇÃO E MONITORIA

Observações e monitorias com todos os relatos bem especificados dos dias, das turmas, dos professores e do contexto da sala de aula compõem este capítulo, bem como uma caracterização inicial geral da escola, das turmas, do professor e suas estratégias didáticas.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESCOLA

Para a realização do meu estágio escolhi a Escola Técnica Estadual Parobé³, que está localizada na Avenida Loureiro da Silva, 945, Centro, em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. É uma escola voltada para a educação profissional possuindo cinco (5) Cursos Técnicos, mas que também mantém o Ensino Médio Politécnico. A forma de ingresso, tanto nos cursos técnicos quanto no Ensino Médio Politécnico, é por meio de sorteio após o candidato manifestar interesse pela instituição quando ele preenche a ficha inscrição para matrícula no Ensino Público, em época apropriada, através do *site* da Secretaria de Educação do Estado do Rio Grande do Sul⁴.

Os Cursos Técnicos disponíveis naquela escola são: Técnico em Edificações, Técnico em Estradas, Técnico em Mecânica, Técnico em Eletrotécnica e Técnico em Eletrônica.

O Ensino Médio (EM) Politécnico⁵ é resultado da reestruturação curricular pela qual passou o sistema de ensino do Estado do Rio Grande do Sul e que está em vigor desde 2011, tendo iniciado a partir do ano letivo de 2012. O EM Politécnico foi idealizado para que fossem articuladas as disciplinas a partir das áreas do conhecimento (Ciências Humanas [História, Geografia, Filosofia, Sociologia e Ensino Religioso], Ciências da Natureza [Física, Química e Biologia], Linguagens [Língua Portuguesa, Línguas Estrangeiras Modernas, Literatura, Artes e Educação Física] e Matemática e suas tecnologias) com o mundo do trabalho, e com a inserção de atividades interdisciplinares de pesquisa sob a denominação de Seminário Integrado, disciplina onde os alunos poderiam pôr em prática os conhecimentos teóricos adquiridos.

Vale ressaltar que, pelo menos na Escola Parobé, não notei uma integração curricular nas áreas do conhecimento, pois as aulas de Física dos professores que observei eram desenvolvidas de forma independente e em nenhum momento foi feita referência a alguma

3 Informações gerais da Escola Técnica Estadual Parobé retirados do *site* da instituição. Disponível em: <<http://www.cteparobe.com.br/index.php>>. Acesso em: 15 nov. 2015.

4 Área de informações sobre matrícula na rede pública estadual de ensino. Disponível em: <<http://www.educacao.rs.gov.br/pse/html/matricula.jsp?ACAO=acao5>>. Acesso em: 15 nov. 2015.

5 Informações gerais sobre o Ensino Médio Politécnico retirados do *site* da Secretaria de Educação do Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.educacao.rs.gov.br/pse/html/ens_medio.jsp?ACAO=acao1>. Acesso em: 15 nov. 2015.

conexão do conteúdo ensinado com outras disciplinas.

Quanto ao histórico da Escola Parobé, consta no *site* da instituição⁶ que:

A Escola foi criada em 01/07/1906, por professores da Escola de Engenharia da UFRGS, tendo patrono o ex-diretor da Engenharia, Professor Engenheiro João Pereira Parobé. Ao longo de 100 anos, formou técnicos e cidadãos disputados pelas empresas e com destaque na sociedade.

A Escola Parobé é tradicional no município de Porto Alegre e foi apontada pelo Jornal do Comércio/RS (JC), em seu *site*⁷, como uma das cinco escolas de ensino técnico mais lembradas pela população do Estado do Rio Grande do Sul em 2015.

Quanto à sua estrutura física, eu pude observar que a escola possui uma boa infraestrutura, contando com, por exemplo, elevadores no pavilhão principal, sistema de monitoramento por câmeras de vídeo, pontos de conexão de cabos de rede de computadores em vários locais (inclusive nas salas de aula), sinal de internet *wi-fi* sem senha, campo de futebol, estacionamento, biblioteca, duas salas de informática, auditório, refeitório e laboratórios de ciências.

Aposto, negativamente, que visitei o Laboratório de Física e deparei-me com um abandono quase total. Um dos professores de Física da escola me relatou que infelizmente a situação era grave porque houve medidas governamentais estaduais que resultaram na realocação dos técnicos de laboratório para outras funções (principalmente para lecionar em sala de aula, fruto, talvez, da grave crise de falta de professores concursados) e que não havia mais, na escola, profissionais dedicados para mantê-lo em condições de funcionamento. Além disso, esse professor me relatou que o local também necessitava de reformas, pois tinha infiltrações no teto que, em dias de chuva, inviabilizavam totalmente sua utilização. Pude observar que havia vários equipamentos que estavam se deteriorando. Tristemente, o professor me disse que sua carga horária na escola não lhe permitia dedicar algum tempo para cuidar daquele espaço e que os demais laboratórios da escola, exceto o de informática, estavam passando pelo mesmo problema.

Destaco que os alunos tinham a sua disposição um escaninho em armários que ficavam nos corredores das salas de aula para que pudessem guardar materiais escolares e outros pertences. Existia também monitores responsáveis por gerenciar a dinâmica das trocas de período, não permitindo que os alunos ficassem fora da sala de aula, e o acesso aos

6 *Site* da Escola Técnica Estadual Parobé. Disponível em: <<http://www.cteparobe.com.br/index.php>>. Acesso em: 15 nov. 2015.

7 *Site* do JC. **Marcas de Quem Decide JC2015**. Disponível em: <http://jcrs.uol.com.br/_conteudo/2015/03/institucional/marcas_de_quem_decide/434852-diminui-a-distancia-na-preferencia-por-instituicoes-de-ensino-tecnico.html>. Acesso em: 15 nov. 2015.

banheiros, os quais eram mantidos fechados. Um outro ponto positivo, era que a escola possuía cerca de dez (10) projetores (*data show*) à disposição dos professores para uso em sala de aula e que podiam ser retirados na secretaria.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DAS TURMAS

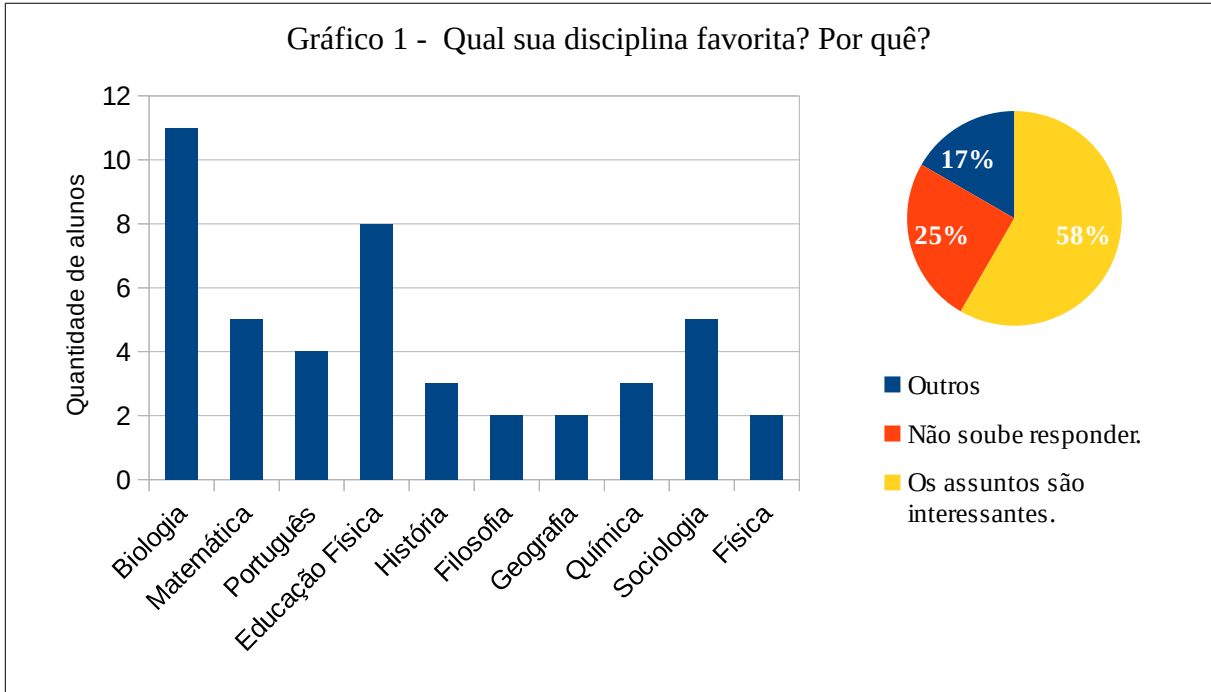
As turmas eram, em média, compostas por cerca de 30 (trinta) alunos constantes na lista de chamada. No entanto, observei que frequentemente muitos alunos faltavam às aulas, de modo que, em geral, em cada aula compareciam cerca de 20 (vinte) alunos, havendo momentos em que compareciam por volta de 15 (quinze).

Devido a escola ser bastante conhecida na cidade de Porto Alegre, estar localizada na região central e ter forma de ingresso por sorteio, os alunos eram oriundos de diversas partes da cidade e, talvez, o deslocamento desses alunos até a escola fosse um dos fatores determinantes para os elevados níveis de faltas.

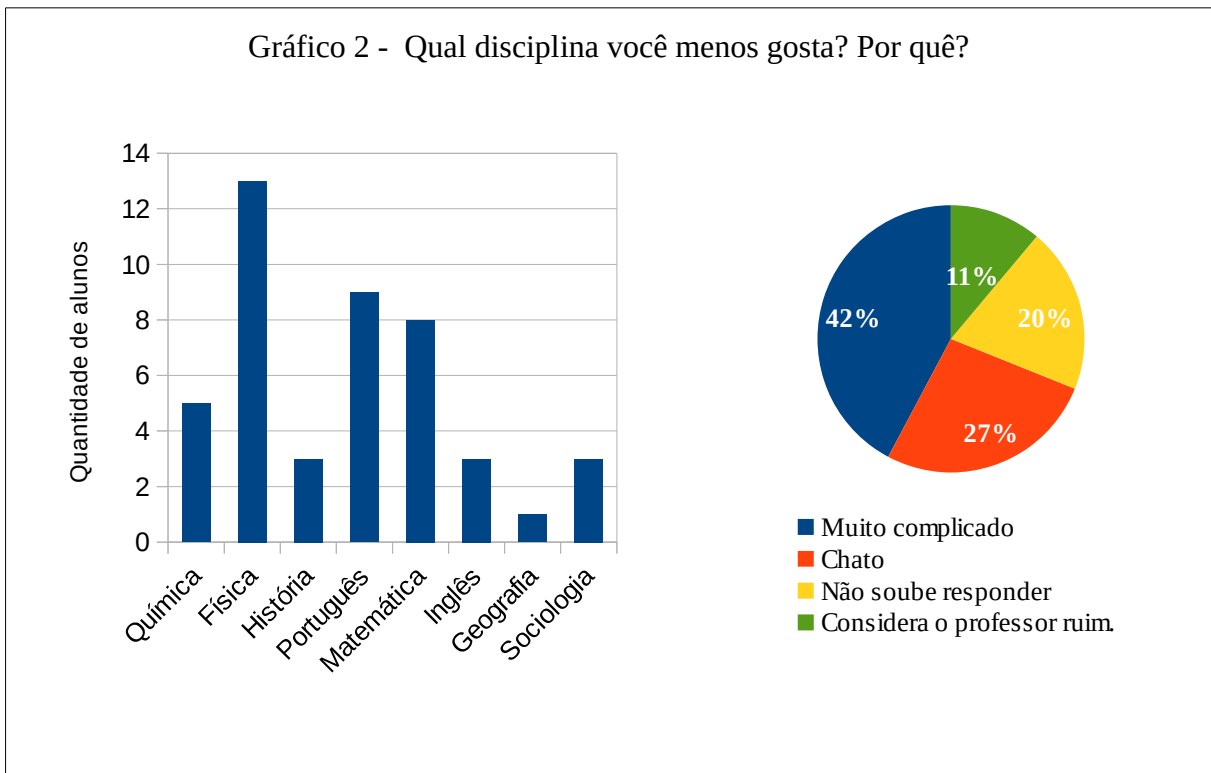
Para mapear as atitudes dos alunos frente à disciplina de Física foi aplicado um questionário de dez (10) questões, no primeiro dia de Regência, que se deu em duas turmas, A e B. Responderam às perguntas um total de 45 (quarenta e cinco) alunos. As questões foram as seguintes:

- 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?*

A seguir, apresento um panorama do perfil dos alunos, após o tratamento das respostas em categorias. A pergunta 5) não produziu resultados porque os alunos, ou não responderam, ou suas respostas se referiam a assuntos que eles já tinham estudado, como por exemplo, “empuxo”, “leis de Newton”, e “cinemática”.

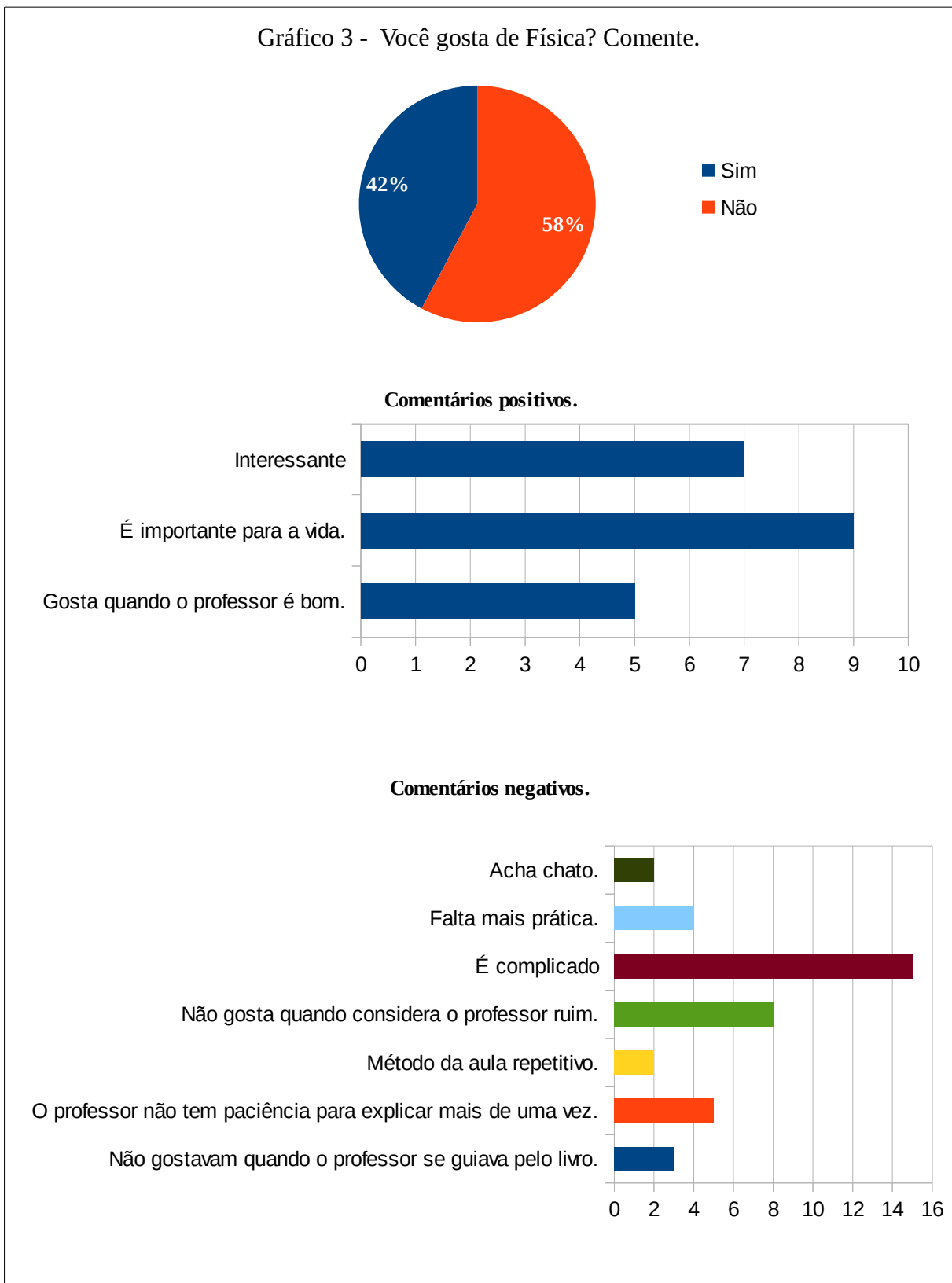


Fonte: Elaborado pelo autor.



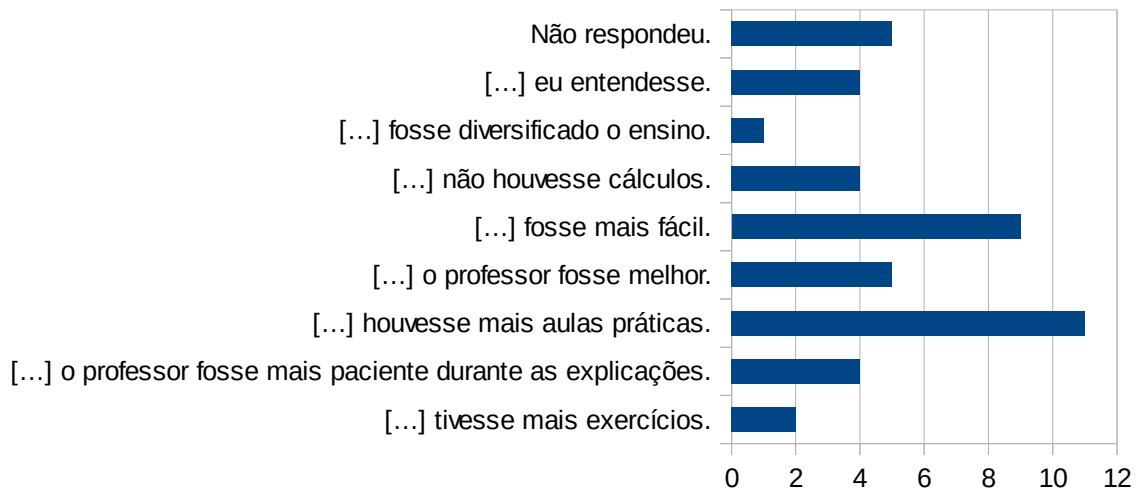
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 3 - Você gosta de Física? Comente.



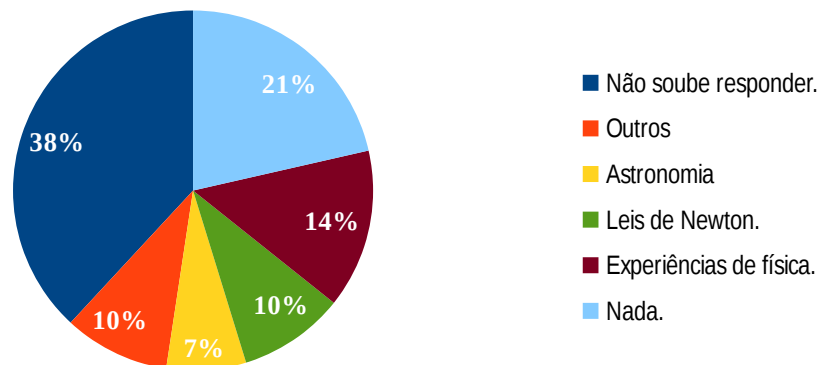
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 4 - “Eu gostaria mais de Física se ...”



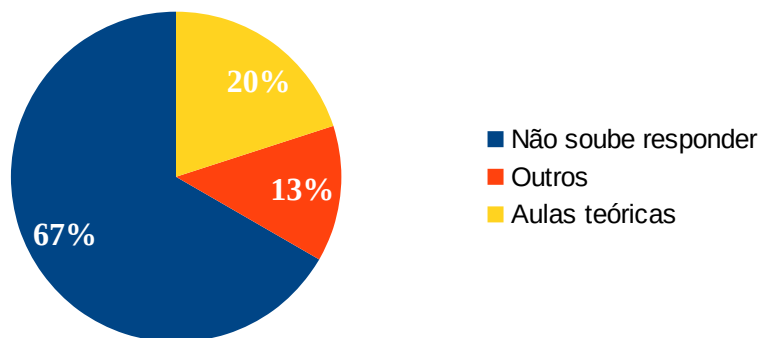
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 5 - O que você acha mais interessante na Física?



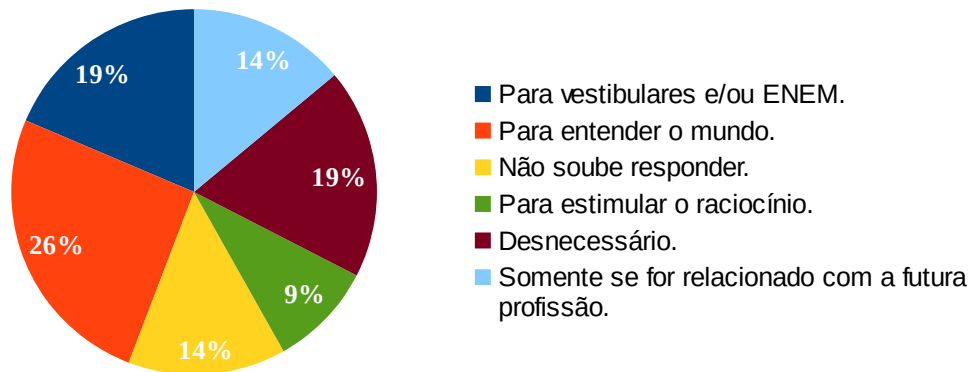
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 6 - O que você acha menos interessante na Física?



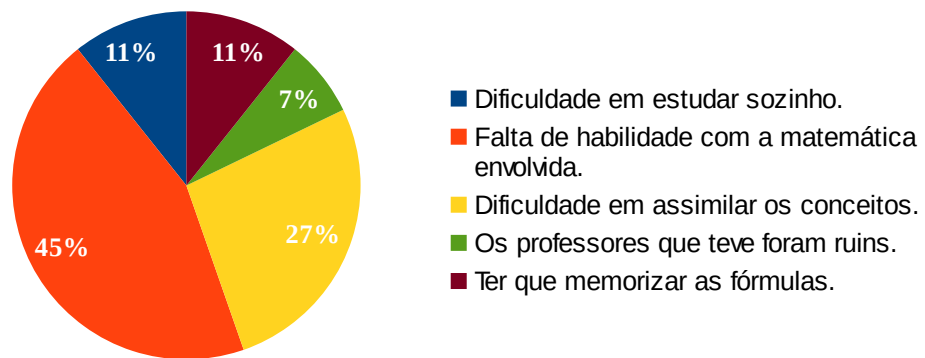
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 7 - Você vê alguma utilidade em aprender Física?



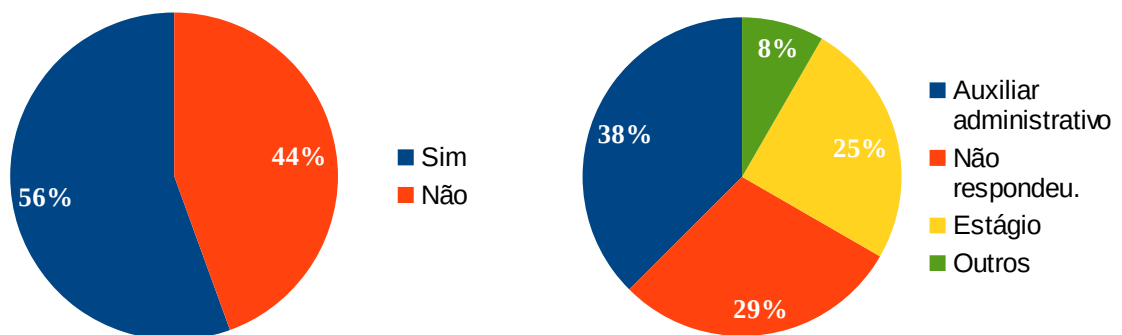
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 8 - Quais dificuldades você costuma ter ao estudar Física?

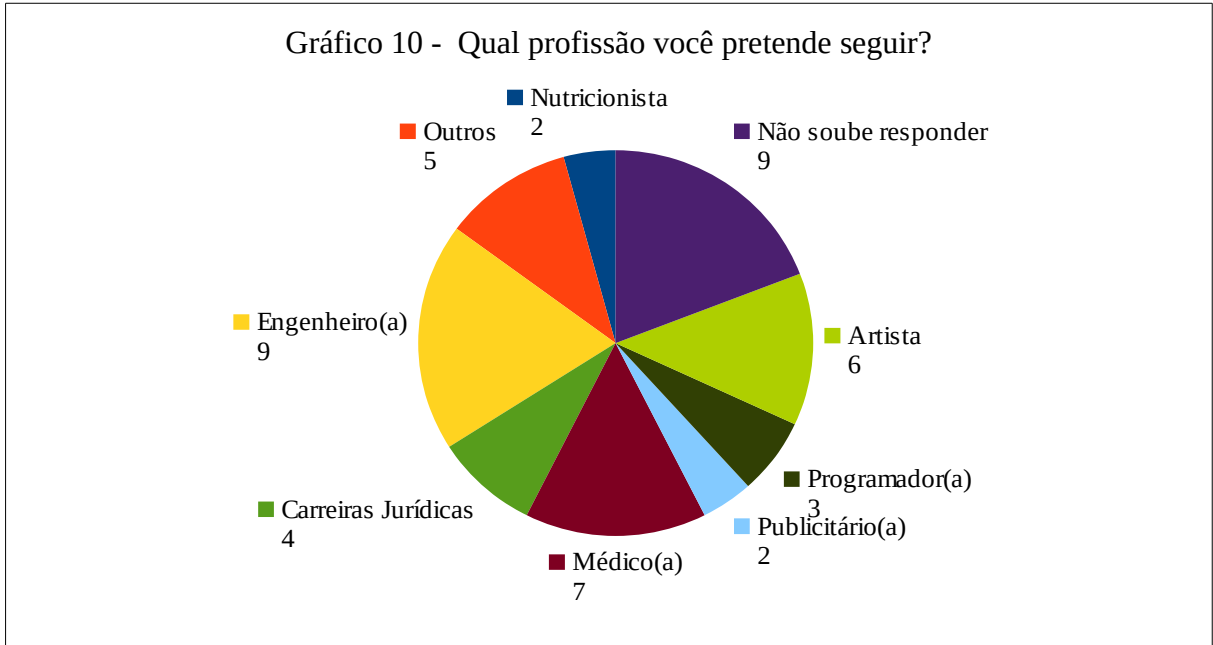


Fonte: Elaborado pelo autor.

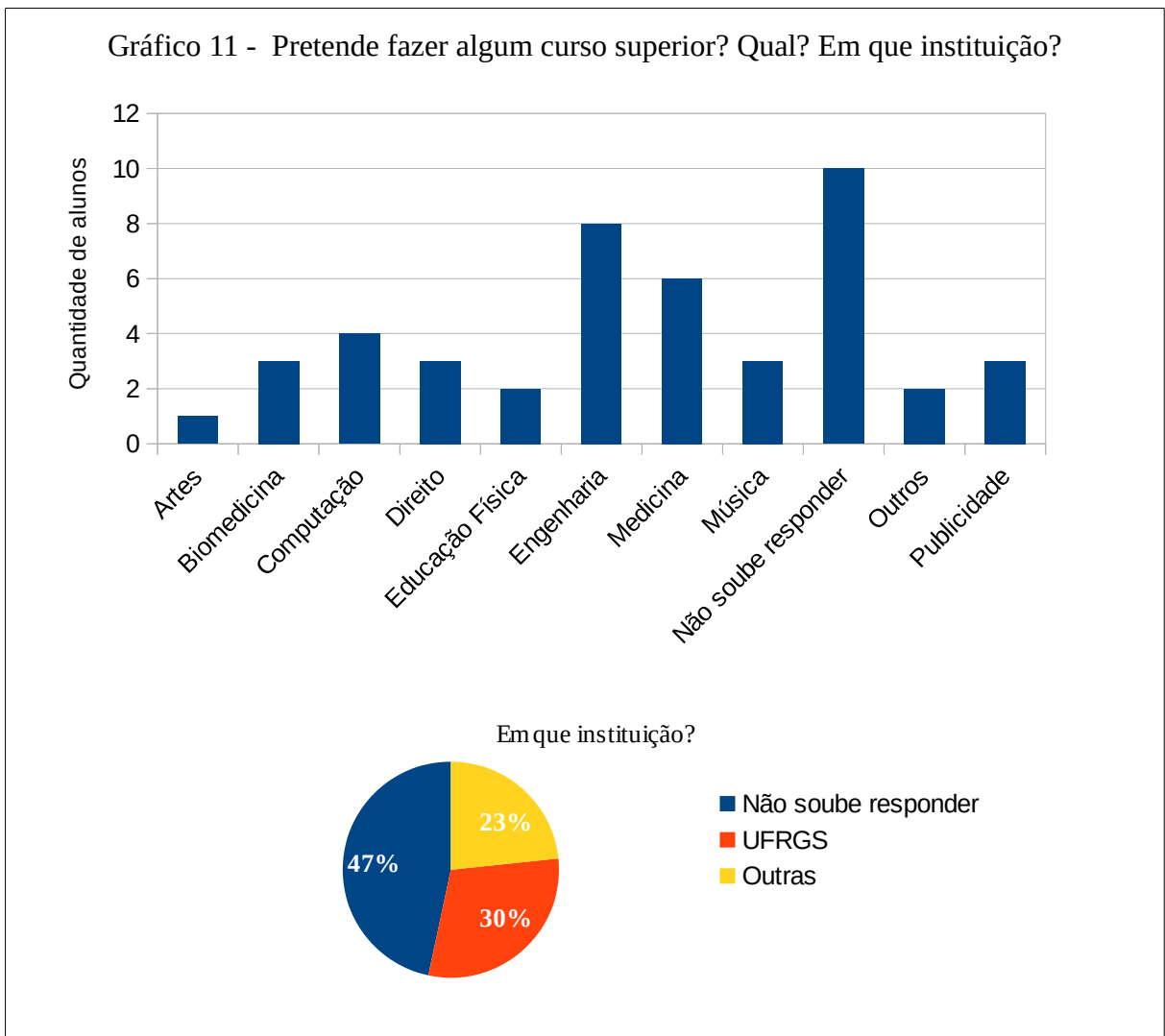
Gráfico 9 - Você trabalha? Se sim, em quê?



Fonte: Elaborado pelo autor.



Fonte: Elaborado pelo autor.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O que podemos depreender das respostas desses alunos é que eles em geral não gostavam da disciplina de Física principalmente por terem a ideia de que é uma disciplina complicada, fruto de suas dificuldades em utilizar os conhecimentos de matemática (como se pode ver no Gráfico 8) juntamente com o entendimento dos conceitos subjacentes às fórmulas (Gráfico 9). Percebi que eles frequentemente relatavam que as aulas de Física seriam melhores se o professor tivesse mais paciência durante as explicações e se houvesse mais atividades práticas. Também o fato de mais da metade dos alunos exercerem algum tipo de trabalho, além dos estudos, poderia estar influenciando no nível de aprendizado.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DO PROFESSOR E DO TIPO DE ENSINO

Na etapa de Observações e Monitoria, eu observei dois professores de Física. Um dos professores ministrava aulas para as turmas **A**, **B**, **D** e **E**, e o outro para as turmas **C**, **F** e **G**⁸. Nesta seção, eu farei referência ao primeiro professor como **Professor J** e ao segundo como **Professor K**.

4.3.1 O Professor J

O Professor J era muito experiente. Ele possui cerca de 15 (quinze) anos de docência em Física para o nível médio. Tem formação na área de Física (Licenciatura Plena) obtida em uma universidade pública e atua como professor da disciplina desde sua formação.

O Professor J relatou-me que, por cerca de cinco (5) anos, foi professor de Física do 2º Grau (antigo Ensino Médio) numa cidade do interior do Mato Grosso e que ocupou essa posição logo após ter concluído sua graduação. Interessantemente, ele me disse que, naquela época, os alunos não o questionavam sobre a necessidade de se aprender Física, fato que, nos dias de hoje, é muito frequente. Sobre esse período, ele me disse que guardava muito boas lembranças, pois seus alunos, mesmo com dificuldades, tinham força de vontade para superá-las e demonstravam mais interesse nas atividades escolares. No entanto, ele ressaltou que essa característica dos alunos poderia estar relacionada com o ambiente social pacato da cidade onde viviam.

Posteriormente, o Professor J conseguiu uma posição como professor de Física na Escola Técnica Estadual Parobé onde, pelo menos até a data de publicação desse trabalho, permaneceu.

O Professor J, além de docente na Escola Técnica Estadual Parobé, também mantinha outra posição de professor de Física na rede privada de ensino de nível médio,

8 Os relatos de Observações e Monitoria dessas turmas estão na Seção 4.4, a partir da fl. 30 .

concomitantemente.

A seguir, apresento uma tabela com o perfil do Professor J, onde os números indicam uma escala em que o número 1 corresponde a um comportamento mais próximo do negativo e o número 5 mais próximo do positivo.

Tabela 1 – Perfil do Professor J, das turmas A, B, D e E.

Comportamentos negativos	1	2	3	4	5	Comportamentos positivos
Parece ser muito rígido no trato com os alunos					▲	Dá evidência de flexibilidade
Parecer ser muito condescendente com os alunos					▲	Parece ser justo em seus critérios
Parece ser frio e reservado				▲		Parece ser caloroso e entusiasmado
Parece irritar-se facilmente					▲	Parece ser calmo e paciente
Expõe sem cessar, sem esperar reação dos alunos				▲		Provoca reação da classe
Não parece se preocupar se os alunos estão acompanhando a exposição			▲			Busca saber se os alunos estão entendendo o que está sendo exposto
Explica de uma única maneira			▲			Busca oferecer explicações alternativas
Exige participação dos alunos				▲		Faz com que os alunos participem naturalmente
Apresenta os conteúdos sem relacioná-los entre si			▲			Apresenta os conteúdos de maneira integrada
Apenas segue a seqüência dos conteúdos que está no livro			▲			Procura apresentar os conteúdos em uma ordem (psicológica) que busca facilitar a aprendizagem
Não adapta o ensino ao nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos		▲				Procura ensinar de acordo com o nível cognitivo dos alunos
É desorganizado			▲			É organizado, metódico
Comete erros conceituais					▲	Não comete erros conceituais
Distribui mal o tempo da aula				▲		Tem bom domínio do tempo de aula
Usa linguagem imprecisa (com ambiguidades e/ou indeterminações)				▲		É rigoroso no uso da linguagem
Não utiliza recursos audiovisuais	▲					Utiliza recursos audiovisuais

Não diversifica as estratégias de ensino		▲				Procura diversificar as estratégias instrucionais
Ignora o uso das novas tecnologias		▲				Usa novas tecnologias ou refere-se a eles quando não disponíveis
Não dá atenção ao laboratório			▲			Busca fazer experimentos de laboratório, sempre que possível
Não faz demonstrações em aula		▲				Sempre que possível, faz demonstrações
Apresenta a Ciência como verdades descobertas pelos cientistas		▲				Apresenta a Ciência como construção humana, provisória
Simplesmente “pune” os erros dos alunos		▲				Tenta aproveitar erro como fonte de aprendizagem
Não se preocupa com o conhecimento prévio dos alunos			▲			Leva em consideração o conhecimento prévio dos alunos
Parece considerar os alunos como simples receptores de informação		▲				Parece considerar os alunos como perceptores e processadores de informação
Parecer preocupar-se apenas com as condutas observáveis dos alunos			▲			Parece ver os alunos como pessoas que pensam, sentem e atuam

Fonte: Elaborado pelo autor.

Destaco que o Professor J era atencioso com seus alunos no quesito sociabilidade. Em suas aulas, ele sempre conversava com os alunos sobre como se sentiam e sobre outros assuntos não relacionados com o ensino de Física.

Eu percebi que o Professor J se esforçava para tornar a sua disciplina interessante, porém ele se guiava quase que integralmente pela sequência de apresentação dos tópicos do livro didático da turma, talvez para não se distanciar muito daquele livro, pois, para os alunos, era a linha mestra do desenvolvimento do ano letivo.

Em suma, eu considerava o Professor J um bom professor, pois ele não cometia erros conceituais de Física e era bastante comprometido em desenvolver uma apresentação sistematizada da Física cumprindo com a proposta do livro didático. Lamentavelmente, muitos dos alunos do Professor J, aparentemente, não gostavam dele. Principalmente nas turmas na qual fiz a minha Regência, vários alunos me disseram que o consideravam um professor ruim. Suponho que tal avaliação estivesse relacionada com a ênfase do Professor J em trabalhar muitas questões que envolvessem cálculos matemáticos, o que era visto por

aquelas turmas como algo maçante e difícil.

4.3.2 O Professor K

O Professor K era um professor que se mostrou bastante desestimulado com a atividade docente na Escola Técnica Parobé, pelo menos. Eu tive pouco contato com ele e observei-o em sala de aula por somente cinco (5) horas-aula, nas turmas C, F e G.

O Professor K tinha formação em Física e possuía mais de dez (10) anos de docência na disciplina. Não soube muitos detalhes de sua trajetória como professor, mas soube que ele também ocupava outra posição de professor de Física em outra escola da rede pública estadual de ensino.

Nas aulas em que pude observá-lo, notei que ele estava muito desestimulado, pois sua relação com seus alunos era de afastamento. Ele procurava conduzir a sua aula sem muita interação com os alunos e algumas vezes se mostrava irritado, principalmente, com o nível de conversas e o uso do celular dentro da sala de aula. Vale ressaltar que o uso de aparelhos de telefonia celular é proibido dentro das salas de aula, nos estabelecimentos de ensino do Estado do Rio Grande do Sul (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2008) e, apesar de também ser explicitamente regra da escola, os alunos geralmente faziam uso do aparelho, mesmo sendo diversas vezes chamados a atenção pelo professor.

A seguir, apresento uma tabela com o perfil do Professor K, onde os números indicam uma escala em que o número 1 corresponde a um comportamento mais próximo do negativo e o número 5 mais próximo do positivo.

Tabela 2 – Perfil do Professor K, das turmas C, F e G.

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

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

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

Fonte: Elaborado pelo autor.

Destaco que o Professor K, na minha opinião, era um bom professor, pois ele parecia ter um bom domínio da Física a ser ensinada e tinha muitos anos de experiência docente. Pareceu-me que o Professor K estava desestimulado pela falta de interesse dos alunos em aprender Física e isso estava refletindo em sua conduta perante eles e quiça pela própria desvalorização da profissão. Esse professor talvez já tivesse tentado estimulá-los em outras oportunidades, mas naquela altura do ano letivo teria desistido, daí suas atitudes de indiferença para com os resultados de aprendizagem dos alunos. Não me senti à vontade para indagá-lo sobre a impressão que eu estava tendo sobre ele.

4.4 RELATO DAS OBSERVAÇÕES EM SALA DE AULA

Na etapa de observações e monitoria foram observadas 24 (vinte e quatro) horas-aula da disciplina de Física em sete (7) turmas diferentes, a saber: duas (2) de 1º ano, três (3) de 2º ano e duas (2) de 3º ano, todas de Ensino Médio (EM). No total, dois professores⁹ diferentes ministravam aulas para essas turmas de maneira que ambos foram observados.

Nesta seção são apresentados os relatos descritivos de todas as observações, em ordem cronológica em que se deram, sendo que quando dois períodos eram contínuos foram contabilizadas duas horas-aula, e isto está indicado no título de cada relato.

4.4.1 Observações 1 e 2

Turma A de 2º Ano EM.

Professor J

Dia 26 ago. 2015, das 13h30min às 15h10min (2 períodos).

Como era minha primeira observação na condição de Estagiário de Docência em Física, o professor titular da disciplina de Física da turma apresentou-me e explicou para os alunos o motivo da minha presença em sala de aula por alguns dias.

A turma estava composta por 19 (dezenove) alunos, sendo 14 (quatorze) meninas e cinco (5) meninos, numa sala de aula comum, porém com cerca de um terço dos lugares desocupados, o que dava maior conforto para os alunos.

Quanto à sala, ela estava bem arejada, possuía cortinas, janelas com vidraças em boas

⁹ Professores J e K caracterizados na Seção 4.3, fl. 25.

condições, quadro branco, ventiladores, boa iluminação, mesas e cadeiras em condições, chão limpo e paredes pouco rabiscadas.

O professor iniciou sua aula cumprimentando seus alunos e perguntando sobre como fora o fim de semana deles etc. Então, transmitiu alguns avisos administrativos da escola e iniciou a chamada da turma. Após, passou a fazer uma pequena revisão sobre o conteúdo da última aula que tiveram, o qual era sobre empuxo dentro do capítulo de hidrostática do livro-texto¹⁰ base que ele adotava com a turma.

Ao iniciar sua revisão da matéria, o professor perguntou para a turma se eles lembravam o que era empuxo e se lembravam da aula de laboratório onde exploraram experimentalmente tal conceito. Como não recebeu resposta da turma, passou a lembrá-los do assunto em pequenos passos dizendo: “*lembram que o empuxo é vertical, vetorial, tem direção e sentido...*”; “*vetor tem valor numérico, sentido e direção...*”. O professor sempre fazia referência ao que fora visto na aula de laboratório procurando relacionar a teoria com a prática.

Enquanto ele procurava recuperar o conhecimento trabalhado, no fundo da sala, havia um grupo composto por três meninas e um menino que não estava prestando atenção. Estavam conversando sobre outros assuntos e utilizando seus celulares. Além disso, havia uma aluna que estava dormindo em sala de aula com a cabeça apoiada sobre sua carteira escolar.

Após o professor ter feito a pequena revisão do conteúdo, perguntou para os alunos se eles tinham conseguido realizar a atividade que fora deixada como exercício de casa e que era composta por quatro questões do livro-texto. Os alunos ficaram se olhando e três responderam que haviam tentado mas que tiveram dificuldades. Então o professor decidiu resolvê-las para a turma e avisou que, em contrapartida, eles teriam que tentar resolver outras seis questões do livro.

As questões que o professor passou a resolver eram duas conceituais e duas que necessitavam do uso de equações. Sua estratégia era ir resolvendo passo a passo sempre consultando os alunos sobre a teoria apresentada que deveria ser utilizada.

Ao passar para a resolução das questões que envolviam cálculos, os alunos começaram a evidenciar falta de habilidade em alguns procedimentos matemáticos, como por exemplo, no uso da notação científica, na divisão sem calculadora, na conversão de unidades de medida e no uso da álgebra. Vale ressaltar que o professor adotou a postura de não permitir o uso de

10 BARRETO FILHO, Benedito; SILVA, Claudio Xavier da. **Física aula por aula: mecânica dos fluidos, termologia, óptica - 2º ano**. Ed. 2. São Paulo: FTD, 2013.

calculadoras com o argumento de que seus alunos precisavam desenvolver a habilidade de realizar as quatro operações matemáticas básicas sem a calculadora, uma vez eles precisariam dessa habilidade em exames e concursos.

Na sala pude perceber que os alunos mais participativos formavam um pequeno grupo que estava mais próximo do professor. Por vezes, tais alunos liam uma questão quando o professor solicitava um voluntário para tal e também faziam mais perguntas. Já no fundo da sala, conforme a aula ia transcorrendo, aumentava o número de alunos que se distraíam de vez em quando e o nível de conversa entre os menos interessados se acentuava. A principal distração, sem dúvida, era o uso do celular.

O professor percebendo que havia um grupo muito desinteressado perturbando a aula, foi até o fundo da sala e perguntou para eles por que não estavam prestando atenção nem fazendo anotações; eles responderam que não tinham o livro. Então o professor disse que não justificava tal atitude, pois ele já havia avisado que aqueles que não tivessem recebido o livro deveriam tirar cópia pelo menos do capítulo que estava sendo trabalhado em sala de aula. Esse grupo permaneceu toda a aula sem participar ativamente.

Terminado a resolução das quatro primeiras questões, o professor solicitou que todos tentassem fazer as próximas seis questões do livro e avisou que próximo do fim da aula ele os corrigiria. Durante esse tempo, alguns alunos iam tirar dúvidas junto ao professor, porém muitos deixaram de lado a tarefa e passaram a conversar e, de vez em quando, tentavam voltar às suas tarefas sem permanecer por muito tempo.

Dentre algumas conversas que puderam ser ouvidas, destaco as seguintes que me chamaram a atenção: *“Inglês não é uma matéria que precisa estudar. É só prestar atenção na aula.”*; *“Eu não estudo mas eu quero fazer as provas.”*; *“Odeio rotina.”*

A aula foi se encaminhando para o fim e quando o professor perguntou até qual questão eles tinham conseguido fazer, a maioria respondeu que estava tentando fazer a sexta questão. O professor, então, deu mais tempo para eles prosseguirem na atividade e encerrou sua aula sem fazer a correção que tinha prometido. O grupo que estava próximo do professor fez a atividade até a nona questão.

Essa aula foi prejudicada pelo excesso de distração da maior parte dos alunos com conversas fora do contexto da atividade proposta e devido ao uso de celulares. Havia também um pouco de falta de habilidade matemática e dificuldades quanto ao uso dos conceitos ensinados para a resolução dos exercícios. A estratégia do professor ficou prejudicada devido à falta de empenho da maioria dos alunos.

4.4.2 Observações 3 e 4

Turma B de 2º ano do EM.

Professor J

Dia 26 ago. 2015, das 15h10min às 17h05min (2 períodos).

Essa turma tinha como professor titular o mesmo da Turma A (Professor J) relatado nas Observações 1 e 2. Ele começou a aula cumprimentando os alunos e fazendo minha apresentação. Deu alguns avisos administrativos da escola e perguntou para os alunos sobre a atividade que ele havia deixado como exercício para casa. Em seguida, fez a chamada da turma.

A turma era mais silenciosa que a anterior. Observei que muitos estavam fazendo tarefas, provavelmente de outras disciplinas. A turma estava composta por 20 (vinte) alunos, sendo 13 (treze) meninos e sete (7) meninas.

O aspecto da sala de aula era muito parecido com o da Turma A.

O professor avisou que iria resolver as questões que ele havia deixado como tarefa para casa e que depois solicitaria que eles fizessem as demais, até a décima questão do livro-texto adotado, o qual era o mesmo da outra turma.

Logo no início da aula, ouvi um comentário de uma aluna do fundo dizendo: “*Ai física é difícil.*”. Quando o professor perguntou “*Dá para corrigir?*”, um aluno falou “*Não.*” e o professor respondeu “*Sim.*”. Pareceu que os alunos não estavam muito animados com a proposta do professor.

O professor perguntou “*Quem tem os exercícios feitos?*”, mas ninguém respondeu. Então ele passou a perguntar nominalmente e a turma fez silêncio e alguns tentavam se esconder. Alguns alunos deram a desculpa de que não tinham o livro, a exemplo do que foi relatado nas Observações 1 e 2.

Um fato interessante foi a resposta do professor ao constatar que nenhum aluno fizera os exercícios. Ele disse “*Vou corrigir de quem então? ... Se eu for pro quadro eu não vou corrigir! Eu vou fazer o que? Vou dar a resposta pra vocês!*”

O professor passou então a resolver as questões que tinha proposto. Eram as mesmas questões que ele havia solicitado para a Turma A. Enquanto o professor procurava estimular a participação dos seus alunos na resolução das questões, no fundo da sala, havia alguns alunos que não prestavam atenção pois estava usando seus celulares. Uma aluna em particular, transcrevia para seu caderno um pouco do que o professor estava escrevendo no quadro e

parava para digitar mensagens no celular.

Outro fato interessante era a disposição dos alunos no espaço da sala. Havia poucos alunos para uma sala espaçosa, porém o meio da sala estava desocupado estando os alunos a ocupar as laterais e o fundo. Também nessa sala, os alunos que estavam sentados mais a frente interagiam mais com o professor.

Quando o professor passou para a resolução da quarta questão, a qual envolvia a equação do empuxo, ficou notável que a participação dos alunos diminuiu, pois, conforme o professor lhes solicitava o próximo passo a ser tomado (etapas da resolução matemática), nenhum aluno se pronunciava. Por outro lado, os alunos da frente faziam perguntas tais como: “*Por que temos que trocar de unidade?*” (referindo-se a troca da unidade de medida da densidade de g/cm^3 para kg/m^3) e “*Como é que o senhor fez para dar dez elevado a três?*”

(referindo-se a seguinte divisão $\frac{10^{-1}}{10^{-4}}$).

Também, em algumas ocasiões, ouvi expressões ditas pelos alunos do fundo, como por exemplo: “*Imagina se não tiver aula semana que vem. Vou esquecer tudo!*”; “*Ai meu Deus, o que será da minha vida!*”; “*Gente, já faz dezesseis minutos! Não sei nada de física mesmo.*”; “*Por que dão (o valor numérico) em litros (para transformar em metros cúbicos)?* (referindo-se à necessidade de conversão da unidade de medida de litros para metros cúbicos em uma questão) *É só pra complicar né?!*”

Após resolver as primeiras questões, o professor solicitou que os alunos trabalhassem na resolução das outras seis questões da sequência do livro e avisou que ele as corrigiria próximo do término da aula. Nessa etapa da aula, observei que dois grupos de alunos estavam trabalhando em outra atividade e em um dado momento o professor perguntou porque eles não estavam fazendo a atividade de física? A resposta foi que eles tinham aquele trabalho atrasado para ser entregue naquele dia.

Poucos alunos se engajavam na atividade e eram poucos que iam conversar com o professor, especialmente um pequeno grupo que sentava na frente. Nesse grupo, notei que havia um aluno que estava sempre procurando ajudar seus colegas, chegando até mesmo a transitar entre dois outros grupos dando-lhes dicas de como resolver as questões.

Nessa turma também pude notar a postura do professor com relação ao uso de calculadoras. Em duas ocasiões ele repreendeu aqueles alunos que estavam usando tal equipamento. Uma de suas frases foi “*Larga essa calculadora! Daqui a pouco vai tá viciado na calculadora! ... O vício da calculadora tem que ser perdido.*”

Próximo do término da aula, o professor perguntou até onde os alunos tinham conseguido resolver e a maioria ainda estava resolvendo a sexta questão. O professor deixou que eles continuassem até o encerramento da aula sem fazer a correção que havia prometido.

Essa turma, apesar de mais silenciosa, não apresentou um nível desejável de engajamento. Muitos conversavam sobre assuntos não relacionados com aula e usavam o celular. Durante a etapa de exercícios, boa parte da sala não conseguiu avançar para além de duas questões das seis propostas. Os alunos menos interessados procuravam se justificar com a falta do livro-texto adotado, mas o que me pareceu foi que essa desculpa era, provavelmente, frequente, considerando que era já o meio do ano letivo e os alunos já deviam ter se organizado melhor.

4.4.3 Observações 5 e 6

Turma A de 2º Ano EM.

Professor J

Dia 16 set. 2015, das 13h30min às 15h10min (2 períodos).

Após um longo período sem aulas devido a uma paralisação das atividades dos docentes da rede estadual de educação em protesto ao parcelamento de salários dos servidores, o professor iniciou a sua aula dando avisos e conversando com os alunos sobre o que faria como avaliação antes do término do trimestre (2º trimestre). Ele propôs que fosse resolvida uma lista de questões em grupo, mas que cada aluno deveria entregar sua folha com as respostas. Os alunos apoiaram a ideia e o professor passou a escrever as questões no quadro. Eram quatro questões sobre empuxo.

Duas das questões eram:

“1) Um corpo homogêneo de volume $0,16 \text{ m}^3$ flutua em um líquido de densidade $0,80 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ de modo que o volume da parte imersa é $0,04 \text{ m}^3$. Considere $g=10 \text{ m/s}^2$. Determine.

a) a intensidade da força de empuxo.

b) o peso do corpo.”

“2) Um corpo é colocado no líquido de modo que ele flutua com parte emersa correspondente a 80% do seu volume. Ao se colocar o corpo, uma parte da água sai por uma abertura no recipiente. A massa de água correspondente à parte que sai do recipiente vale $0,40 \text{ kg}$. Sabendo que a densidade da água vale $1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ e que $g=10 \text{ m/s}^2$. Determine.

a) a intensidade do empuxo sofrido pelo corpo.

b) a massa do corpo.”

Enquanto o professor escrevia as questões no quadro a turma em geral ficava em silêncio e copiava do quadro.

Pouco tempo depois dos alunos terem terminado de copiar, um aluno foi solicitar ajuda do professor, mas ele pediu que tentasse primeiro sozinho antes de pedir ajuda e lhe recomendou que usasse o livro.

Passados alguns minutos de trabalho em grupo, escutei um desabafo de um aluno dizendo *“Física é uma coisa que quando eu tento aprender, não entra na minha cabeça.”*

O professor, verificando que alguns alunos estavam tendo dificuldades, avisou que quem precisasse de ajuda naquele momento poderia perguntar para ele. Também, alertou que tomassem cuidado com as contas e cuidassem quando fosse necessário usar as unidades no SI.

Nessa aula, o uso do celular atrapalhou a atividade, pois alguns alunos não se dedicavam integralmente ao trabalho, dividindo sua atenção com outras coisas. O professor, observando a distração desses alunos, por vezes lhes chamava a atenção. Também, ele flagrou um grupo realizando uma atividade de outra disciplina (Geografia) e disse *“Quero saber se vocês usam a aula de Geografia para fazer o trabalho de Física!”*.

Em um dado momento, o professor explicou a diferença entre as palavras “imerso” e “emerso”, pois o entendimento correto dessas palavras era necessário para resolver principalmente a Questão 2. Ele disse que a palavra imerso dizia respeito à parte do corpo que ficava dentro do líquido e, emerso, à parte do corpo que ficava fora do líquido.

Algumas outras dúvidas dos alunos foram, por exemplo, como calcular o empuxo e como calcular o equilíbrio de forças no caso de um corpo que flutua. No caso do empuxo, o professor lembrou que para obtê-lo era preciso calcular o peso do fluido deslocado pelo corpo e que essa força é direcionada na vertical com sentido contrário ao peso. No caso do equilíbrio de forças, da força peso com a força de empuxo, o professor explicou como era calculado usando o conhecimento de vetores e a segunda lei de Newton.

Nessa aula, os alunos demonstraram não terem suas ideias bem organizadas, talvez pela longo tempo sem aulas. Ouvi um aluno que disse *“Eu pensei que sabia! É que está muito confuso!”* (em referência à primeira questão). Outro aluno perguntou para seu colega se ele sabia como fazer as questões e o colega respondeu *“mais ou menos”*.

Percebi que, transcorrido pouco mais de um período de aula, o professor deu sinais de insatisfação quanto ao rendimento dos seus alunos, pois percebeu que a maioria pouco avançara na resolução das questões propostas. Àqueles alunos que estavam utilizando o celular ou conversando sobre outros assuntos, ele lhes chamava a atenção e pedia-lhes que

ingressassem em grupos que estavam trabalhando.

Também, o professor demonstrou insatisfação com a baixa autonomia dos seus alunos em consultarem suas anotações e/ou o livro. Houve um momento em que um aluno lhe fez a pergunta “*Professor, qual a equação do empuxo?*”. Então ocorreu o seguinte diálogo:

Professor: *Fulano tu tem o livro?*

Aluno: *Eu não tenho nada!*

Professor: *Olha nas tuas anotações* (Sugerindo que o aluno procurasse em seu caderno a equação solicitada).

Após, ele falou se dirigindo a toda a turma e disse “*Vocês não sabem estudar. É impressionante isso! Vamos folhear o caderno, olhar o livro.*”. Terminado a fala do professor, aquele aluno que tinha feito a pergunta sobre a equação do empuxo falou em voz baixa “*Mas eu não vou conseguir nenhuma explicação.*” (Referindo-se ao conselho dado pelo professor para que ele buscasse sanar suas dúvidas utilizando suas anotações e o livro.)

Já próximo do término da aula, o professor alertou que somente três alunos haviam entregue suas folhas com as soluções e que não esperaria por aqueles que não entregassem quando tocasse o sinal de término. Pouco tempo depois, a aula encerrou.

Como essa aula era uma verificação da aprendizagem, considero que a postura do professor em evitar dar explicações muito diretas para as perguntas que lhe eram feitas e que levassem os alunos a responder às questões propostas sem uma nova reflexão, foi uma estratégia para o desenvolvimento da autonomia deles quanto à busca pelas soluções dos problemas envolvendo os conhecimentos abordados em sala de aula, porém, muitos alunos não demonstraram ter um conhecimento satisfatório das aulas anteriores e tiveram dificuldades.

4.4.4 Observações 7 e 8

Turma B de 2º Ano EM.

Professor J

Dia 16 set. 2015, das 15h10min às 17h05min (2 períodos).

O professor iniciou a aula dando muitos avisos após duas semanas sem aulas devido a uma paralisação dos professores da rede estadual de ensino. Em seguida, ele propôs aos alunos que fosse realizado um trabalho contendo três exercícios de empuxo, com entrega individual, para ser executado em aula. Esse trabalho seria um substitutivo da prova que o professor tinha marcado para esse dia, mas que resolveu cancelá-la haja vista o longo período

sem aulas. O professor disse aos alunos que, apesar de que a entrega devesse ser individual, eles poderiam consultar o caderno, o livro e os colegas.

Então, o professor começou a escrever as questões no quadro para os alunos copiarem. Enquanto ele escrevia, os alunos conversavam entre si e com o professor. Em uma das conversas, um aluno disse ao professor que sua colega, que já tinha 18 anos, abandonara a escola para se preparar para o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), mas o professor não demonstrou preocupação. Neste caso, percebemos que essa possibilidade que o ENEM proporciona de se obter um certificado de conclusão do Ensino Médio com base no resultado da prova foi um motivador para que a referida aluna optasse por um preparatório para a prova ao invés do curso regular. Possivelmente caiba aqui uma reflexão, dado que os principais documentos de políticas públicas privilegiam a formação para a cidadania, reflexiva e participativa, não o desempenho em exames (sejam deles ENEM ou qualquer outro).

Observei que cerca de 20 (vinte) minutos após o professor ter terminado de escrever as questões no quadro, ainda havia alunos que estavam copiando e o professor então disse: *“Vamos lá! Assim não vai dar tempo!”* (referindo-se ao demasiado tempo gasto apenas para escrever as questões no caderno). Esse tempo de aula foi basicamente utilizado para a realização de avisos e apresentação das questões propostas para o trabalho substitutivo da avaliação tipo “prova”. Os alunos, terminado o tempo da primeira hora-aula, foram liberados para o recreio, o qual tinha duração de 15 (quinze) minutos.

Terminado o recreio, os alunos retornaram para a sala de aula, mas com uma certa relutância em continuar a atividade proposta pelo professor. Aos poucos eles foram se engajando na atividade e começaram a surgir as primeiras dúvidas [dos alunos]. Uma das dúvidas surgidas era sobre como calcular o peso de um corpo com base no conhecimento de seu volume e de sua densidade. Um aluno mostrou-se inconformado com o porquê de se pedir o peso “complicando” a questão, e o professor respondeu: *“Se eu perguntei qual é o peso não é pra complicar a equação, é pra ver se vocês interpretam!”*. Para essa questão, havia sido fornecida a densidade de um corpo desconhecido, $0,75 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, e seu volume, $0,20 \text{ m}^3$. Outra dúvida surgida era sobre qual equação deveria ser usada para calcular o volume, tendo como informação a massa e a densidade. Nesse caso, o professor explicou que podia ser utilizada a equação que define a densidade, $d=m/V$, onde “ d ” é a densidade, “ m ” a massa e “ V ” o volume, colocando em evidência a variável V .

Próximo do término do período de aula, o professor alertou que poucos tinham entregue suas soluções, mas que não daria outra oportunidade para terminarem. Ele até demonstrou insatisfação quando percebeu que alguns alunos foram lhe fazer perguntas sobre

uma questão que fora resolvida em sala de aula em outra oportunidade. A aula encerrou e o professor solicitou a entrega das folhas com as respostas.

Um fato interessante evidenciado sobre atitudes do professor foi que ele não aprovava o uso de calculadoras para exercícios simples, embora ele permitisse o uso em alguns casos. Para essa atividade, ele não havia autorizado o uso de calculadoras, por se tratar de uma atividade avaliativa. Porém muitos, por vezes, faziam uso delas. Quando o professor notava que algum aluno estava usando calculadora, chamava-lhe a atenção. Houve um momento em que ele fez o seguinte comentário: *“Se tirar a calculadora de vocês parece que não sabem mais fazer contas!”*.

Observei que essa aula foi bastante dispendiosa de tempo apenas na escrita das questões no quadro. Talvez o professor não tivesse tido recursos para providenciar uma cópia impressa das questões e estas são variáveis que não podem ser desmerecidas no ensino público atual. Outra dificuldade que ficou evidente foi o despreparo dos alunos para resolver as questões. O professor até havia comentado com os alunos que não justificava o despreparo deles, visto que inclusive já estava agendada uma prova para essa data e que os alunos deveriam ter se preparado para ela, mesmo tendo ocorrido a paralisação dos professores, o que evidentemente não ocorreu.

4.4.5 Observação 9

Turma C de 2º Ano EM.

Professor K

Dia 17 set. 2015, das 13h30min às 14h20min (1 período).

Essa turma era regida por outro professor (Professor K), diferente do professor das turmas A e B (Professor J).

Nesse dia, a turma estava composta por 19 (dezenove) alunos, sendo 12 (doze) meninos e sete (7) meninas. A sala de aula era bastante semelhante às salas das turmas A e B, que estão descritas na Seção 4.4.1.

O professor iniciou sua aula perguntado aos alunos se havia exercícios deixados anteriormente para serem desenvolvidos em aula. Os alunos disseram que não, e o professor então disse: *“A primeira coisa então é refrescar a memória!”*. Ele começou a escrever alguns exercícios no quadro e avisou aos alunos que faria o primeiro exercício, e que os seguintes, seriam deixados a cargo deles. Os exercícios versavam sobre o conteúdo de “Dilatação Volumétrica”.

Após o professor ter terminado de escrever as questões no quadro, ele concedeu alguns minutos para os alunos copiarem do quadro. Tendo os alunos terminado de copiar, o professor começou a resolver a primeira questão dialogicamente, isto é, no sentido de forçar os alunos a irem participando. Ele fazia perguntas chaves aos alunos e com base nas respostas ia desenvolvendo sua explicação. O professor explicou que, primeiramente, para resolver um problema de Física, devia-se ler o enunciado atentamente e coletar as informações. Disse que existem três tipos de dilatação e que é possível privilegiar alguma nos exercícios, mas que, apesar disso, nos casos reais, sempre acontece a dilatação volumétrica. Com isso, ele chamou a atenção, mesmo que implicitamente, que os exercícios são simplificações, modelos da realidade.

Durante a explicação, o professor notou que as perguntas que ele fazia para a turma nem sempre eram respondidas e, às vezes, eram respondidas incorretamente. Então, ele fez a seguinte pergunta: “*Vocês estudaram nas férias?*”, e ninguém respondeu. Também, durante a explicação, ele notou que alguns alunos estavam usando o celular e que alguns outros estavam conversando, assim, chamou-lhes a atenção.

O problema que o professor estava explicando nesse momento era sobre o cálculo do aumento no volume de um cubo de cobre que inicialmente se encontrava a 0 °C e sofria um aumento de temperatura de 100 °C. Era fornecido o volume inicial do cubo, 2000 cm³, e o valor do coeficiente de dilatação linear do cobre, 17×10⁻⁶ °C⁻¹. Era um problema de simples aplicação da fórmula, mas muitos alunos evidenciavam dificuldades, em parte pelo nível de barulho na sala (devido à conversa intensa) e, em parte, por alternarem momentos de atenção com momentos de distração, tanto em conversas paralelas como com o uso do celular. Aqueles alunos aparentemente mais interessados, em geral, estavam sentados nas carteiras mais próximas ao quadro.

Na etapa final da resolução da primeira questão, o professor apresentou a seguinte equação:

$$\Delta V = V_0 \gamma \Delta T$$

$$\Delta V = 2000 \times (3 \cdot 17 \times 10^{-6}) (100 - 0)$$

com “ V_0 ” igual ao volume inicial, “ γ ” igual ao coeficiente de dilatação volumétrica e “ ΔT ” igual à variação da temperatura. Ele explicou que o γ é obtido da multiplicação, por três (3), do valor do coeficiente de dilatação linear, mas nada falou com relação ao porquê desse procedimento ou quais suas limitações de uso.

Esse professor também prezava pela resolução de exercícios envolvendo cálculos

numéricos sem o uso de calculadora. Para calcular o resultado da equação apresentada acima, ele perguntou aos alunos: *“Como faz a conta num dia que não tem calculadora?”* e um aluno respondeu em tom jocoso: *“Usa o celular!”*. Então o professor disse-lhe: *“Ah, legal! Vou te mandar pra feira lá embaixo, já que tu não te esforça!”*. Outro questionamento do professor foi quanto ao uso da notação científica. Ao explicar como melhorar a apresentação do resultado numérico, ele se deu conta que os alunos não tinham entendido como ele tinha feito, daí ele fez o seguinte desabafo: *“Meu Deus, quantas vezes eu já não falei isso!”*. Após isso, ele novamente explicou como havia procedido.

Terminado a resolução do professor, ele deixou a cargo dos alunos as demais questões que havia proposto, as quais totalizavam quatro (4) questões, todas de dilatação volumétrica.

Vários minutos da aula foram utilizados para dar conta dessas duas etapas: escrita das questões e resolução da primeira questão. Os alunos dessa turma aparentaram ter muita dificuldade com a resolução de exercícios. Mesmo com alguns minutos ainda restantes para o término da aula, poucos alunos continuaram a atividade por conta própria e também poucos alunos iam pedir ajuda para o professor individualmente.

Destaco a seguir alguns aspectos que me chamaram a atenção na motivação do professor dessa turma. Em um dado momento, um aluno foi sanar uma dúvida sobre a colocação da vírgula em um número que fora dividido por dez e o professor respondeu: *“Isso é matemática e, se eu tiver que dar aula de matemática, eu cobro mais caro.”*. Em outro momento também disse: *“Levem os exercícios para casa e tentem fazer. E não venham dizer que não conseguiram fazer nada! Tem que tentar porque daí a gente cai na situação que vocês pelo menos já leram e selecionaram os dados. Isso já me deixa contente.”*. Por fim, houve um pequeno diálogo entre o professor e o aluno, assim:

Aluno: *Sou emancipado!*

Professor: *Não sei o que tá fazendo aqui então!*

Pareceu-me que o professor estava descontente ou com a turma, ou com o perfil dos alunos da escola, ou até mesmo com a profissão de professor. Difícil saber com precisão, mas compreensível diante da situação de crise, baixos salários e desvalorização da profissão, e especialmente nesse momento, de parcelamento de salários.

4.4.6 Observações 10 e 11

Turma D de 1º Ano EM.

Professor J

Dia 17 set. 2015, das 15h10min às 17h05min (2 períodos).

O professor que ministrava aulas de Física nessa turma era o mesmo das turmas A e B (Professor J). Era uma turma de 1º ano do EM e nesse dia estava composta por 18 (dezoito) alunos, sendo 11 (onze) meninos e sete (7) meninas. O professor apresentou-me para a turma e, antes de iniciar sua aula, deu avisos e fez a chamada.

A aula iniciou com uma revisão sobre o conteúdo que fora desenvolvido ao longo do trimestre (segundo trimestre), o qual era sobre “Movimento Retilíneo Uniformemente Variado” (MRUV). Posteriormente, seria proposto uma atividade em grupo como uma avaliação do trimestre. O professor comentou com os alunos que suas aulas planejadas para a turma estavam atrasadas e que encerraria o trimestre com uma atividade em grupo, avaliativa, contendo resolução de problemas de MRUV.

O professor escreveu três questões no quadro e resolveu-as em seguida, sempre solicitando a colaboração dos alunos nos passos que deviam ser seguidos. Ele percebeu que poucos alunos colaboravam e disse-lhes: “*Hoje era pra ser prova! Era pra terem estudado!*”. Após ter dito isso, uma aluna do fundo disse em tom baixo: “*Imagina se ele (o professor) chega com a prova. Eu estava ferrada!*”.

As três questões que o professor resolveu, como forma de revisão, foram:

“1. *Calcule a aceleração de um carro, sabendo que sua velocidade varia de 4 m/s para 12 m/s em 2 s.*

2. *Um carro parte do repouso e atinge uma velocidade de 25 m/s em 5 s. Determine sua aceleração nesse intervalo de tempo.*

3. *Um tremó tem velocidade v_0 no instante 4 s e velocidade 15 m/s no instante 9 s. Sabendo que a aceleração no intervalo é constante e de 2 m/s^2 , calcule v_0 .*”

Essas eram questões relativamente fáceis, pois exigiam simples aplicação de fórmulas.

Durante a resolução das questões de revisão, poucos alunos prestavam atenção porque se distraíam com conversas e com o uso do celular, principalmente os alunos sentados mais ao fundo da sala.

Essa etapa de revisão teve a duração de um período de aula. Após o término dela, o professor solicitou que os alunos respondessem cinco (5) questões que ele tinha selecionado

do livro didático da turma. Entregou uma folha com as questões para todos os alunos e avisou-lhes que as resoluções deveriam ser entregues ao término da aula, em uma folha para cada aluno, independentemente de terem trabalhado em grupos.

Enquanto os alunos trabalhavam nas questões, o professor prestava-lhes apoio para sanar suas dúvidas. Num dado momento em que o professor estava caminhando pela sala, percebeu que dois alunos estavam fazendo outra atividade escolar. Então, ele chamou-lhes a atenção dizendo que as atividades de outras disciplinas deveriam ter sido feitas em casa.

Observei que, mesmo o professor tendo dito que a atividade proposta seria usada como uma avaliação, muitos alunos procrastinavam com diversas outras distrações. Por exemplo, observei um aluno que estava desenhando em seu caderno, outros dois conversando sobre assuntos diversos e uma aluna utilizando um aplicativo de celular de rede social.

Ao término dos dois períodos de aula, o professor recolheu os trabalhos. Percebi que aqueles alunos que não se engajaram na atividade tinham conseguido copiar a resolução de alguns problemas que foram resolvidos por outros grupos e também entregaram suas folhas da atividade.

Acredito que a estratégia adotada pelo professor foi motivada, principalmente, pela sua avaliação de que os alunos se saíam mal numa avaliação individual tradicional tipo “prova”, haja vista o longo período de tempo que havia transcorrido entre a última aula que ele ministrara para a turma e essa aula, devido ao período de paralisação dos professores da rede estadual de ensino. A expectativa inicial do professor, de que os alunos poderiam em geral se saírem mal, provavelmente seria confirmada, tendo em vista que os alunos pareciam não ter estudado para uma avaliação, se houvesse nesse dia, e nem se mostraram muito preocupados com essa previsão.

Essa situação pode estar mostrando que aulas tradicionais para alunos desmotivados pouco contribuem para que eles se apropriem minimamente de conceitos da Física.

4.4.7 Observações 12 e 13

Turma E de 1º Ano EM.

Professor J

Dia 17 set. 2015, das 17h05min às 18h35min (2 períodos).

O professor que ministrava aulas nessa turma era o mesmo das turmas A, B e D (Professor J). Era uma turma de 1º ano do EM composta, nesse dia, por 20 (vinte) alunos, sendo 11 (onze) meninos e nove (9) meninas.

O professor apresentou-me para a turma. Depois, antes de iniciar sua aula, deu avisos e explicou para a turma que a prova que estava marcada para esse dia seria substituída por uma atividade em grupo, como fizera na turma anterior. Disse-lhes ainda que a atividade seria a resolução de cinco (5) questões sobre conteúdo de “Movimento Retilíneo Uniformemente Variado” (MRUV) e que antes faria uma revisão daquele conteúdo.

O desenvolvimento dessa aula foi muito semelhante ao feito na Turma D. O professor escreveu no quadro três questões de MRUV e, em seguida, resolveu-as, sempre incitando a colaboração dos alunos.

Observei que durante a revisão, poucos alunos colaboravam e/ou prestavam atenção. Era comum ver algum aluno distraído com o celular ou conversando com o colega sobre um assunto não relacionado com a aula. Mesmo o professor tendo dito que eles necessitariam do conhecimento abordado na revisão para resolverem as questões propostas no trabalho, não foi o suficiente para prender-lhes a atenção.

Terminado a etapa de revisão, o professor entregou aos alunos uma folha contendo uma seleção de cinco (5) questões sobre MRUV retirados do livro didático da turma e disse-lhes que poderiam resolvê-las em grupos, mas que cada aluno deveria entregar sua folha de respostas.

Iniciado a etapa de execução da atividade, o professor ficou prestando apoio e esclarecendo dúvidas dos alunos, ora sentado junto à sua mesa, ora visitando os grupos. Em algumas de suas visitas, o professor chamou a atenção daqueles alunos que não estavam executando a tarefa ou que estavam conversando sobre temas não relacionados com a atividade. O professor abordou um aluno que estava realizando uma atividade da disciplina de Geografia e perguntou-lhe: “*Na aula de Geografia vocês vão fazer os exercícios de Física?*” e o aluno nada respondeu.

Ao término do tempo de aula, o professor recolheu os trabalhos dos alunos.

Em geral, a maioria dos alunos demonstrou pouco interesse e engajamento na atividade proposta, mesmo tendo sido esta de caráter avaliativo.

4.4.8 Observações 14 e 15

Turma F de 3º Ano EM.

Professor K

Dia 21 set. 2015, das 13h30min às 15h10min (2 períodos).

O professor que ministrava aulas nessa turma era o mesmo da Turma C (Professor K).

Era uma turma de 3º ano do EM composta, nesse dia, por 14 (quatorze) alunos, sendo nove (9) meninos e cinco (5) meninas.

A aula foi iniciada com avisos e, logo depois, o professor fez a chamada. Após, o professor explicou que na aula seria feita uma atividade avaliativa que era a resolução de uma lista de problemas versando sobre “resistência elétrica”. Ele também explicou que, primeiramente, faria uma revisão do conteúdo para que logo em seguida eles passassem a resolver, em grupos, a lista de problemas. Enquanto o professor estava explicando um exercício de revisão para a turma, um aluno, discutindo com seu colega no fundo da sala, disse uma frase de baixo calão e o professor o repreendeu dizendo: “*Vamos manter o nível!*”.

O professor realizou apenas um exercício como revisão do conteúdo. Era um exercício de associação de resistores, onde se desejava determinar a resistência equivalente de um circuito de malha mista, ou seja, com combinações de resistores em série e em paralelo. Ele procurava explicar o procedimento que deveria ser feito para, aos poucos, ir reduzindo as malhas do circuito até a obtenção de uma resistência equivalente, mas sua explicação era um tanto quanto monológica, pois as perguntas que ele fazia, em princípio para a turma poder participar, eram respondidas quase que de imediato por ele mesmo, como por exemplo:

Professor: (Referindo-se a um nó [bifurcação] do circuito) *Por onde vai passar a maior parte da corrente?*

Professor: *Pelo lugar mais fácil.*

Professor: *E onde é o lugar mais fácil?*

Professor: *O que tem menor resistência.*

Professor: *E qual dos dois caminhos tem menor resistência? [...]*

Algumas vezes, os alunos respondiam ao questionamento do professor, outras vezes, interrompiam-no quando não entendiam. Esses alunos eram, principalmente, os que sentavam mais próximos ao quadro. Mesmo numa turma com poucos alunos e com vários lugares desocupados à frente, era notável a preferência de boa parte dos alunos pelos lugares mais afastados.

Num dado momento, no exemplo que estava sendo desenvolvido, surgiu a necessidade do cálculo da resistência equivalente numa associação em paralelo. O professor advertiu os alunos que não se podia somar associações em paralelo como fora feito com as associações em série e perguntou-lhes como deveria ser calculado. Um aluno respondeu: “*Com aquela 'esqueminha'.*”. E o professor, demonstrando aborrecimento, disse-lhe: “*Por que vocês não falam que 'esqueminha' é esse?!.*”. Percebi que nenhum aluno soube dizer qual era o “esqueminha”. Por “esqueminha”, os alunos estavam se referindo à relação matemática para a

obtenção da resistência equivalente da associação em paralelo de dois resistores:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} , \text{ onde } "R_{eq}" \text{ era a resistência equivalente e } "R_i" \text{ o valor de cada resistência}$$

na associação (resistências 1 e 2). Quando o professor inseriu os valores do problema em

questão na equação acima, ela obteve: $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{2,5} + \frac{1}{10}$. Então, o professor perguntou aos

alunos: *“Como fazer (resolver)?”* . Ele observou que alguns alunos estavam recorrendo à calculadora para obter o resultado e então falou: *“(Um aluno) Ele já está fazendo errado porque logo logo, lá na frente, não poderá usar a calculadora!”*.

O professor explicou aos alunos uma forma de se obter o resultado numérico da equação acima e quando terminou, um aluno disse: *“Ai que função (no sentido de “que trabalhoso!”) isso aí professor!”*, aparentemente contestando que era um desgaste que poderia ser evitado.

Para completar esse exemplo/revisão, o professor utilizou praticamente um período de aula.

Após, o professor entregou uma folha com sete (7) questões e pediu que os alunos trabalhassem na resolução delas até o término da aula e que as respostas obtidas deveriam ser entregues no fim da aula.

Percebi que poucos alunos de fato se engajaram na atividade. Foi possível verificar que oito (8) alunos, em dois grupos de quatro (4), permaneceram conversando sobre assuntos alheios à aula, enquanto que o restante tentava resolver a lista. O professor, por vezes, chamava a atenção dos alunos que apenas conversavam, mas não obteve sucesso. O professor procurava ajudar os poucos alunos que estavam tendo dificuldades por estarem tentando resolver as questões. Em um dado momento, ele perguntou, para um dos grupos de quatro alunos que não estavam realizando a atividade: *“Já tentaram?”* e eles disseram: *“Já!”*. O professor então lhes disse: *“Mentira! Pura mentira! [...] Não posso fazer milagre depois.”*. Quando o professor estava retornando para a sua mesa, um aluno daquele grupo fez um sinal obscuro, com as mãos, em sua direção, demonstrando não estar preocupado com a atividade e desrespeitando-o. Poucos minutos depois, o professor voltou a convidar aquele mesmo grupo para participarem da tarefa, dizendo: *“Pessoal, vamos trabalhar um pouquinho? O trabalho enobrece!”*. Mas, novamente, não obteve sucesso.

Quando terminou a aula, o professor recolheu os trabalhos e avisou que não seria dada outra oportunidade.

Pareceu-me que a relação professor-aluno estava um pouco desgastada nessa turma, porque menos da metade dos alunos interagiram com o professor, tanto respondendo às suas perguntas quanto indo sanar dúvidas com ele. O professor, por sua vez, pareceu-me um pouco desestimulado a dar aulas para àquela turma, pois, em boa parte do seu desenvolvimento da revisão, ele manteve um discurso monológico, talvez fruto de seu descontentamento com a turma, acumulado ao longo do ano letivo; quiçá associado com as situações salariais que a categoria vinha sofrendo. Era difícil avaliar as variáveis aí envolvidas, mas o fato é que o ensino e a aprendizagem eram pouco eficazes.

4.4.9 Observações 16 e 17

Turma G de 3º Ano EM.

Professor K

Dia 21 set. 2015, das 15h10min às 17h05min (2 períodos).

Essa era uma turma de 3º ano do EM e tinha como professor titular o mesmo professor das turmas C e F (Professor K). Nesse dia, a turma estava composta por 19 (dezenove) alunos, sendo sete (7) meninos e 12 (doze) meninas. O professor começou a aula dando alguns avisos e fazendo a chamada. Enquanto ele fazia a chamada, havia muito barulho de conversas na sala e ele interveio dizendo: *“Assim não dá! Assim vocês tão me tirando toda a ilusão!”*. Ele continuou a fazer a chamada e, passado poucos segundos, surpreendentemente fez o seguinte desabafo: *“Ai Senhor, que decepção! Não quero mais brincar!”*.

O professor explicou para a turma como seria desenvolvida a aula nesse dia, a qual foi muito semelhante à aula que fora desenvolvida na Turma F. Ele resolveu um exercício sobre associação de resistores num circuito misto (caracterizado pelo uso de trechos com associação de resistores em série e em paralelo) como forma de revisão do conteúdo desenvolvido em outras aulas.

Um fato interessante que percebi foi que um aluno perguntou para o professor sobre minha presença em sala de aula, visto que ele não me havia apresentado para a turma. O professor explicou que eu era um estagiário de docência em Física etc., daí um aluno fez o seguinte comentário: *“Pensei que não existia mais pessoas querendo ser professor!”*.

O que se pode apreender com essa passagem é que os próprios alunos percebem a falta de reconhecimento do profissional da educação o que não deixa de ser um paradoxo, dado que os próprios alunos, às vezes, desrespeitavam o professor. Possivelmente a escola precise ser repensada.

Durante a resolução do exercício de revisão, o professor percebeu que havia alguns alunos distraídos com o uso do celular, então ele chamou a atenção desses alunos dizendo: “*Vamos guardar esse maldito telefone?!*”. Em outro momento, o professor fez uma pergunta sobre qual o caminho mais fácil para passar a corrente elétrica depois de um nó do circuito que ele estava analisando (o qual dependerá da resistência equivalente em cada trecho, sendo que quanto menor a resistência maior a corrente que passará) dizendo: “*Qual o caminho mais fácil?*” e um aluno respondeu, em tom jocoso: “*As drogas!*”. O professor, por sua vez, respondeu-lhe com um sorriso irônico.

Também, em outro momento foi necessário a aplicação da regra para a obtenção da resistência equivalente para um trecho do circuito com associação de resistores em paralelo. Novamente, a exemplo do que aconteceu no relato para a Turma F, anterior, chegou-se a

seguinte equação: $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{2,5} + \frac{1}{10}$. O professor perguntou aos alunos como poderia ser

obtido o resultado da equação acima e nenhum aluno soube lhe responder. O professor, insistindo, falou: “*Calculem!*”. Como nenhum aluno se manifestou, acrescentou: “*Aqui o povo se atrapalha só porque tem matemática!*”. Assim, ele começou a explicar como deveria

ser procedido chegando até a seguinte etapa: $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{2}$. Então, perguntou novamente: “*E aí, o que fazer? Quanto vale 'R'?*” e um aluno corretamente respondeu: “*Dois.*”.

Terminada a etapa de revisão, o professor entregou para cada aluno uma folha contendo sete (7) problemas envolvendo associação de resistores. Ele explicou para os alunos que os problemas deveriam ser resolvidos em sala de aula, podendo ser em grupos, mas que recolheria as respostas de cada aluno individualmente. Poucos minutos depois foi feito um intervalo de 15 minutos para o recreio e, na volta, deu-se continuidade à atividade.

O professor, percebendo que poucos alunos estavam, de fato, trabalhando na resolução das questões, disse à turma que começaria a avaliar o comportamento deles em aula, acredito que na tentativa de “impulsionar” os alunos a engajarem-se na atividade. O professor também procurava chamar a atenção dos alunos desinteressados, individualmente, indo até eles e solicitando que guardassem celulares, tirassem os fones de ouvido etc. Em um desses momentos de atuação do professor, ouvi um aluno retrucar em voz baixa, dizendo: “*Não vou fazer nada. Procuo na internet.*”. Os poucos alunos que participavam da atividade interagiam com mais frequência com o professor. Ao término da aula, o professor recolheu as respostas daqueles alunos que participaram da atividade. Eu não pude precisar a quantidade de alunos

que deixaram de entregar sua avaliação.

Essa era a terceira turma desse professor que eu observava e pareceu-me que a relação dele com os seus alunos era, em geral, ruim. Evidentemente, não tenho condições de apontar as causas dessa suposição, mas percebi que o professor já adentrava à sala de aula um tanto desestimulado, como comentado anteriormente.

4.4.10 Observações e monitoria 18 e 19

Turma A de 2º Ano EM.

Professor J

Dia 23 set. 2015, das 13h30min às 15h10min (2 períodos).

O professor iniciou a aula dando avisos e fazendo a chamada. Ele disse aos alunos que para fechar o conceito do trimestre, eles realizariam um trabalho avaliativo, em duplas, com consulta ao caderno e com entrega no término da aula. Em seguida, o professor entregou-lhes uma folha contendo cinco (5) questões que versavam sobre o conteúdo de “Empuxo”.

A maioria dos alunos, prontamente iniciou a resolução das questões. Porém, poucos minutos depois de terem iniciado, alguns alunos já se dirigia ao professor para sanar suas dúvidas. O professor disse-lhes que eles deveriam persistir mais na busca por sanar as próprias dúvidas antes de consultá-lo. Também lhes disse que procurassem consultar mais o caderno buscando exemplos desenvolvidos em outras aulas, argumentando que as questões propostas para esse trabalho eram parecidas com aquelas que já tinham resolvido em aula.

Mesmo com a recomendação do professor, alguns alunos iam falar com ele para pedir ajuda. Por exemplo, havia um problema que envolvia o cálculo da força necessária para suspender um carro, com velocidade constante, usando um macaco hidráulico. Nesse problema, era dado a massa do carro que estava apoiado sobre um dos lados do macaco hidráulico e os valores das áreas onde as forças eram aplicadas. Os alunos não conseguiram identificar que, pelo princípio de Arquimedes, levando em consideração que o macaco hidráulico funcionava com um fluido incompressível, uma força exercida em um dos lados, o de menor área, gera uma pressão que se transmite no fluido e que, por ter o outro lado uma área muito maior, haverá uma força também maior. Assim, o macaco hidráulico é um multiplicador de força.

Nessa aula, realizei monitoria auxiliando um grupo de alunos na resolução de um problema envolvendo a determinação do peso aparente medido por um dinamômetro que sustentava um bloco totalmente imerso em água. As dúvidas desse grupo eram: *O que é um*

dinamômetro? Como se mede o peso aparente com um dinamômetro? O que é peso aparente? Então, comecei a explicar perguntando se eles lembravam que na aula de laboratório¹¹ sobre empuxo tinha um tubo, com uma mola dentro, que usaram para suspender uma massa e que fora possível fazer a leitura, numa escala graduada do equipamento, da força peso devido à gravidade da Terra. Eles responderam que sim, e eu lhes disse que aquele equipamento tinha o nome de *dinamômetro*. Em seguida, expliquei que se estamos suspendendo no ar uma massa com um dinamômetro, este dinamômetro está calibrado para nos fornecer o peso real do corpo devido à gravidade, mas que se suspendêssemos essa mesma massa imersa em um fluido mais denso, o dinamômetro mediria um peso aparente devido ao empuxo maior que passaria a atuar no corpo no sentido contrário ao da força peso.

Percebi que mesmo eu tendo dado essa explicação, os alunos não conseguiam fazer uso dessas informações aliadas com as respectivas representações na forma de equações disponíveis para tratar o problema. Então, eu tive que ir, aos poucos, fornecendo mais informações, até que praticamente eu já tinha descrito todo o procedimento, inclusive com as equações, mas eles não entendiam. Acredito que eles tinham um conhecimento extremamente limitado sobre o equilíbrio de forças e o significado do empuxo.

Terminada a aula, o professor recolheu as folhas de resposta dos grupos.

Notei que os alunos dessa turma tinham muita dificuldade de aplicar os conceitos nos problemas propostos porque, simplesmente, não tinham conhecimento dos conceitos em si, mesmo tendo o professor trabalhado aqueles conceitos com na resolução de exercícios semelhantes em outras oportunidades. Possivelmente fossem necessárias novas e diversificadas situações para darem sentido aos conceitos, e também mais tempo para que os alunos pudessem conceitualizar, na acepção de Vergnaud.

4.4.11 Observações 20 e 21

Turma B de 2º Ano EM.

Professor J

Dia 23 set. 2015, das 15h10min às 17h05min (2 períodos).

O professor iniciou sua aula dando avisos e fazendo a chamada. Em seguida, explicou como seria conduzida a aula desse dia. Disse que, como forma de avaliação, os alunos deveriam participar de um trabalho avaliativo, em duplas. O trabalho avaliativo era uma lista de problemas composta de sete (7) questões envolvendo o conhecimento de “Empuxo”. Era

¹¹ Eu não participei dessa aula de laboratório, mas o professor da turma havia me relatado em outro momento.

uma atividade com o mesmo planejamento executado na Turma A, no mesmo dia (23 set. 2015).

Após o professor ter explicado a atividade, entregou uma folha com as questões para cada dupla e autorizou que iniciassem a sua resolução. Quando o professor observou que alguns alunos estavam usando o celular, chamou a atenção de toda a turma dizendo para guardarem os celulares e aproveitarem que, durante todo o semestre, não tinham feito nenhuma avaliação individual.

Pouco tempo depois, uma dupla foi até o professor para pedir-lhe ajuda. O professor, então, solicitou-lhes que mostrassem seus cadernos com o conteúdo de Física. Os alunos, porém, não tinham levado para a aula seus cadernos e o professor disse-lhes: “*Como vocês querem aprender se nem consultam o caderno?!*”. Então a dupla pediu o caderno de um colega de outra dupla, mas eles também não tinham. Mesmo assim, o professor procurou ajudá-los.

Terminado o primeiro período de aula, foi dada a pausa para o recreio. Na volta, a maioria dos alunos não retornou imediatamente para a atividade. O professor, percebendo a relutância deles em continuar a atividade, disse para a turma que, quando tocasse o sinal, não os esperaria para “*passar as questões a limpo*”, pois ele havia definido que as respostas deveriam ser feitas à caneta. Nesse momento um aluno perguntou para o professor quantas questões ele deveria acertar para obter um conceito satisfatório e o professor respondeu-lhe: “*Te preocupa primeiro em resolver as questões!*”. Também, um pouco depois, surpreendentemente, uma aluna foi até a mesa do professor e lhe entregou a folha de questões sem respostas e disse-lhe que não sabia fazer. Outro aluno perguntou se poderia ser consultado o livro e o professor respondeu que não.

A aula encerrou e o professor recolheu as folhas com as respostas daqueles que conseguiram fazer a tarefa. Percebi que poucos alunos, em princípio, entregaram a resolução de todas as questões. Por outro lado, foi possível observar que a maioria dos alunos apenas entregou fragmentos de resolução. Essa turma demonstrava ter muita dificuldade em resolver problemas de Física, mesmo tendo sido feito muitos exemplos do conteúdo, conforme me relatou o professor. Pareceu-me que muitos alunos não tinham o hábito de revisar minimamente os conteúdos em casa, visto que nem tinham se preparado para a aula, nem mesmo levaram seus cadernos.

4.4.12 Observações 22 e 23

Turma A de 2º Ano EM.

Professor J

Dia 28 out. 2015, das 13h30min às 15h10min (2 períodos).

Essa aula foi observada uma semana após eu ter terminado meu período de regência que foi realizado em duas turmas de 2º ano nas quais introduzi conceitos de Termodinâmica. Como eu não tinha abordado, explicitamente, o conceito de calor latente, nem o cálculo do calor necessário para provocar mudanças de fase nos materiais, o professor da turma resolveu, antes de abordar o tema “calor latente”, fazer uma breve revisão do que eu havia desenvolvido com a Turma A, buscando identificar quais conceitos relacionados com o novo tema, os alunos já conheciam.

O professor iniciou revisando os conceitos de calor e temperatura. Ele fez uma série de perguntas aos alunos, do tipo: “*O que é calor?*”, “(Numa troca de calor entre dois corpos a temperaturas diferentes) *Quem perde e quem recebe calor?*”, “*O que é temperatura?*”, “(Sobre calor e temperatura) *O que é propriedade do corpo?*” etc. Para a pergunta sobre o que era temperatura, um aluno respondeu que temperatura era a medida do grau de agitação das moléculas. Para a pergunta sobre o que é propriedade do corpo, os alunos não souberam responder, então o professor insistiu e perguntou: “*Um corpo tem calor ou um corpo tem temperatura? Qual desses é propriedade do corpo?*”. Os alunos responderam que a temperatura era uma propriedade do corpo.

Nesse momento, o professor alertou os alunos que no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) desse ano (2015) teve duas questões de “Calorimetria”, acredito que ele fez esse comentário como forma de incentivar os alunos continuarem se empenhando no estudo do tema.

Continuando sua revisão e já fazendo a transição para o tema principal da aula, o professor perguntou para os alunos o que poderia acontecer com um corpo que recebe ou cede calor, além da variação da temperatura. Ninguém soube responder e o professor acrescentou que o corpo poderia mudar de estado físico da matéria e perguntou para os alunos se eles se lembravam dos nomes dos estados físicos da matéria, obtendo a resposta esperada.

O professor prosseguiu e perguntou se os alunos sabiam dizer os nomes que são dados para as transformações de estado físico. Os alunos não responderam de imediato, mas o professor insistiu fazendo mais perguntas, como por exemplo: “*Como se chama quando*

saímos do estado sólido e vamos para o estado líquido?” etc. Alguns alunos lembraram que se chamava fusão. O professor também fornecia exemplos e/ou perguntava para os alunos se eles podiam também exemplificar. Por exemplo, o professor perguntou se eles podiam dar algum exemplo de substâncias que podem sofrer sublimação e eles responderam naftalina e gelo seco.

O professor seguiu perguntando se a pressão afetava as mudanças de estado físico. Alguns alunos disseram que sim, mas não souberam explicar o porquê.

Avançando um pouco mais, o professor começou a explicar o conceito de calor latente e, quando estava resolvendo um determinado exemplo que envolvia o cálculo do calor necessário para provocar a fusão de um bloco de gelo de massa 1 kg, inicialmente à temperatura de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, perguntou para a turma quanto calor seria necessário para, primeiramente, elevar a temperatura do gelo. Os alunos não responderam de imediato e o professor, insistindo, perguntou para eles: *“Qual o significado de calor específico? [...] Se eu disser para vocês que o calor específico do gelo é zero vírgula cinco (0,5) calorias por grama graus Celsius e que temos um quilograma de gelo, qual o calor necessário para elevar a temperatura desse gelo em um grau Celsius?”*. Após os alunos pensarem um pouco, uma aluna respondeu, corretamente: *“Quinhentas (500) calorias.”*

Quando o professor estava explicando a equação do calor latente, apresentando-o na forma: $Q=L\cdot m$, com “Q” sendo o calor, “L” o calor latente e “m” a massa, perguntou para os alunos: *“Tem delta T aqui?”* (referindo-se à variação de temperatura, a qual aparece na equação da transferência de calor). Um aluno, desviando da pergunta feita, perguntou: *“Professor, isso é litro vezes massa?”* (talvez se confundindo com a representação simbólica da unidade de volume, em litro, “L”). O professor respondeu: *“Não é litro isso!”* e insistiu na sua pergunta anterior procurando alertá-los de que enquanto o material está sofrendo a mudança de estado físico, ele não tem sua temperatura variada e que somente após toda a transformação de fase concluir seria possível o corpo variar sua temperatura.

Em suma, essa aula estendeu-se um pouco mais com a resolução de exemplos durante o restante do tempo e o professor, ao final, indicou alguns exercícios do livro como fechamento de sua aula. Foi uma aula bastante dialogada e com boa participação dos alunos.

4.4.13 Observações 24 e 25

Turma B de 2º Ano EM.

Professor J

Dia 28 out. 2015, das 15h10min às 17h05min (2 períodos).

Essa foi uma aula que, como na Turma A, ocorreu na semana seguinte ao término do meu período de regência nas turmas (A e B). O professor titular de Física da turma iniciou essa aula procurando desenvolver uma revisão aos conceitos que eu tinha trabalhado visando mapear o que os alunos tinham de conhecimentos necessários para ele prosseguir com o tema de “calor latente”.

Nos primeiros momentos da aula, um aluno perguntou para o professor se aquilo que eu tinha desenvolvido seria objeto de sua avaliação também, uma vez que não fora ele que “ensinara” e o professor respondeu: *“Conteúdo dado será cobrado, independente de quem foi.”*

O professor perguntou para a turma: *“Equilíbrio térmico! O que é isso?”*. A turma não respondeu de imediato e ele insistiu com a mesma pergunta. Então, um aluno respondeu: *“Quando todo sistema está na mesma temperatura.”*. Assim, o professor fez outra pergunta: *“O que é temperatura?”* e outro aluno respondeu não confiante na sua resposta: *“Calor?!”* e o professor disse-lhe: *“Olha no caderno!”*. Vários alunos começaram a procurar a resposta nos seus cadernos, mas não encontravam a resposta e um aluno perguntou para o professor se ele poderia ir até seu armário, que ficava no corredor em frente às salas de aula, para pegar o seu livro para consultar. O professor, então, fez uma pausa em sua explicação e perguntou para toda a turma quem tinha o livro guardado no armário e muitos levantaram o braço. Logo depois, o professor disse-lhes ironicamente: *“O armário tá aprendendo bastante!”* e completou dizendo: *“Vou começar a pegar os livros de quem não usa para entregar para quem está interessado!”*. O professor no entanto não deixou-os pegarem os livros no armário.

O professor continuou sua explicação dizendo que a temperatura é uma propriedade do corpo e, em seguida, explicou o conceito de calor e perguntou para a turma qual era o sentido da troca de calor entre dois corpos. Um aluno respondeu que era do (corpo) “quente” para o (corpo) “frio” e o professor lhe corrigiu dizendo: *“Isso não existe! É do (corpo) de maior temperatura para o de menor temperatura.”*

O professor explicou novamente o que significava o calor específico. Deu um exemplo do uso do conceito de calor específico no processo de cálculo da energia necessária para se

elevar a temperatura da água de 0 °C até 100 °C. Depois, ele explicou os processos de transferência de calor, os estados físicos da matéria e sua relação com o calor latente.

Desenvolvendo um exemplo com o uso da definição de calor latente no processo de vaporização da água, o professor lançou uma pergunta para que os alunos pesquisassem e lhe entregassem uma resposta na próxima aula. A pergunta foi: *“Por que o vapor de água do chuveiro condensa se não tomamos banho com água a 100 °C?”*. Considero que essa foi uma boa questão levantada em sala de aula que gerou um momento de reflexão coletivo. Outra questão levantada pelo professor foi: *“Como sabemos que a água está a 100 °C, sem pôr o termômetro?”*. Um aluno respondeu: *“Pelos bolhas!”*.

O professor aos poucos foi desenvolvendo alguns exemplos de aplicação da equação do calor sensível, com variação de temperatura, em combinação com a equação do calor na mudança de estado físico e percebeu que muitos alunos já tinham dispersado a atenção, principalmente com conversas entre colegas. Então ele chamou-lhes a atenção dizendo: *“Vocês tão muito inquietos! Vou ditar os exercícios do livro para vocês resolverem em aula, pra ver se vocês fazem silêncio!”*

O professor ditou uma parte dos exercícios e fez o intervalo para o recreio. Na volta do recreio, ele concluiu o ditado e disse aos alunos: *“Podem começar, porque vocês levam pra casa e não fazem.”*

No restante da aula, o professor ficou sanando dúvidas nos pequenos grupos até o término da aula.

Em comparação com a Turma A, essa turma era, em geral, um tanto mais avessa a ter que prestar atenção nas resoluções matemáticas de problemas de Física. Como frequentemente eles dispersavam a atenção durante as explicações de exemplos, quando se deparavam com atividades de resolução de exercícios, não se saíam bem. Também, como esses alunos não aparentavam ter o hábito de usar o livro de Física, provavelmente não estudavam por conta própria os conteúdos trabalhados em sala de aula em outros momentos. De maneira geral, esse tipo de comportamento parecia generalizado nessa escola.

5 PLANEJAMENTO DAS AULAS E REGÊNCIA

Neste capítulo são apresentados os Planos de Aula construídos para a realização da Regência, que se deu em duas turmas do 2º ano do Ensino Médio (EM), a saber: Turmas A e B. O quadro abaixo contém o cronograma de Regência com a síntese dos conteúdos trabalhados e as estratégias seguidas.

Quadro 1 – Cronograma de Regência nas turmas A e B.

Aula	Data	Conteúdos a serem trabalhados	Objetivos de ensino	Estratégias de Ensino
1 e 2	30 set. 15	Introdução ao estudo da termodinâmica Temperatura e calor	<ul style="list-style-type: none"> - Descrever os conceitos de temperatura e calor; - Perceber que existem diferenças entre esses conceitos no cotidiano e na Física, isto é, na Ciência; - Relacionar os conceitos físicos de temperatura e calor com situações vivenciadas pelos alunos; - Analisar as transformações de energia em situações propostas através de simulações computacionais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exposição dialogada (texto); - Demonstração experimental; - Simulações computacionais; - Exercícios para casa; - Tarefa de Leitura para casa.
3 e 4	7 out. 15	Estados físicos da matéria (sólido, líquido e gasoso) Interpretação qualitativa do conceito de temperatura segundo a teoria cinética clássica, isto é, de uma perspectiva microscópica Conceito de energia interna dos materiais	<ul style="list-style-type: none"> - Distinguir as características microscópicas dos três principais estados físicos da matéria (sólido, líquido e gasoso); - Associar o movimento de translação média dos átomos e moléculas que formam os materiais (sólidos, líquidos e gasosos) com a temperatura dos mesmos segundo os pressupostos da teoria cinética clássica; - Relacionar as possíveis formas distintas de energia associadas com os constituintes de um dado material com o conceito de energia interna; - Analisar qualitativamente o gráfico da energia potencial de ligação de uma molécula diatômica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Correção dos exercícios deixados para casa; - <i>Feedback</i> da Tarefa de Leitura; - Exposição dialogada (texto); - Simulações computacionais; - Exercícios para casa; - Nova Tarefa de Leitura para casa.

5 e 6	14 out. 15	<p>Capacidade térmica</p> <p>Calor específico</p> <p>Representação gráfica para a obtenção do calor específico</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Descrever o conceito de capacidade térmica; - Construir habilidade na resolução de questões didáticas envolvendo o conceito de capacidade térmica; - Analisar um gráfico de temperatura como função do calor para um corpo (absorve ou cede calor) e, assim, chegar ao conceito de calor específico; - Diferenciar capacidade térmica de calor específico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Correção dos exercícios deixados para casa; - <i>Feedback</i> da Tarefa de Leitura; - Exposição dialogada; - Uso de planilha eletrônica; - Exercícios para casa.
7 e 8	21 out. 15	<p>Questões conceituais, sobre os conteúdos das Aulas de 1 a 6</p> <p>Situações-problema, compatíveis com as Aulas de 1 a 6, para a solução em duplas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Movimentar seus invariantes operatórios, supostamente em fase de construção a partir das aulas anteriores, visando reforçá-los através de suas ações para a solução de questões conceituais envolvendo os conceitos de temperatura, calor, energia interna e calor específico; - Desenvolver a habilidade de argumentação, sempre que as questões conceituais suscitarem discussões; - Desenvolver e/ou construir esquemas pertinentes para a solução de situações-problema que envolvam os conceitos de temperatura, calor e calor específico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Uso do método IpC modificado; - Trabalho avaliativo em duplas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.1 REGÊNCIA NA TURMA A

A Turma A de 2º ano do EM era composta por 32 (trinta e dois) alunos e tinham aula de Física em dois (2) períodos consecutivos nas quartas-feiras, das 13h30min às 15h10min, contabilizando um total de duas (2) horas-aula semanais.

5.1.1 Aulas 1 e 2 (30 de setembro de 2015)

5.1.1.1 Plano das aulas 1 e 2

Data: 30 de setembro de 2015

Carga horária: 2 horas-aula

Conteúdo

- Introdução ao estudo da termodinâmica;
- Temperatura e calor.

Objetivos: oferecer condições de aprendizagem para que o aluno possa:

- descrever os conceitos de temperatura e calor;
- perceber que existem diferenças entre esses conceitos no cotidiano e na Física, isto é, na Ciência;
- relacionar os conceitos físicos de temperatura e calor com situações vivenciadas pelos alunos;
- analisar as transformações de energia em situações propostas através de simulações computacionais.

Procedimentos:

Atividade inicial

- Iniciarei com um diálogo sobre a área da física que se ocupa de fenômenos térmicos, a Termodinâmica;
- Farei e incitarei os alunos a participarem de um experimento sobre sensações térmicas (usando bacias com água quente, gelada e na temperatura ambiente), como situação-problema inicial na acepção da teoria de Vergnaud.

Desenvolvimento

- Entregarei um texto¹² que será lido em etapas seguidas de explicações e discussões a partir de dúvidas dos alunos;
- Apresentarei o conceito de calor na Física como uma forma de transferência de energia;
- Utilizarei simulações computacionais¹³ para ilustrar e discutir diferentes situações que envolvem transferências de energia e também distintas formas de energia;
- Incentivarei a participação dos alunos na explicação de cada nova situação proposta pelas simulações.

Fechamento

- Promoverei uma discussão final com uma análise qualitativa do funcionamento de um termômetro;
- Mostrarei alguns termômetros (clínico e de laboratório);
- Proporei algumas questões para fixação dos conteúdos e incentivarei que

12 Texto de minha autoria intitulado “Temperatura e calor” que poderá ser visto no APÊNDICE A.

13 *PhET Interactive Simulations. Formas de energia e transformação.* Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/energy-forms-and-changes>. Acesso em: 9 set. 2015.

respondam com base na consulta ao livro texto.

Recursos:

- Computador com *data show* e aplicativo das simulações pré-instalado;
- Texto impresso para ser entregue aos alunos;
- Bacias com água (temperatura ambiente, quente e gelada) e toalha;
- Termômetros;
- MUC (materiais de uso comum).

Avaliação:

- Desempenho dos alunos nas questões propostas, com base na qualidade das respostas e se demonstram indícios de aprendizagem.

5.1.1.2 Relato de regência das aulas 1 e 2

Iniciando o meu período de regência, uma das turmas escolhidas para tal, como já referido, foi a Turma A de 2º ano do Ensino Médio (EM). A aula preparada para essa turma era sobre os conceitos de temperatura e calor, conforme o Plano das aulas 1 e 2. Ela foi dividida em três grandes momentos i) a realização de uma experiência de sensações térmicas utilizando baldes com água a temperaturas diferentes, ii) uso de uma simulação ilustrativa do conceito de calor e transformações de energia e iii) discussão sobre o funcionamento básico dos termômetros de mercúrio e álcool etílico com a exposição de um exemplar de cada um deles e de um termômetro digital usado para alimentos.

Inicialmente, fiz a chamada da turma e depois entreguei o texto (ver no Apêndice A) que eu havia preparado para que servisse de leitura de acompanhamento da aula. A ideia era que ele fosse usado em pequenas leituras parciais feitas por alunos voluntários e em voz alta para a turma, com minha posterior explicação do trecho lido. Porém, tendo sido lido e explicado a parte introdutória, percebi que a dinâmica da sala de aula estava engessada e, além disso, poucos alunos se voluntariavam para fazer a leitura dos trechos pedidos fazendo com que, frequentemente, tais leituras ficassem restritas a cerca de três alunos. Então, terminado a parte introdutória e iniciado a apresentação da experiência de sensações térmicas, resolvi que eu deveria abandonar a estratégia da leitura do texto e partir diretamente para a minha explicação do conteúdo do texto, deixando o material como fonte de consulta.

Na realização da experiência de sensações térmicas, eu solicitei voluntários para se submeterem a ela e apenas três alunos aceitaram. O experimento consistia em colocar inicialmente cada mão em bacias com água a temperaturas diferentes, uma morna e uma gelada, e depois de um tempo colocá-las imersas numa mesma bacia com água à temperatura

ambiente. Os alunos que participaram, deram seu testemunho para a turma da sensação térmica que estavam experimentando e eu completei com uma explicação breve. A explicação que dei foi que a mão posta na bacia com água morna fica com sua temperatura um tanto elevada em comparação com a da água à temperatura ambiente e que, quando mergulhamos essa mão na água, a água “rouba” a energia dando-nos uma sensação de frio etc. Enquanto fazia minha explicação, percebi que alguns alunos já possuíam uma boa explicação do fenômeno e outros alunos procuravam explicar para os colegas próximos.

Na sequência, eu passei a discutir, já diretamente, sem o auxílio do texto entregue, o conceito de calor. Desenvolvi a ideia de calor como a transferência de energia entre corpos que estão em diferentes temperaturas e que o sentido de transferência do calor ocorre do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura. Resgatei os conceitos de energia potencial gravitacional e energia cinética para mostrar-lhes que as diferentes formas de energia podem transformar-se entre si e que o calor era medido na mesma unidade de medida de todas as outras formas de energias, em joule no SI. Ato contínuo, utilizei um aplicativo computacional¹⁴ para mostrar-lhes ilustrativamente tanto a ideia de calor quanto a ideia de transformações entre tipos de energia. Nessa etapa da aula, o diálogo com os alunos tornou-se mais intenso, pois a participação deles, com perguntas e inserções de conhecimento, foi aumentando conforme os aspectos ilustrativos do *software* eram apresentados e explicados.

Na parte final da aula, foi-lhes apresentado os termômetros de mercúrio e álcool etílico e explicado o seu princípio básico de funcionamento, já utilizando o conceito de calor e evidenciando a resposta do líquido termométrico ao calor. Finalizei a aula solicitando aos alunos que respondessem em casa as questões do final do texto que lhes fora entregue e que fizessem uma leitura prévia da Seção 1, do Capítulo 9 do seu livro-texto¹⁵ como preparação para a aula seguinte. Pedi que fizessem anotações dos aspectos que lhes chamassem a atenção e dos que não conseguissem compreender e entregassem essas anotações na próxima aula para que eu pudesse dar mais atenção aos aspectos destacados por eles.

Considero que a aula conseguiu atingir os objetivos propostos, uma vez que os alunos, por vezes, participaram das discussões e, em geral, mantiveram sua atenção nos tópicos apresentados intervindo sempre que tinham curiosidades ou desejassem acrescentar algo.

14 *PhET Interactive Simulations. Formas de energia e transformação.* Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/energy-forms-and-changes>. Acesso em: 9 set. 2015.

15 BARRETO FILHO, Benedito; SILVA, Claudio Xavier da. **Física aula por aula: mecânica dos fluidos, termologia, óptica - 2º ano.** Ed. 2. São Paulo: FTD, 2013.

5.1.2 Aulas 3 e 4 (7 de outubro de 2015)

5.1.2.1 Plano das aulas 3 e 4

Data: 7 de outubro de 2015

Carga horária: 2 horas-aula

Conteúdo:

- Estados físicos da matéria (sólido, líquido e gasoso);
- Interpretação qualitativa do conceito de temperatura segundo a teoria cinética clássica, isto é, de uma perspectiva microscópica;
- Conceito de energia interna dos materiais.

Objetivos: oferecer condições de aprendizagem para que o aluno possa:

- distinguir as características microscópicas dos três principais estados físicos da matéria (sólido, líquido e gasoso);
- associar o movimento de translação média dos átomos e moléculas que formam os materiais (sólidos, líquidos e gasosos) com a temperatura dos mesmos segundo os pressupostos da teoria cinética clássica;
- relacionar as possíveis formas distintas de energia associadas com os constituintes de um dado material com o conceito de energia interna;
- analisar qualitativamente o gráfico da energia potencial de ligação de uma molécula diatômica.

Procedimentos:

Atividade inicial

- Iniciarei com um breve *feedback* aos alunos sobre as respostas dadas por eles às questões propostas na aula anterior, sanando eventuais pontos de incompreensão;
- Entregarei um texto¹⁶ complementar da aula como material de estudo e de exercícios;
- Promoverei um diálogo introdutório sobre a visão microscópica dos materiais em geral, perguntarei o que sabem a respeito, quais são suas concepções etc;

Desenvolvimento

- Utilizarei o aplicativo¹⁷ de simulações do *PhET* para ilustrar as características dos materiais sólidos, líquidos e gasosos e para distinguir esses estados microscopicamente.

16 Texto de minha autoria intitulado “Energia interna” que pode ser visto no APÊNDICE B.

17 *PhET Interactive Simulations. Estados da Matéria.* Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/states-of-matter>. Acesso em: 17 set. 2015.

- Dialogarei sobre a interpretação da temperatura segundo a teoria cinética clássica.
- Utilizarei o aplicativo de simulações anteriormente citado para ilustrar e rediscutir a interpretação da temperatura segundo o movimento dos constituintes dos materiais;
- Dialogarei sobre o conceito de energia interna e em seguida retornaremos ao aplicativo de simulações para ilustrarmos tal conceito, inclusive analisando qualitativamente a energia potencial de ligação de moléculas diatômicas.

Fechamento

- Promoverei uma retomada, com perguntas aos alunos, sobre os pontos principais discutidos na aula;
- Proporei algumas questões para fixação dos conteúdos e incentivarei que respondam com base nas suas anotações de aula, bem como na leitura e consulta ao texto distribuído e ao livro texto.

Recursos:

- Computador com *data show*;
- Aplicativo das simulações pré-instalado (aplicações do *PhET*);
- Texto impresso para ser entregue aos alunos;
- MUC (materiais de uso comum).

Avaliação:

- Desempenho dos alunos nas questões propostas, com base na qualidade das respostas e se demonstram indícios de construção ou modificação de esquemas ou conhecimentos em invariantes operatórios como propõe Vergnaud.

5.1.2.2 Relato de regência das aulas 3 e 4

Iniciei essa aula solicitando aos alunos que me entregassem suas anotações sobre a leitura que eu lhes havia pedido que fizessem ao término da aula anterior sobre o modelo de um gás ideal. Também perguntei se haviam tentado responder às questões do final do texto que lhes fora entregue.

Quanto à primeira tarefa, as principais dúvidas que eles apontaram diziam respeito aos conceitos de: gás ideal (ou gás perfeito), volume de um gás, e processo empírico. Sobre as dúvidas apontadas, respondi que o gás ideal ou gás perfeito refere-se a um modelo físico, isto é, uma simplificação para um gás constituído de um único tipo de átomos, que não interagem formando ligações interatômicas, e que tal gás pode ser imaginado como constituído de

minúsculas partículas que se chocam entre si e com as paredes do recipiente onde estão encerradas como se fossem bolinhas em colisões elásticas. Expliquei que uma das medidas que podem ser feitas num gás é a medida de seu volume, o qual é determinado pela forma do próprio recipiente. Sobre o processo empírico, expliquei que diz respeito a procedimentos que podem ser feitos experimentalmente.

Quanto à segunda tarefa, cerca de cinco alunos conseguiram responder às questões propostas e, os demais, ou não tentaram ou responderam apenas algumas. Assim, resolvi visitar as questões, lendo-as em voz alta e pedindo que algum aluno que tivesse respondido, lesse a sua resposta para a turma, com meu posterior reforçamento da resposta correta. Terminado todas as questões, encerrei essa atividade de *feedback*.

Iniciei a aula propriamente dita entregando para os alunos um texto complementar¹⁸ que poderia ser usado como fonte de consulta e que também continha exercícios no final e, em seguida, comecei uma exposição dialogada instigando os alunos a evidenciar suas concepções sobre a visão microscópica dos materiais (sólido, líquido e gasoso). Percebi que eles já possuíam a noção de que os materiais são formados por átomos e que os estados físicos da matéria estão relacionados com a intensidade das forças de ligação entre esses átomos. Perguntei para eles onde tinham aprendido essas informações e eles me disseram que já tiveram aula sobre os estados físicos da matéria numa aula de Química.

Após esse primeiro contato, introduzi as ideias gerais de uma interpretação da Física para esses sistemas, chamado de Teoria Cinética. Usei um aplicativo computacional (ver Plano de Aulas 3 e 4) que ilustrava essa visão e alternadamente ia expondo e explicando. Expliquei: i) que a noção de temperatura, como uma medida macroscópica, podia ser derivada da medida da energia cinética média das partículas que compõem um material; ii) quais formas de energia podiam ser associadas às partículas (vibracional, cinética translacional, cinética rotacional e potencial de ligação); iii) a noção de que a soma de todas as energias associadas ao sistema é chamada de energia interna; iv) como podemos interpretar a energia potencial de ligação para uma molécula diatômica.

Encerrei a aula solicitando aos alunos que respondessem, em casa, quatro questões colocadas no final do texto que lhes fora entregue e que as trouxessem para a próxima aula. Além disso, solicitei que fizessem a leitura das seções do livro-texto da turma (Capítulo 6- Quantidade e trocas de calor) que versavam sobre os conceitos de calor sensível, calor latente, capacidade térmica e calor específico, devendo anotar os pontos de incompreensão, como preparação para a próxima aula. Esse pedido tinha o objetivo de utilizar a metodologia do

¹⁸ Texto intitulado “Energia interna” que pode ser visto no APÊNDICE B.

Ensino sob Medida (EsM), de forma adaptada, já que os estudantes disseram que nem todos dispunham de acesso à internet para mandar suas dúvidas por e-mail, nem a escola disponibilizava ambiente virtual (por exemplo, *Moodle*) para postarem perguntas ou dúvidas antes da aula seguinte.

Nessa aula observei que poucos alunos engajaram-se nas tarefas deixadas como atividade extraclasse. Aqueles que se engajaram nessas tarefas, em geral, foram os alunos que mais participaram da aula, contribuindo com a dinâmica dos diálogos que eram suscitados no desenrolar do planejamento e com elaboração de perguntas sobre os novos conceitos que estavam sendo expostos.

O uso do aplicativo computacional foi um importante auxiliar para a ilustração das argumentações acerca das ideias da Teoria Cinética e contribuiu para manter a atenção da maioria dos alunos nessa aula.

5.1.3 Aulas 5 e 6 (14 de outubro de 2015)

5.1.3.1 Plano das aulas 5 e 6

Data: 14 de outubro de 2015

Carga horária: 2 horas-aula

Conteúdo:

- Capacidade térmica;
- Calor específico;
- Representação gráfica para a obtenção do calor específico.

Objetivos: oferecer condições de aprendizagem para que o aluno possa:

- descrever o conceito de capacidade térmica;
- construir habilidade na resolução de questões didáticas envolvendo o conceito de capacidade térmica;
- analisar um gráfico de temperatura como função do calor para um corpo (absorve ou cede calor) e, assim, chegar ao conceito de calor específico;
- diferenciar capacidade térmica de calor específico.

Procedimentos:

Atividade inicial

- Iniciarei com um breve *feedback* sobre as respostas dos alunos às questões propostas na aula anterior, sanando eventuais pontos de incompreensão.

Desenvolvimento:

- Desenvolverei essa aula com base na Unidade 3 – Calorimetria, Capítulo 6 – Quantidade e trocas de calor do livro-texto¹⁹ adotado para a turma.
- Farei uma exposição dialogada sobre o conceito de “capacidade térmica” de um material e resolverei um exemplo, isto é, um exercício proposto no livro texto.
- Solicitarei que resolvam uma nova questão semelhante ao exemplo dado e a corrigirei em seguida, com a participação dos alunos.
- Continuarei com a exposição dialogada sobre o conceito de calor específico;
- Construirei um gráfico utilizando uma tabela de dados (calor versus temperatura de um material de massa conhecida) através do *LibreOffice Calc*, que será projetado para que os alunos possam aprender a utilizar essa ferramenta e objetivando definir o conceito de “calor específico”;
- Destacarei a importância de interpretar e saberem construir representações gráficas.

Fechamento:

- Proporei algumas questões²⁰ para fixação dos conteúdos e incentivarei que utilizem suas anotações e/ou consulta ao professor.

Recursos:

- Quadro branco;
- Computador com *LibreOffice Calc* instalado;
- Folha com exercícios propostos;
- MUC (materiais de uso comum).

Avaliação:

- Desempenho dos alunos nas questões propostas, com base na qualidade das respostas e se demonstram indícios de início de construção de um campo conceitual.

5.1.3.2 Relato de regência das aulas 5 e 6

Iniciei a aula pedindo aos alunos que entregassem suas anotações do que não haviam compreendido com relação às leituras do livro-texto solicitadas. Todos disseram que não tiveram dificuldades e que, portanto, não tinham anotações de pontos de incompreensão. Então, sobre a atividade de questões propostas, perguntei-lhes se eles tinham conseguido

19 BARRETO FILHO, Benito; SILVA, Claudio Xavier da. **Física aula por aula: mecânica dos fluidos, termologia, óptica: 2º ano**. 2. ed. São Paulo: FTD, 2013.

20 Será proposto aos alunos que resolvam as questões de 5 a 9, constantes no livro-texto citado, das páginas 103 e 104.

respondê-las. A maioria disse que não conseguiu fazer, porém havia cerca de três alunos que conseguiram. Assim, resolvi proceder à correção das questões lendo-as para a turma e pedindo que os alunos que conseguiram responder, lessem suas respostas com posterior reforçamento meu da resposta correta.

Terminado o *feedback* das atividades da aula anterior, comecei a desenvolver a aula preparada para esse dia discutindo o conceito de capacidade térmica. Enfatizei que esse conceito expressa a quantidade de calor que um determinado corpo deve ceder ou absorver para que sua temperatura varie de um grau Celsius. Exemplifiquei uma aplicação do conceito resolvendo um exercício e, em seguida, solicitei que eles resolvessem uma questão semelhante. Notei que os alunos não apresentaram dificuldades em responder a questão e assim continuei a aula discutindo o conceito de calor específico.

Sobre o calor específico, enfatizei que é uma propriedade física dos diversos tipos de materiais em um certo intervalo de temperatura e que expressa a quantidade de calor que um grama de dado material deve ceder ou absorver para que ele tenha sua temperatura alterada em um grau Celsius. Exemplifiquei uma aplicação daquele conceito e, em seguida, solicitei que eles resolvessem uma questão semelhante, a qual não apresentaram dificuldades para responder. Alguns alunos demonstraram não estarem conseguindo diferenciar os conceitos de capacidade térmica e calor específico. Então, eu procurei sanar esse ponto de incompreensão dizendo que o conceito de capacidade térmica é aplicável a um corpo específico (com dada massa) e que, embora possamos ter outro corpo feito do mesmo material, mas com massa diferente, esses corpos apresentarão capacidades térmicas diferentes; no entanto, os calores específicos deles seriam os mesmos, pois o calor específico é uma propriedade do tipo de material (do material, em si).

Prossigui a aula apresentando um problema envolvendo os conceitos de capacidade térmica e calor específico que necessitava da interpretação e do uso de um gráfico da variação de temperatura sofrida por um corpo de massa conhecida em função do calor transferido para ele. Esse problema podia ser resolvido fazendo o uso, inicialmente, da equação do calor sensível $Q=mc\Delta T$, onde “ Q ” era o calor, “ m ” a massa, “ c ” o calor específico e “ ΔT ” a variação de temperatura, com retirada de informações do gráfico. Em geral, os alunos não apresentaram muitas dificuldades em entender o gráfico e o procedimento de retirada de dados dele. Um outro item do problema solicitava a obtenção da capacidade térmica do objeto com o uso da equação $C=Q/\Delta T$, onde “ C ” era a capacidade térmica. Percebi que quando os alunos possuem fórmulas que possam aplicar num determinado problema, eles diminuem os questionamentos sobre o seu significado (aparentemente estão acostumados a aplicar a

fórmula e procederem nos cálculos sem procurar compreender os conceitos).

Terminada a apresentação do problema, propus outro problema de resolução semelhante ao anterior para que eles fizessem em aula. Os alunos mais rápidos conseguiram responder corretamente e, como o tempo de aula estava se esgotando, resolvi deixar o problema como tarefa para casa para os alunos que não tinham terminado e passei a desenvolver a última parte da aula, a qual tratava de um exemplo de elaboração de um gráfico da variação de temperatura de um corpo de massa conhecida como função do calor cedido a ele a partir de uma tabela de dados pseudo experimentais (isto é, junto com a turma atribuí determinados valores de dados e instiguei-os a imaginar que os estávamos colhendo experimentalmente).

Nessa etapa, fiz uso da planilha eletrônica *Calc* do *software* livre *LibreOffice*, versão 5.0. Mostrei à turma como inserir os dados da tabela na planilha, como gerar um gráfico de dispersão dos pontos e inserir uma curva de tendência linear, explicando o porque da execução de cada passo. No momento em que eu passaria para a interpretação da equação de regressão linear gerada pelo *software*, o sinal de término da aula soou e tive que deixar inconcluso o fechamento da aula.

Considero que a aula foi um tanto volumosa em termos de novos conteúdos e que o fechamento da aula foi prejudicado pela demora em iniciá-la. Desde a primeira aula, já havia notado que o primeiro período geralmente atrasava cerca de dez (10) minutos porque o portão de acesso às salas de aula era aberto para os alunos exatamente no horário de início do período e, assim, os alunos levavam um bom tempo para se deslocarem do térreo do pavilhão da escola para o 2º piso, acessar seus armários, pegar ou guardar algum material, e entrarem na sala de aula. Quanto ao desenvolvimento dos conceitos, aquele que eles apresentaram maior dificuldade de compreensão foi o conceito de calor específico, talvez pela sua semelhança com o conceito de capacidade térmica, mas essa dificuldade foi, em princípio, sanada com as aplicações em exercícios, o que era de se esperar, uma vez que a teoria dos campos conceituais de Vergnaud toma como princípio que são as situações que dão sentido aos conceitos.

5.1.4 Aulas 7 e 8 (21 de outubro de 2015)

5.1.4.1 Plano das aulas 7 e 8

Data: 21 de outubro de 2015

Carga horária: 2 horas-aula

Conteúdo:

- Questões conceituais, sobre os conteúdos das Aulas de 1 a 6;
- Situações-problema, compatíveis com as Aulas de 1 a 6, para a solução em duplas.

Objetivos: oferecer condições de aprendizagem para que o aluno possa:

- movimentar seus invariantes operatórios, supostamente em fase de construção a partir das aulas anteriores, visando reforçá-los através de suas ações para a solução de questões conceituais envolvendo os conceitos de temperatura, calor, energia interna e calor específico;
- desenvolver a habilidade de argumentação, sempre que as questões conceituais suscitarem discussões;
- desenvolver e/ou construir esquemas pertinentes para a solução de situações-problema que envolvam os conceitos de temperatura, calor e calor específico.

Procedimentos:Atividade inicial

- Iniciarei com uma breve explanação sobre o desenvolvimento da aula nesse dia, a qual será em duas etapas: i) aplicação de questões conceituais e a realização de uma seção de repostas para essas questões, utilizando o método de Instrução pelos Colegas (IpC) modificado; ii) realização de um trabalho em duplas para a resolução de cinco (5) questões²¹ envolvendo situações-problema.

Desenvolvimento

- A aula iniciará com a aplicação modificada do método IpC. Farei uma breve exposição dialogada, de aproximadamente 15 min, sobre os conceitos estudados, os quais foram abordados nas Aulas de 1 a 6.
- Darei início à projeção de questões conceituais, a qual ocorrerá da seguinte forma: i) apresentarei e lerei uma questão conceitual de múltipla escolha e darei, em seguida, cerca de 2 min para que os alunos pensem sobre a alternativa correta. Terminado o tempo, iniciarei o processo de votação que consiste em solicitar que cada um levante seu cartão de resposta com a letra da alternativa que achar correta após o meu comando de “já” e simultaneamente; ii) farei uma estimativa visual da porcentagem de acertos obtidos, sendo que; iii) caso seja superior a 70% da turma, fecharei com uma breve explanação e reiniciarei o

21 Será proposto aos alunos que resolvam as questões de 5 a 9, das páginas 103 e 104 do livro BARRETO FILHO, Benito; SILVA, Claudio Xavier da. **Física aula por aula: mecânica dos fluidos, termologia, óptica: 2º ano**. 2. ed. São Paulo: FTD, 2013.

processo com uma nova questão; iv) caso esteja entre 30 e 70% o nível de respostas, solicitarei que os alunos reúnam-se em pequenos grupos para discussão, por aproximadamente 2 min, e abrirei nova votação e; v) caso a porcentagem seja inferior a 30%, revisitarei o conceito necessário para a resposta da questão e depois abrirei nova votação individual. Essa atividade encerrar-se-á após uma hora-aula.

- Após a atividade com o método IpC, solicitarei que os alunos formem duplas para trabalharem na solução de cinco (5) questões propostas (as questões constam do livro-texto adotado na escola). As duplas poderão somente consultar o professor. Tal atividade deverá ser desempenhada até o término de uma hora-aula e deverá ser entregue para o professor, para fins de avaliação.

Fechamento:

- Encerrarei a aula com o recolhimento dos trabalhos desenvolvidos, mesmo que de forma parcial.

Recursos:

- Quadro branco;
- Cartões *flashcards* para uso com o método IpC modificado;
- *Data show* e computador;
- Folha impressa com questões propostas;
- MUC (materiais de uso comum).

Avaliação:

- Desempenho dos alunos nas cinco questões propostas, com base na qualidade das respostas e se demonstram indícios de aprendizagem com significado.

5.1.4.2 Relato de regência das aulas 7 e 8

Iniciei a aula informando aos alunos como ela seria desenvolvida. Ela foi dividida em duas partes. Na primeira parte, fiz a aplicação do método IpC modificado e, na segunda, propus a realização de um trabalho em duplas que envolvia a resolução de cinco problemas de aplicação dos conceitos de calor específico e capacidade térmica que foram retirados do livro-texto adotado para a turma.

Na aplicação do método IpC modificado²², por ter sido uma atividade bastante diferente das atividades que os alunos estavam acostumados, consegui o engajamento de toda a turma. Antes de apresentar as questões, fiz uma revisão dos conceitos estudados que durou

22 A dinâmica dessa atividade por ser conferida na Seção 5.1.4.1 que apresenta o planejamento dessa aula.

cerca de 15 minutos. Ato contínuo, comecei a exibição das questões²³, as quais foram as de número 1, 2, 11, 3, 5 e 9, nessa ordem.

Essa turma apresentou dificuldade apenas na questão de nº 5 que tratava de uma situação-problema envolvendo a interpretação do significado do calor específico para dois corpos de materiais diferentes. Para esse problema, foi dado tempo adicional para que os alunos discutissem entre si sobre a resposta correta e na segunda rodada de votação, eles obtiveram êxito.

Terminado o primeiro período de aula, expliquei como seria a próxima atividade, a qual foi executada em duplas com entrega do resultado ao término da aula. Essa atividade envolvia a resolução de cinco questões do livro-texto, e os alunos não podiam conversar entre as duplas, apenas pedir ajuda ao professor. As dificuldades que eles apresentaram, em geral, eram relativas às coletas das informações necessárias por meio dos gráficos. Havia três questões²⁴, questões 2, 3 e 5, que envolviam a interpretação de gráficos da temperatura como função do tempo, da temperatura como função do calor recebido e do calor recebido como função do tempo, respectivamente. Procurei sanar pontualmente as dificuldades apontadas, além das dúvidas referentes às unidades de medida dos resultados obtidos, até o final da aula.

Como essa era minha última aula do período de Regência na turma, informei aos alunos que os trabalhos entregues seriam corrigidos por mim e entregues para o professor titular da turma, sendo atribuído um conceito que faria parte da avaliação do trimestre. Também, avisei que a turma, como um todo, receberia um conceito satisfatório, *CSA* (Construção Satisfatória da Aprendizagem, segundo o Ensino Politécnico do Estado do Rio Grande do Sul), pela participação na atividade de IpC. Dos 32 (trinta e dois) alunos constantes na lista de chamada, 14 (quatorze) alunos compareceram a essa aula, sendo que 12 (doze) alunos entregaram o trabalho, e obtiveram conceito *CSA* (construção satisfatória da aprendizagem), pois atingiram pelo menos o mínimo de 60% de aproveitamento, e dois (2) obtiveram conceito *CRA* (construção restrita da aprendizagem), pois responderam incorretamente todas as questões.

Considero que essa aula conseguiu obter um bom nível de engajamento dos alunos presentes nas atividades propostas, porém o elevado número de alunos que faltaram foi um fator negativo. Esses alunos que faltaram ficaram sem receber um conceito avaliativo para o período de Regência.

23 Ver as questões preparadas para essa atividade no APÊNDICE C.

24 Ver as questões selecionadas do livro-texto da turma para essa atividade no APÊNDICE D.

5.2 REGÊNCIA NA TURMA B

A Turma B de 2º ano do EM era composta por 34 (trinta e dois) alunos e tinha aula de Física em dois (2) períodos consecutivos nas quartas-feiras (com intervalo de 15 min entre os períodos para a realização do recreio), das 15h10min às 17h05min, contabilizando um total de duas (2) horas-aula semanais.

5.2.1 Aulas 1 e 2 (30 de setembro de 2015)

5.2.1.1 Plano das aulas 1 e 2

O Plano das Aulas 1 e 2 para a Turma B é, essencialmente, o mesmo apresentado na Seção 5.1.1.1 (fl. 57) para a Turma A, dado que ambas as turmas eram de segundo ano e que os conteúdos trabalhados foram os mesmos e em sequência idêntica.

5.2.1.2 Relato de regência das aulas 1 e 2

A outra turma escolhida para a regência foi a Turma B de 2º Ano do EM, como já mencionado. A aula que foi preparada era semelhante a que fora aplicada na Turma A e está detalhada no Plano das aulas 3 e 4, porém desde o início da aula optei por não fazer uso do texto²⁵ preparado para a aula. Tal texto apenas foi entregue como fonte de consulta e exercícios.

Iniciei a aula com a chamada da turma e em seguida passei para a discussão do tema da aula, a qual era sobre os conceitos de temperatura e calor. Fiz a discussão introdutória sobre as diferenças entre as concepções cotidianas de temperatura e a concepção da Física. Em seguida, solicitei a participação de voluntários para a realização do experimento com as bacias de água, porém, igualmente à turma anterior, poucos quiseram participar. De toda a turma, apenas três alunos participaram. Esses alunos contribuíram falando em voz alta as sensações que estavam tendo em suas mãos quando elas estavam imersas na água à temperatura ambiente e após, anteriormente, terem sido colocadas, cada uma, em um balde com água gelada e outro com água morna. Notei que alguns alunos já conversavam entre si sobre os relatos dos colegas. Então me dirigi a esses alunos perguntando-lhes quais explicações tinham e concluí que estavam corretas sob certas limitações, pois eles explicavam usando os termos calor e frio cotidianos. Como ainda estava em fase inicial do tema, não considerei a resposta errada e avisei que mais adiante na aula usaríamos termos mais

25 O texto é o mesmo que fora distribuído para a Turma A e encontra-se no APÊNDICE A.

apropriados, do ponto de vista da Física.

Após a atividade experimental, passamos para o uso do aplicativo computacional sobre as formas de energia e suas transformações. Nesse aplicativo, abordei a ideia e o conceito de calor como forma de energia em trânsito de forma ilustrativa, mostrando, por exemplo, o aumento de temperatura de um bloco metálico quando este é aquecido. O aplicativo mostrava ilustrativamente a transferência de calor do fogo para o bloco. Fiz algumas outras ilustrações do trânsito da energia entre corpos em temperaturas diferentes e encerrei essa discussão.

A parte final da aula consistia de uma discussão sobre alguns tipos de transformação de energia. Utilizando o mesmo aplicativo computacional usado com a outra turma, mostrei, por exemplo, o princípio de funcionamento de uma hidrelétrica, a qual se baseia na transformação da energia potencial gravitacional da queda d'água em energia cinética de giro de um moinho, que por sua vez, quando acoplado a um gerador elétrico, transforma a energia cinética em elétrica etc. Nessa etapa, os alunos contribuíram de várias formas, pois eles já possuíam conhecimentos prévios relativos ao assunto. Um aluno, por exemplo, deu contribuições comentando sobre a eficiência das lâmpadas fluorescentes e de *LED* (diodo emissor de luz) em comparação com as lâmpadas de filamento. Posteriormente, apresentei-lhes três termômetros, de mercúrio, de álcool etílico e digital, explicando sobre o princípio de funcionamento dos termômetros baseados na dilatação de um líquido termométrico e deixei-os testarem nas bacias de água.

Finalizei a aula solicitando aos alunos que respondessem em casa as questões do final do texto que lhes fora entregue e que fizessem a leitura da Seção 1, do Capítulo 9²⁶ dos seus livros-texto como preparação para a aula seguinte, devendo fazer anotações sobre o que entenderam e sobre o que não entenderam para que eu iniciasse a próxima aula com um direcionamento apropriado. A ideia era utilizar a metodologia Ensino sob Medida, de forma adaptada, como ocorreu com a Turma A.

Notei que essa turma era um pouco mais dispersa em comparação com à Turma A. Os alunos em geral conversam muito e em tom alto, usando frequentemente o celular e distribuía-se mais pelas laterais e no fundo da sala de aula. Apesar disso, considero que essa aula conseguiu atingir os objetivos propostos e foi possível chamar a atenção de boa parte dos alunos que, normalmente, não vinham tendo aulas com o uso de recursos visuais diferentes do tradicional quadro branco, fórmulas e exercícios.

26 BARRETO FILHO, Benito; SILVA, Claudio Xavier da. **Física aula por aula: mecânica dos fluidos, termologia, óptica: 2º ano**. 2. ed. São Paulo: FTD, 2013.

5.2.2 Aulas 3 e 4 (7 de outubro de 2015)

5.2.2.1 Plano das aulas 3 e 4

O Plano das Aulas 3 e 4 para a Turma B é, essencialmente, o mesmo apresentado na Seção 5.1.2.1 (fl. 61) para a Turma A.

5.2.2.2 Relato de regência das Aulas 3 e 4

Iniciei a aula solicitando aos alunos que entregassem suas anotações sobre a leitura que eu havia deixado como tarefa para casa na aula anterior, a qual versava sobre o modelo de gás ideal. Também perguntei-lhes se haviam conseguido responder às questões propostas no final do texto complementar que lhes fora entregue. Quanto às anotações, as dúvidas apresentadas foram, no geral, sobre o que significava um gás ideal. Já com relação às questões propostas, cerca de cinco alunos entregaram suas respostas e a maioria apenas disse que tentou responder e que não conseguiu.

Expliquei para a turma que o gás ideal é uma simplificação que a Física faz sobre o funcionamento microscópico de um gás, como constituído de muitas partículas de um único tipo de átomo, cuja interação entre seus constituintes se dá apenas com colisões elásticas entre eles e com as paredes do recipiente que o contém, isto é, trata-se de um modelo.

Em seguida, eu passei para a resolução das questões propostas. Eu fazia a leitura de uma questão e solicitava que algum aluno que tivesse a resposta falasse em voz alta para a turma, e então, eu fazia o fechamento reforçando a resposta correta. Assim foi feito até o término das questões.

Dei início à aula planejada para esse dia, entregando um texto complementar²⁷ para ser usado com fonte de consulta e que continha exercícios ao final. Passei a instigar os alunos para que expusessem suas concepções a respeito da visão microscópica dos materiais (estados sólido, líquido e gasoso). Em geral, eu percebi que eles já possuíam a ideia de que a diferença entre os estados de agregação da matéria tem a ver com as forças de interação entre as partículas que compõe o material. Perguntei-lhes onde tinham aprendido essas noções e eles disseram que tiveram aulas sobre esse assunto na disciplina de Química, a exemplo da turma A.

Prossigui minha abordagem utilizando um aplicativo computacional²⁸ que nos

27 Texto intitulado “Energia interna” que pode ser visto no APÊNDICE B.

28 *PhET Interactive Simulations. Estados da Matéria.* Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/states-of-matter>. Acesso em: 17 set. 2015.

permitia visualizar, ilustrativamente, os diferentes estados da matéria e, usando-o, expliquei as noções básicas da Teoria Cinética, de modo semelhante como fora relatado na Seção 5.1.2.2.

Encerrei a aula, solicitando aos alunos que respondessem, em casa, quatro questões que estavam no final do texto que lhes fora entregue e que as trouxessem para a próxima aula. Além disso, solicitei que fizessem a leitura das seções do livro-texto da turma (Capítulo 6- Quantidade e trocas de calor) que versavam sobre os conceitos de calor sensível, calor latente, capacidade térmica e calor específico, devendo anotar pontos de incompreensão, como preparação para a próxima aula.

Observei que essa turma era mais barulhenta que a Turma A e que os alunos apresentavam um menor nível de engajamento nas atividades e nas discussões. Poucos alunos procuravam interagir comigo em minhas solicitações como participação na exposição. Por vezes, aqueles alunos que estavam mais interessados e que se reduziam a quatro ou cinco, chamavam a atenção dos colegas que conversavam em tom muito alto. Eu também, por vezes, pedia da turma atenção e silêncio. Porém, com o tempo, a turma se dispersava novamente e muitos voltavam a conversar em voz alta e/ou a usar seus celulares. Considero que essa aula ficou muito prejudicada pela falta de interesse de boa parte dos alunos, ainda que muito esforço tenha sido empregado para reverter essa situação.

5.2.3 Aulas 5 e 6 (14 de outubro de 2015)

5.2.3.1 Plano das aulas 5 e 6

O Plano das aulas 5 e 6 para a Turma B é, essencialmente, o mesmo apresentado na Seção 5.1.3.1 (fl. 64) para a Turma A, como já explicitado.

5.2.3.2 Relato de regência das aulas 5 e 6

Iniciei a aula solicitando aos alunos que entregassem suas anotações do que não compreenderam com relação às leituras do livro-texto pedidas no final da aula anterior. Alguns alunos apontaram que não compreenderam a diferença entre capacidade térmica e calor específico. Como era uma dúvida bastante relacionada com o desenvolvimento da aula desse dia, resolvi dizer-lhes que eu daria atenção especial a esse assunto no decorrer da aula. Em seguida, perguntei-lhes se tinham conseguido responder às questões deixadas como exercício na última aula. A maioria disse que não conseguiu fazer, porém havia cerca de cinco alunos que conseguiram. Assim, resolvi proceder à correção das questões, lendo-as para a turma e solicitando que os alunos que conseguiram responder, lessem suas respostas com meu

posterior reforçamento da resposta correta e esclarecimento de dúvidas.

Terminado o *feedback* das atividades da aula anterior, comecei a desenvolver a aula preparada para esse dia discutindo o conceito de capacidade térmica. Enfatizei que esse conceito expressa a quantidade de calor que um determinado corpo deve ceder ou absorver para que sua temperatura se altere em um grau Celsius. Desenvolvi um exemplo de aplicação do conceito, passo a passo, e em seguida solicitei que eles resolvessem uma questão semelhante. Como os alunos não apresentaram dificuldades em responder a questão, continuei a aula passando para a discussão do conceito de calor específico.

Nesse dia a professora orientadora esteve presente, tanto nas aulas da Turma A quanto na B.

Eu enfatizei que o calor específico é uma propriedade física dos diversos tipos de materiais em um certo intervalo de temperatura que expressa a quantidade de calor que um grama que um dado material deve ceder ou absorver para que ele tenha sua temperatura variada em um grau Celsius. Em seguida, dei um exemplo de aplicação do conceito e solicitei que eles resolvessem outra questão semelhante, a qual eles conseguiram sem muito problema. Na verdade, eu tinha obtido o *feedback* principalmente dos alunos que sentavam mais próximos a mim, sendo que os alunos que estavam sentados nas periferias da sala, pouco demonstravam interesse em apresentarem seus resultados e não era possível perceber se estavam acompanhando a aula e/ou compreendendo o que estava sendo compartilhado.

Uma aluna perguntou-me quais as fórmulas que deveriam ser usadas para cada conceito. Eu disse a ela que o mais importante não eram as fórmulas em si, mas, principalmente, os conceitos subjacentes às fórmulas, pois para o entendimento do significado das fórmulas era fundamental o desenvolvimento da capacidade de resolver situações-problema. Procurei fazê-los perceber que aplicar fórmulas não é o principal aprendizado nas aulas de Física, mas é difícil mudar concepções enraizadas por longo tempo.

Prossigui respondendo a outras perguntas e percebi que muitos alunos começaram a dispersar a atenção conversando em voz alta com seus colegas ou usando o celular. Então, ocorreu que aqueles alunos que se sentiram incomodados com o nível de barulho na sala de aula, tomaram a iniciativa de chamar a atenção dos colegas para fazerem silêncio. Eu também por algumas vezes solicitei silêncio, mas obtinha êxito temporário. O desenvolvimento dessa etapa crucial da aula ficou prejudicada pela falta de atenção e devido à dispersão da maioria dos alunos.

Após o intervalo do recreio, retomei a aula solicitando aos alunos que resolvessem uma questão com dois itens que envolviam a aplicação das equações para o cálculo do calor

específico e da capacidade térmica de um corpo. Notei que a retomada da aula após o recreio, frequentemente, era prejudicada pela morosidade dos alunos em retornarem a suas classes e retomarem as atividades. Em geral, muitos continuavam usando seus celulares e mantinham conversas iniciadas no recreio e em voz alta.

Dando prosseguimento a aula, resolvi não abordar a parte do planejamento que envolvia a resolução de uma situação-problema com interpretação e coleta de informações a partir de um gráfico. Fui diretamente para a parte do planejamento da aula que envolvia a construção de um gráfico baseado em medidas pseudo experimentais de temperatura de um corpo de massa conhecida, como função do calor cedido a ele. Essa situação foi colocada aos estudantes supondo que os dados estivessem sendo colhidos no laboratório.

Essa etapa da aula foi conduzida com o auxílio de uma planilha eletrônica (*Calc*) do pacote de *softwares* livres para escritório *LibreOffice*, versão 5.0. Mostrei aos alunos os passos que deveríamos seguir para inserir os dados na planilha, para gerar um gráfico de dispersão dos dados e inserir uma curva de tendência sobre os pontos do gráfico com a exibição da equação de ajuste dos pontos. Feito isso, comecei a explicar como deveríamos interpretar a equação de ajuste gerada pelo programa fazendo a comparação com a equação do

calor sensível ($Q=mc\Delta T$) reorganizada na forma $T = T_0 + \frac{1}{mc} \cdot Q$.

Com o auxílio da informação da massa do corpo (suposta conhecida) e o valor do coeficiente angular da equação da reta do ajuste linear, mostrei como podíamos obter o calor específico. Durante as minhas explicações, percebi que vários alunos já não mais estavam acompanhando. Como já restava pouco tempo para o fechamento da aula, resolvi prosseguir apenas com os alunos que estavam acompanhando o desenvolvimento e encerrei a aula. Percebi que a turma não entendeu o que tinha explicado, mas infelizmente o tempo de aula estava limitado e não tive como retornar a este assunto.

Considero que devido a essa aula ter envolvido muitos conceitos, com uso de expressões matemáticas e resolução de problemas, tivemos um declínio no nível de interesse dos alunos. Em geral, esses alunos já haviam relatado que não gostavam da disciplina de Física, especialmente de aulas que envolvessem matemática por considerarem difícil. Eu, porém, tentei estimulá-los dizendo que a Física tornou-se muito útil na nossa sociedade, e passou a modificá-la, a partir do momento que intensificamos o uso de ferramentas matemáticas para expressar as leis da natureza e que aprender alguns cálculos matemáticos nas aulas de Física pode ser uma atividade interessante e desafiadora, útil para a vida em sociedade, além de contribuir para o desenvolvimento cognitivo.

5.2.4 Aulas 7 e 8 (21 de outubro de 2015)

5.2.4.1 Plano das aulas 7 e 8

O Plano das Aulas 7 e 8 para a Turma B é, essencialmente, o mesmo apresentado na Seção 5.1.4.1 (fl. 67) para a Turma A.

5.2.4.2 Relato de regência das aulas 7 e 8

Como na Turma A, iniciei essa aula avisando aos alunos como ela seria desenvolvida²⁹. Expliquei que ela seria dividida em duas partes, que na primeira parte, eu faria uma seção de apresentação (projeção) de perguntas conceituais para serem respondidas em aula com o auxílio de cartões-resposta (método IpC modificado) e, que na segunda etapa, iria propor a realização de um trabalho em duplas envolvendo a resolução de cinco problemas³⁰ de aplicação dos conceitos de calor específico e capacidade térmica, retirados do livro-texto adotado pela turma.

Para a primeira parte da aula, os alunos mostraram-se bastante animados. Iniciei com uma revisão de cerca de 15 minutos sobre os conceitos estudados nas aulas anteriores e, em seguida, passei para a apresentação das questões³¹ de acordo com o Plano de Aula. As questões exibidas foram as de número 1, 2, 11, 3, 5, 9 e 7, nessa ordem.

A turma saiu-se muito bem e não foi preciso uma segunda rodada em nenhuma das questões, fato que me deixou bastante surpreso, embora a interação social visando argumentar - no caso de haver heterogeneidade nas respostas - teria sido muito produtiva. Acredito que pela atividade ter sido um tanto diferente das outras atividades que eles participam (isto é, ser uma metodologia ativa), gerou certo interesse em prestar mais atenção na revisão que seria útil para responder às questões apresentadas na IpC.

Terminado um período de aula, a turma foi liberada para o recreio.

Na volta do recreio, novamente ocorreu uma certa relutância em retomar a atenção na aula, como de costume. Chamei a atenção da turma e apresentei a próxima atividade que foi executada em duplas com entrega do resultado ao término da aula. Disse que a atividade envolveria a resolução de cinco questões do livro-texto e que eles não podiam conversar entre as duplas, apenas tirar dúvidas com o professor. As dificuldades apresentadas foram, em geral, relativas à coleta das informações necessárias para a resolução de algumas questões que

29 Ver Plano das aulas 7 e 8 na Seção 5.1.4.1, fl. 67.

30 As questões propostas pode ser vistas no APÊNDICE D.

31 As questões usadas para a atividade de IpC modificado pode ser vistas no APÊNDICE C.

tinham gráficos. Essas questões eram as de número 2, 3 e 5, e envolviam a interpretação de gráficos da temperatura como função do tempo, da temperatura como função do calor recebido e do calor recebido como função do tempo, respectivamente. Procurei sanar pontualmente, em cada dupla, as dificuldades apresentadas até o término da aula.

Como essa era minha última aula do período Regência na turma, informei aos alunos que os trabalhos entregues seriam corrigidos por mim e entregues para o professor titular da turma, sendo que o conceito atribuído seria computado como uma avaliação do trimestre, conforme eu havia combinado com o professor deles. Também avisei que a turma como um todo receberia um conceito satisfatório, *CSA* (Construção Satisfatória da Aprendizagem), pela participação na atividade de *IpC*. Dos 34 (trinta e quatro) alunos constantes da lista de chamada, 20 (vinte) compareceram nessa aula, sendo que 16 (dezesesseis) alunos entregaram o trabalho e obtiveram o conceito *CSA*, pois atingiram pelo menos o mínimo de 60% de aproveitamento, e quatro (4) obtiveram o conceito *CPA* (Construção Parcial da Aprendizagem), por terem obtido acertos num total inferior a 60% das respostas corretas.

Considero que essa aula conseguiu um bom nível de engajamento dos alunos nas atividades propostas. Surpreendeu o aproveitamento da turma nas questões conceituais e na resolução dos problemas em duplas, visto que, na aula anterior, poucos estavam prestando atenção nas minhas explicações, principalmente, sobre o uso da equação do calor sensível ($Q=mc\Delta T$). Os alunos que faltaram à aula ficaram sem receber um conceito avaliativo para o período de regência.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa experiência de ensino deu-se na Escola Técnica Estadual Parobé, localizada na cidade de Porto Alegre, durante alguns dias do último terço do ano de 2015. Foram feitas 25 (vinte e cinco) horas-aula de observações (com uma oportunidade de monitoria) e 16 (dezesseis) horas-aula de Regência nas turmas A e B de 2º ano do Ensino Médio que foram escolhidas por esse autor.

Aqui privilegiei a abordagem conceitual de alguns conceitos da termodinâmica, mais especificamente os conceitos de *temperatura*, *calor* e *energia interna*, tanto do ponto de vista macroscópico como do ponto de vista microscópico, utilizando-se principalmente de aplicativos de simulação disponibilizados pelo *PhET*.

O principal objetivo foi o de iniciar a construção do campo conceitual da Termodinâmica na estrutura cognitiva dos alunos através da promoção de situações onde eles pudessem colocar em ação seus esquemas. As aulas foram elaboradas com a inserção de elementos da teoria dos campos conceituais de Vergnaud, a qual esse autor acredita ser bastante apropriada para lidar com os desafios do ensino de ciências, em todos os níveis.

Procurei fazer uso também dos métodos ativos de ensino EsM (Ensino sob Medida) e IpC (Instrução pelos Colegas). O método EsM, da maneira como eu fiz uso, mostrou-se de baixa eficácia, pois poucos alunos engajaram-se nas tarefas de leitura que propus e vinham para as aulas sem terem entrado em contato com as ideias que seriam trabalhadas. Também, poucos alunos respondiam os exercícios deixados como tarefa para casa. O método IpC, por outro lado, da maneira como eu usei, mostrou-se eficaz, uma vez que eu pude ter um bom *feedback* do nível de compreensão dos alunos sobre os conceitos trabalhados em aula, além de ter servido como disponibilização de situações de aprendizagem. Todos os alunos engajaram-se na atividade, sendo isso o maior ganho da experiência didática.

Quanto ao trabalho final avaliativo que fora solicitado na última aula da Regência, aqueles alunos que não compareceram no dia da aula ou não entregaram o trabalho, deixei a critério do professor titular da turma a realização ou não daquela atividade em data posterior, como recuperação, bem como, a oportunidade de uma nova data de entrega para os alunos que não obtiveram o conceito satisfatório.

Por fim, considero que nessas turmas, conforme foi-se avançando no desenvolvimento da operacionalidade dos conhecimentos-em-ação com as suas representações matemáticas, as dificuldades dos alunos intensificaram-se fazendo com que muitos dispersassem sua atenção por falta persistência na superação delas. A maioria desses alunos provavelmente tinha a

crença enraizada de que a matemática envolvida era muito difícil e que não teriam condições de aprendê-la. A aversão desses alunos para com as representações e manipulações matemáticas mostrou-se um fator determinante para a falta de interesse na disciplina e, pelo que foi observado em outras turmas, não era uma particularidade daqueles alunos. Isso me fez ficar pensando (sem ainda ter obtido uma resposta) se seria possível promover o ensino de Física nas escolas secundárias sem a inserção de representações matemáticas, por mais simples que elas fossem a fim de conquistar a atenção desses jovens.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, Ives Solano; MAZUR, Eric. Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 30, n. 2, p. 362-384, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2013v30n2p362>>. Acesso em: 22 nov. 2015.
- BARRETO FILHO, Benedito; SILVA, Claudio Xavier da. **Física aula por aula: mecânica dos fluidos, termologia, óptica - 2º ano**. Ed. 2. São Paulo: FTD, 2013.
- ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL PAROBÉ. **Página da instituição na internet - Institucional e Cursos**. Disponível em: <<http://www.cteparobe.com.br/index.php>>. Acesso em: 15 nov. 2015.
- ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Lei nº 12.884, de 3 de janeiro de 2008. Dispõe sobre a utilização de aparelhos de telefonia celular nos estabelecimentos de ensino do Estado do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <<http://www.mprs.mp.br/infancia/legislacao/id3839.htm>>. Acesso em: 14 nov. 2015.
- FEYNMAN, Richard P. **Deve ser brincadeira Sr. Feynman**. Ed. 1. Brasília: UNB, 2000.
- FEYNMAN, Richard P.; LEIGHTON, Robert B.; SANDS, Matthew. **Lições de física de Feynman**. Ed. 2. Porto Alegre: Bookman, 2008. v. 2.
- FEYNMAN, Richard P.; SANDS, Matthew; LEIGHTON, Robert B.; VOGT, Rochus E. **Dicas de física de Feynman: suplemento para a resolução de problemas do Lectures on Physics**. Ed. 1. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- GASPAR, Alberto. **Física**. Ed. 2. São Paulo: Ática, 2012. v. 2. p. 263.
- GIANCOLI, Douglas C. **Physics for scientists and engineers with modern physics**. Ed. 2. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1988.
- HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. Ed. 11. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- JORNAL DO COMÉRCIO. **Marcas de Quem Decide JC2015: Ensino Técnico**. Disponível em: <http://jcrs.uol.com.br/_conteudo/2015/03/institucional/marcas_de_quem_decide/434852-diminui-a-distancia-na-preferencia-por-instituicoes-de-ensino-tecnico.html>. Acesso em: 15 nov. 2015.
- LibreOffice. **The Document Foundation - LibreOffice**. Disponível em: <<http://www.libreoffice.org/download/libreoffice-fresh/>>. Acesso em: 4 nov. 2015.
- MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Física contexto & aplicações**. Ed. 1. São Paulo: Scipione, 2011. v. 2. p. 38, 77, 137.
- MOREIRA, Marco Antonio. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de

ciências e a pesquisa nesta área. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 7-29, 2002. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID80/v7_n1_a2002.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2015.

PhET Interactive Simulations. **Estados da Matéria**. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/states-of-matter>. Acesso em: 17 set. 2015.

_____. **Formas de energia e transformação**. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/energy-forms-and-changes>. Acesso em: 9 set. 2015.

PIETROCOLA, Maurício [*et al.*]. **Física em contextos: pessoal, social e histórico**. Ed. 1. São Paulo: FTD, 2011. v. 2. p. 188.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Ensino Médio: Ensino Médio Politécnico**. Disponível em: <http://www.educacao.rs.gov.br/pse/html/ens_medio.jsp?ACAO=acao1>. Acesso em: 15 nov. 2015.

Wikipédia. **Jean Piaget**. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Jean_Piaget>. Acesso em: 21 nov. 2015.

_____. **Gérard Vergnaud**. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/G%C3%A9rard_Vergnaud>. Acesso em: 21 nov. 2015.

APÊNDICE A – Texto de apoio distribuído aos alunos nas Aulas 1 e 2 (Turmas A e B)

Temperatura e calor

Introdução

Nesta sequência de aulas, entraremos em contato com a física que foi desenvolvida para lidar com fenômenos que envolvem temperatura. Até agora, nada foi dito a respeito dos corpos físicos estarem a uma dada temperatura e a influência disso no tratamento de problemas específicos. Isso geralmente ocorre quando consideramos que tal informação não influenciaria significativamente naquilo que estamos analisando. É como se a “lente” que estamos usando para analisar o problema fosse opaca para tal característica, bem como, para muitas outras. Em física, muitas vezes temos que fazer algumas simplificações da realidade observada para que possamos tratá-la matematicamente e, assim, obtermos soluções que possam ser interpretadas. Você provavelmente tem uma ideia intuitiva de temperatura, afinal de contas, estamos acostumados a monitorar o tempo no nosso dia a dia para decidirmos coisas práticas, como por exemplo, se devemos levar um casaco ao sairmos de casa para a escola quando a previsão do tempo indica que a manhã toda terá média de temperatura de 5 °C (lê-se “cinco graus Celsius”). Porém, essa ideia intuitiva de temperatura é fruto da nossa experiência de vida e pode ser que não tenhamos condições de entender intuitivamente coisas para as quais não temos experiência vivida; por exemplo, você pode ser capaz de dizer pela sensação qual a temperatura ambiente aproximada de um dia ensolarado, mas provavelmente não saberia dizer qual a temperatura de uma chama num palito de fósforo, mesmo que colocasse o dedo (cuidado para não sofrer queimadura!). Aqui objetivaremos estudar alguns fundamentos da área da física chamada de *termodinâmica*, a qual podemos dizer, como primeiro contato, que é a física que se preocupa com a “variação de temperatura”.

A temperatura física e nossa sensação de temperatura

Vamos primeiramente testar nossa sensação de temperatura. Para isso realizaremos um experimento simples com três baldes de água a temperaturas bem marcantes, digamos inconfundíveis. Pegamos uma bacia com água bem gelada, inclusive com alguns cubos de gelo, e outra bacia com água morna. Pegamos uma terceira bacia com água à temperatura ambiente e fazemos a seguinte sequência:

- colocamos, simultaneamente, uma de nossas mãos na bacia com água gelada e a outra na bacia com água morna;
- esperamos um pouco para que nossas mãos se acostumem com a temperatura de cada

bacia;

- respondemos à seguinte pergunta: quais as temperaturas que sentimos em ambas as mãos, comparativamente?
- Em seguida, colocamos ambas as mãos, simultaneamente, na bacia com água à temperatura ambiente e;
- respondemos novamente a pergunta: quais as temperaturas que sentimos em ambas as mãos, comparativamente?

Bem, a essa altura, você já deve estar se acostumando com a ideia de que nossos sentidos podem nos trapacear! Mais a diante conheceremos como a física interpreta esse resultado experimental. Se você já tem uma ideia, vá confrontando com o que você observa durante nosso percurso de aprendizado.

Calor (forma de transferência de energia entre corpos)

E então? Calor. Essa palavra já deve ser sua conhecida, afinal de contas frequentemente desejamos um calorzinho em nossas vidas para evitarmos o frio excessivo. O Sol nos aquece e quando temos um dia ensolarado pode até ser que fique calor demais. Bem, essa palavra, em muitos outros exemplos cotidianos, está presente em nossas vidas, no entanto, calor em física, será que tem o mesmo sentido que atribuímos normalmente? A resposta é que no contexto da física esse conceito tem um significado preciso e particular e devemos ir aos poucos conhecendo esse conceito de *calor* em física.

Durante o estudo da física já fomos iniciados com o conceito de *energia*, o qual também não é muito fácil de se definir e sabemos que a energia pode ser transformada de uma forma para outra sem ser destruída. Por exemplo, quando elevamos um apagador de quadro branco sabemos da experiência que se soltarmos ele cairá e, enquanto cai, adquirirá cada vez mais velocidade de modo que a energia que nosso corpo usou para elevar o apagador foi transferida em parte para acumular energia potencial gravitacional no apagador, o qual por sua vez, a utiliza para aumentar sua velocidade, ou mais especificamente, sua energia cinética enquanto cai, e, finalmente, ao atingir o solo, transfere para ele parte dessa energia em diversas outras formas, tais como, energia acústica e calor. Pois bem, saibamos que em física o calor é uma forma de transferência de energia entre os corpos e está associada com a diferença de temperatura entre eles, embora, você verá mais adiante, ele também esteja associado com a mudança de estado físico da matéria, por exemplo, quando o gelo está derretendo, ou seja, passando do estado sólido para o líquido.

Vale ressaltar que, uma vez que entendemos o calor como uma forma de transferência de energia, podemos expressar a quantidade de calor transferida em unidades de joule, conforme o padrão do Sistema Internacional (SI).

Com essas ideias em mente, vamos observar uma simulação computacional ilustrativa da concepção de calor como uma forma de transferência de energia entre corpos e alguns tipos de transformação de energia³².

Termômetro e a Escala Celsius de Temperatura

Agora que estamos nos acostumando com o conceito de calor vamos utilizá-lo para entender o funcionamento de um termômetro. Tomemos um termômetro clínico, de laboratório ou doméstico de monitoração da temperatura ambiente. Você já deve ter visto um ou usado (caso não tenha usado essa é a oportunidade) e sabe da experiência que quando o colocamos em contato com o objeto que queremos saber a temperatura, uma coluna de um líquido colorido (geralmente vermelho ou prateado) sobe pelo capilar interno do termômetro e para de subir após um certo tempo quando então conseguimos ler na graduação do termômetro um valor correspondente a temperatura do objeto em uma dada escala de temperatura, geralmente a escala Celsius. Podemos posteriormente conhecer a história da escala Celsius, mas por hora vamos nos restringir em saber que essa é uma escala de temperatura que tem como marco zero (0 °C: lê-se “zero graus Celsius”) a temperatura de congelamento da água e como marco 100 (100 °C) a temperatura de ebulição também da água, ambos os valores tomados a pressão atmosférica de 1 atm.

O que acontece com o termômetro é que, basicamente, quando ele é posto em contato com o objeto que queremos saber a temperatura, ou o líquido recebe calor desse objeto ou cede calor para ele. Esse líquido contido no termômetro tem uma certa propriedade que lhe permite espichar-se (dilatar-se) ou encolher-se (contrair-se) dependendo do sentido de transferência da energia. Especificamente, o líquido dilata quando recebe calor do objeto e contrai quando transfere calor para o objeto, de modo que quando o líquido estabiliza-se numa marca, essa marca representa a temperatura que desejávamos saber em uma certa escala de temperatura, frequentemente, a escala Celsius de temperatura. A essa característica de

32 *PhET Interactive Simulations. Formas de energia e transformação.* Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/energy-forms-and-changes>. Acesso em: 9 set. 2015. Nessa simulação será evidenciado o caráter de transferência de energia na forma de calor entre objetos a temperaturas diferentes, mostrando que a transferência se dá daquele com maior temperatura para o de menor temperatura relativa e as perdas de calor para o ambiente (disponível na aba “Introdução” do simulador). Além disso, será ilustrado alguns tipos de transformações de formas de energia (disponível na aba “Sistemas de Energia”).

estabilização do movimento do líquido chamamos de *equilíbrio térmico* que é o mesmo que dizer que tanto o líquido termométrico como o objeto que estamos medindo a temperatura estão a mesma temperatura e cessaram a transferência de energia.

Temos a experiência de fazer leituras de temperatura na escala Celsius, a qual é a escala adotada no Brasil e em muitos outros países, porém existem outras escalas, dentre as quais, mais duas em especial são bastante utilizadas; primeiramente a escala *Kelvin*, que é usada no meio científico e a escala *Fahrenheit*, que é a escala adotada nos Estados Unidos e Europa. Posteriormente, quando precisarmos utilizar algumas dessas escalas, aprenderemos como fazer as devidas conversões entre elas.

Questões para o desenvolvimento da aprendizagem

Agora, vamos exercitar o conhecimento apresentado nas seções anteriores com as seguintes questões propostas. Utilize outras fontes de informação disponíveis, como por exemplo, o seu livro de física.

Responda todas as questões em uma folha destacada para entregar ao professor. Você poderá trocar ideias com seus colegas, mas esforce-se para responder com suas próprias palavras. Cada aluno deverá entregar sua resposta.

- 1) Faça a síntese de uma pequena pesquisa sobre a unidade de medida de calor conhecida como *caloria* e descubra o fator de conversão para a unidade joule do SI.
- 2) Imagine que você tem um instrumento semelhante a um termômetro, porém sem escala de graduação (chamamos esse instrumento de *termoscópio* porque ele apenas é capaz de mostrar sensibilidade linear com o aumento da temperatura sem apresentar um valor numérico em alguma escala) e que você apenas deseja saber se dois corpos diferentes que estão a sua disposição estão à mesma temperatura, por exemplo, um copo com um líquido qualquer e um bloco metálico. Explique como você procederia.
- 3) O que você entendeu por *equilíbrio térmico*? Dê um novo exemplo.
- 4) Sabemos da experiência que quando esfregamos uma mão na outra elas acabam se aquecendo mutuamente. Formule uma explicação para esse fato.

Referências

- FEYNMAN, Richard P.; LEIGHTON, Robert B. e SANDS, Matthew. **Lições de Física de Feynman**. Ed. 2. Porto Alegre: Brookman, 2008. v. 2.
- HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. Ed. 11. Porto Alegre: Brookman, 2011.
- GIANCOLI, Douglas C. **Physics for scientists and engineers with modern physics**. Ed.

2. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1988.

PhET Interactive Simulations. **Formas de energia e transformação**. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/energy-forms-and-changes>. Acesso em: 9 set. 2015.

APÊNDICE B – Texto de apoio distribuído aos alunos nas Aulas 3 e 4 (Turmas A e B)

Energia internaIntrodução

Nesta aula, estudaremos a interpretação que a física dá para o conceito temperatura do ponto de vista microscópico e, além disso, seremos apresentados para um novo conceito mais abrangente chamado de *energia interna* de um corpo.

Você já deve ter ouvido dizer que as coisas materiais são formadas de *átomos* e *moléculas*. Das aulas de química você provavelmente já foi apresentado a uma tabela periódica dos elementos. Essa tabela apresenta de maneira organizada os elementos (átomos) conhecidos na natureza ou até mesmo os produzidos em laboratório e por esses constituintes básicos as coisas materiais do nosso dia a dia são formadas. Porém, na grande maioria das vezes, as coisas materiais não são formadas por um mesmo tipo de átomo como sua unidade básica, mas sim por um combinado de tipos diferentes de átomos, como por exemplo oxigênio e hidrogênio. Quando combinamos dois átomos formando uma unidade básica de um determinado material, damos um nome especial à essa unidade chamando-a de *molécula*, por exemplo, a molécula de água H₂O.

A física, na busca por sempre buscar entender a natureza com base nos seus princípios mais fundamentais elaborando explicações para os fenômenos observados, construiu uma teoria baseada nas leis de Newton chamada de *Teoria Cinética*, a qual assume a existência de partículas básicas constituintes da matéria fornecendo uma explicação para o conceito de temperatura do ponto de vista microscópico. Além disso, essa teoria introduziu um novo conceito chamado de energia interna dos materiais (sólidos, líquidos e gases) o qual será o objeto do nosso estudo.

Visão microscópica dos materiais

Vamos abrir um aplicativo³³ que ilustra a visão da Teoria Cinética quanto aos *estados físicos da matéria*, a saber, *sólido*, *líquido* e *gasoso*.

Com o aplicativo aberto na aba “Sólido, Líquido, Gás” verificamos na canto superior direito quatro opções de materiais; são eles, átomos de neônio ou argônio e moléculas de oxigênio e água.

Abaixo das opções de materiais temos as opções de estados físicos da matéria.

Vamos observar quais as diferenças básicas que se tornam evidentes para as doze

33 PhET Interactive Simulations. **Estados da Matéria**. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/states-of-matter>. Acesso em: 17 set. 2015.

combinações que podemos fazer entre as nossas opções.

Faça as anotações que você considerar necessárias, bem como também daquelas que serão ditas pelo professor.

Interpretação da *temperatura* via Teoria Cinética

Você percebeu que em nenhum momento os átomos ou moléculas do material estão completamente parados, sempre era possível notar que havia movimento ou vibração por parte dos seus constituintes. Analisando primeiramente o neônio no estado gasoso, pudemos observar que os átomos do gás viajavam *aleatoriamente* para todos os lugares e por vezes chocavam-se entre si e com as paredes do recipiente em que estavam contidos. O mesmo era observado para o gás de argônio.

Você também pode notar uma diferença sutil entre os átomos para com as moléculas. Por exemplo, as moléculas do gás oxigênio além de se chocarem com as paredes do recipiente e entre si, apresentavam rotação e, dependendo do tipo de choque que uma molécula sofria, ela girava mais rápido ou lentamente. O mesmo era observado para a molécula de vapor de água.

Na linguagem da física, dizemos que no caso dos átomos dos gases neônio e argônio, basicamente eles possuíam apenas uma energia associada à translação de cada átomo chamada de energia cinética de translação. Embora fosse possível também considerar o movimento de rotação de um átomo sozinho em torno do seu próprio eixo, assumiu-se que a energia associada à rotação de um átomo sozinho é desprezível comparada com a energia de translação. Já no caso das moléculas dos gases oxigênio e vapor de água, além da energia cinética, a energia de rotação de cada molécula não é desprezível.

A teoria cinética argumenta em suas bases que a temperatura enfim está relacionada com o movimento de translação dos átomos ou moléculas que compõem a matéria, excluindo da conta a contribuição rotacional que eles possam ter ou qualquer outro tipo de energia que não seja translacional. Grosso modo, essa teoria usa a *mecânica newtoniana* juntamente com as ferramentas matemáticas da *estatística* para contabilizar a energia cinética média dos átomos ou moléculas que formam a matéria e transformar o valor obtido em um valor correspondente numa data escala de temperatura.

O que é *Energia Interna* segundo a Teoria Cinética

Você se lembra que na definição de temperatura segundo a teoria cinética devemos excluir da conta qualquer outra forma de energia associada à mecânica dos constituintes da

matéria. Por mecânica, estou me referindo à qualquer outra forma de energia possível de ser calculada via mecânica newtoniana que não seja a energia cinética. Nas discussões anteriores falamos da existência da energia rotacional e nada mais, porém, sutilmente falamos que existem ligações entre os átomos para formar uma molécula e ligações entre unidades básicas de um material quando a matéria está no estado sólido ou líquido. Associada a essas ligações é possível calcular uma forma de energia chamada de *energia potencial*, mais especificamente neste caso, energia potencial de ligação molecular. E então, essa energia potencial entra na conta para obtenção da temperatura?³⁴

A teoria cinética assume que chamamos de energia interna do material a soma de todas as formas de energia que estão presentes e acumuladas em sua estrutura e isso inclui também considerar a energia cinética de todas as partículas. Na prática é impossível ou muito difícil de se fazer esse cálculo dependendo de qual material estamos analisando, porém os físicos deram um jeitinho e arrumaram formas indiretas de calculá-la, mas isso será um assunto para mais além.

Vamos olhar em nosso aplicativo usado na Seção Visão microscópica dos materiais, agora na aba “Potencial de Interação”, uma representação ilustrativa do conceito de energia potencial de ligação molecular que citamos como outra forma de energia que está acumulada nos materiais que são constituídos de moléculas.

Questões para o desenvolvimento da aprendizagem

Agora, vamos exercitar o conhecimento apresentado nas seções anteriores com as seguintes questões propostas. Utilize outras fontes de informação disponíveis, como por exemplo, o seu livro de física.

Responda todas as questões numa folha destacada para entregar ao professor. Você poderá trocar ideias com seus colegas, mas esforce-se para responder com suas próprias palavras. Cada aluno deverá entregar sua resposta.

- 1) Diferencie como entendemos microscopicamente os materiais sólidos, líquidos e gasosos.
- 2) Sabemos que a energia cinética de uma partícula está relacionada com a sua

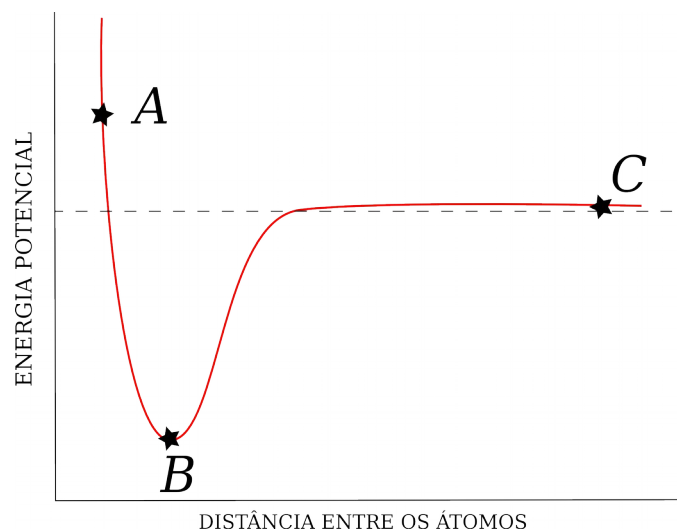
velocidade segundo a expressão $E_c = \frac{mv^2}{2}$ onde m é massa da partícula e v é sua velocidade. Considerando uma garrafa cheia de um gás monoatômico, de que maneira

³⁴ Como foi dito, nada mais além da energia cinética de translação entra na conta para determinar a temperatura. Somente leva-se em conta o movimento de translação dos constituintes do material para determinar sua temperatura.

a temperatura dentro da garrafa está relacionada com a energia cinética dos átomos do gás?

- 3) Explique o conceito de energia interna com suas próprias palavras.
- 4) Observe a figura abaixo referente a um gráfico da energia potencial de ligação molecular para uma molécula diatômica desconhecida. Considere os pontos **A**, **B** e **C** apontados no gráfico e responda:

Figura 3: Esboço de um gráfico da energia potencial de ligação molecular para uma molécula diatômica.



Fonte: Elaborada pelo autor.

- (1) A que distância interatômica marcada no gráfico a energia potencial é positiva e não propicia a formação de uma molécula?
- (2) A que distância interatômica marcada no gráfico a energia potencial é fraca e não propicia a formação de uma molécula?
- (3) A que distância interatômica a energia potencial é negativa denotando um estado ligado entre os átomos?

Referências

FEYNMAN, Richard P.; LEIGHTON, Robert B. e SANDS, Matthew. **Lições de Física de Feynman**. Ed. 2. Porto Alegre: Brookman, 2008. v. 2.

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. Ed. 11. Porto Alegre: Brookman, 2011.

GIANCOLI, Douglas C. **Physics for scientists and engineers with modern physics**. Ed. 2. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1988.

PhET Interactive Simulations. **Estados da Matéria**. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/states-of-matter>. Acesso em: 17 set. 2015.

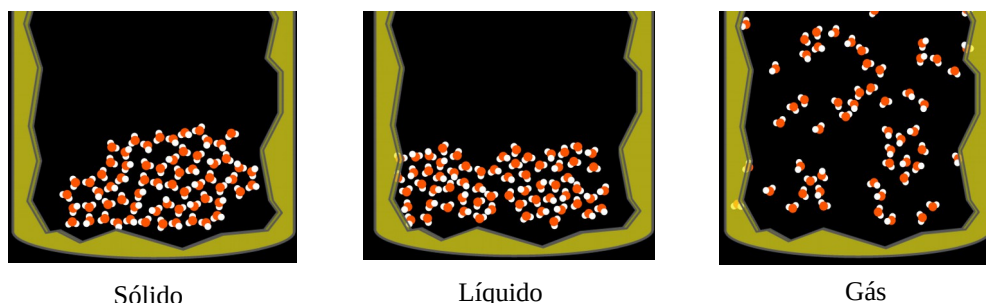
APÊNDICE C - Questões escolhidas para a atividade de IpC nas Aulas 7 e 8 (Turmas A e B)

As questões a seguir foram utilizadas na atividade de IpC (aplicação modificada em relação a Araujo e Mazur, 2013) nas Aulas 7 e 8 em ambas as turmas lecionadas na Regência. As alternativas sublinhadas, são as respostas corretas. Destaco que algumas das questões são de vestibulares, que estão indicados no início do enunciado, e outras foram formuladas pelo autor deste trabalho.

Observação: As questões de 1 a 5 foram retiradas /adaptadas do livro: GASPAR, Alberto. **Física**. Ed. 2. São Paulo: Ática, 2012. v. 2. p. 263.

1. (Unifesp) Um termômetro é encerrado dentro de um bulbo de vidro onde se faz vácuo. Suponha que o vácuo seja perfeito e que o termômetro esteja marcando a temperatura ambiente, $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Depois de algum tempo, a temperatura ambiente se eleva a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Observa-se, então, que a marcação do termômetro:
 - a) eleva-se também, e tende a atingir o equilíbrio térmico com o ambiente.
 - b) mantém-se a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, qualquer que seja a temperatura ambiente.
 - c) tende a reduzir-se continuamente, independente da temperatura ambiente.
 - d) vai se elevar, mas nunca atinge o equilíbrio térmico com o ambiente.
 - e) Tende a atingir o valor mínimo da escala do termômetro.
2. A figura abaixo mostra três modelos que representam estados de agregação da água: sólido, líquido e gás.

Figura 4: Representação artística dos estados de agregação da água.



Fonte: Instantâneos retirados do aplicativo *PhET Interactive Simulations*. **Estados da Matéria**. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/states-of-matter>. Acesso em: 17 set. 2015.

Com base nessa figura responda:

- a) Em qual dos estados de agregação a energia cinética é maior?

- a) No sólido.
b) No líquido.
c) No gás.
d) Igualmente em todos.
e) Não há energia cinética nos sólidos e líquidos, somente no gás.
- b) Em qual das amostras a energia interna é maior, supondo que as amostras contêm o mesmo número de moléculas?
a) No sólido.
b) No líquido.
c) No gás.
d) Igualmente em todos.
e) Não há energia interna e sim temperatura, a qual é uma forma de energia externa.
3. (FEI-SP) Quanto à definição de calor, podemos afirmar que:
a) é uma energia que um corpo quente possui.
b) é uma energia que um corpo frio possui.
c) é uma energia em trânsito entre corpos quentes de mesma temperatura.
d) é uma energia em trânsito entre corpos de temperaturas diferentes.
e) é diretamente proporcional à temperatura do corpo.
4. (Uespi) A quantidade de calor necessária para elevar de um grau centígrado (Celsius) a temperatura de um grama de uma substância define a grandeza física denominada:
a) equivalente térmico.
b) capacidade térmica.
c) calor de fusão.
d) calor específico.
e) calor latente.
5. (UFMG) Numa aula de física, o professor Carlos Heitor apresenta a seus alunos esta experiência: dois blocos – um de alumínio e outro de ferro –, de mesma massa e, inicialmente, à temperatura ambiente, recebem a mesma quantidade de calor, em determinado processo de aquecimento. O calor específico do alumínio e o do ferro são, respectivamente, $0,90 \text{ J/g}\cdot^\circ\text{C}$ e $0,46 \text{ J/g}\cdot^\circ\text{C}$.
Questionados quanto ao que ocorreria em seguida, dois dos alunos, Alexandre e Lorena, fazem, cada um deles, um comentário:
- Alexandre: “Ao final desse processo de aquecimento, os blocos estarão à mesma temperatura.”

- Lorena: “Após esse processo de aquecimento, ao se colocarem os dois blocos em contato, fluirá calor do bloco de ferro para o bloco de alumínio.”

Considerando-se essas informações, é correto afirmar que:

- apenas o comentário de Alexandre está certo.
- apenas o comentário de Lorena está certo.
- ambos os comentários estão certos.
- Nenhum dos dois comentários está certo.

Observação: As questões de 6 e 7 foram retirados do livro: PIETROCOLA, Maurício [*et al.*].

Física em contextos: pessoal, social e histórico. Ed. 1. São Paulo: FTD, 2011. v. 2. p. 188.

- (FEI-SP) Quando dois corpos de tamanhos diferentes estão em contato e em equilíbrio térmico, e ambos isolados do meio ambiente, pode-se dizer que:
 - o corpo maior é o mais quente.
 - o corpo menor é o mais quente.
 - não há troca de calor entre os corpos.
 - o corpo maior cede calor para o corpo menor.
 - o corpo menor cede calor para o corpo maior.
- (Vunesp-SP) Quando uma enfermeira coloca um termômetro clínico de mercúrio sob a língua de um paciente, por exemplo, ela sempre aguarda algum tempo antes de fazer a leitura. Esse intervalo de tempo é necessário
 - para que o termômetro entre em equilíbrio térmico com o corpo do paciente.
 - para que o mercúrio, que é muito pesado, possa subir pelo tubo capilar.
 - para que o mercúrio passe pelo estrangulamento do tubo capilar.
 - devido à diferença entre os valores do calor específico do mercúrio e do corpo humano.
 - porque o coeficiente de dilatação do vidro é diferente do coeficiente de dilatação do mercúrio.

Observação: As questões de 8 a 10 foram retirados do livro: MÁXIMO, Antônio e ALVARENGA, Beatriz. **Física contexto & aplicações.** Ed. 1. São Paulo: Scipione, 2011. v. 2. p. 38, 77, 137.

- (PUC-MG) A pressão que um gás exerce, quando mantido em um recipiente fechado, se deve:
 - ao choque entre as moléculas do gás.
 - à força de atração entre as moléculas.

- c) ao choque das moléculas contra as paredes do recipiente.
- d) à força com que as paredes atraem as moléculas.
9. (Unifesp-SP) O SI adota como unidade de calor o joule, pois calor é energia. No entanto, só tem sentido falar em calor como energia em trânsito, ou seja, energia que se transfere de um corpo a outro em decorrência da diferença de temperatura entre eles. Indique a afirmação em que o conceito de calor está empregado corretamente.
- a) a temperatura de um corpo diminui quando ele perde parte do calor que nele estava armazenado.
- b) a temperatura de um corpo aumenta quando ele acumula calor.
- c) a temperatura de um corpo diminui quando ele cede calor para o ambiente.
- d) o aumento da temperatura de um corpo é um indicador de que esse corpo armazenou calor.
- e) um corpo só pode atingir o zero absoluto se for esvaziado de todo o calor nele contido.
10. (UTF-PR) Analise as seguintes afirmações sobre conceitos de termologia:
- I. Calor é uma forma de energia.
- II. Calor é o mesmo que temperatura.
- III. A grandeza que permite informar se dois corpos estão em equilíbrio térmico é a temperatura.
- Está(ão) correta(s) apenas:
- f) I.
- g) II.
- h) III.
- i) I e II.
- j) I e III.

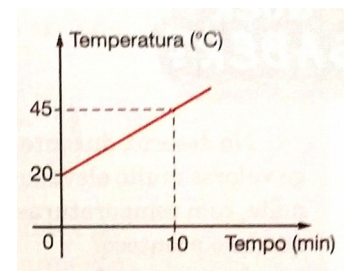
APÊNDICE D – **Questões propostas para o trabalho em duplas nas Aulas 7 e 8 (Turmas A e B)**

As questões a seguir foram retiradas do livro-texto³⁵ das turmas A e B, e foram utilizadas como atividade em duplas para resolução em sala de aula com entrega no final.

- O motor de um carro, durante o tempo de funcionamento, teve uma das suas peças aquecidas, passando de 15 °C para 115 °C. Sabendo que essa peça tem massa $m = 2000$ g e recebeu 4000 cal, determine a capacidade térmica da peça e o calor específico da substância que a constitui.
- O gráfico da temperatura em função do tempo para um corpo que absorve calor à razão de 1000 cal/min está representado abaixo.

Determine:

- a capacidade térmica do corpo;
- o calor específico da substância que constitui o corpo, sabendo que sua massa é $m = 1000$ g.

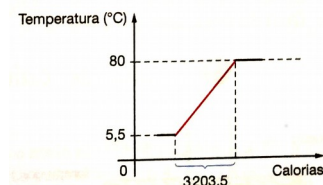


- Na tabela a seguir, é possível ler os valores do calor específico de cinco substâncias no estado líquido, e, no gráfico, é representada a curva de aquecimento de 100 g de uma dessas substâncias.

A curva de aquecimento representada é a:

- da água.
- do álcool etílico.
- do ácido acético.
- da acetona.
- do benzeno.

Substância	Calor específico (cal/g °C)
Água	1,00
Álcool etílico	0,58
Ácido acético	0,49
Acetona	0,52
Benzeno	0,43

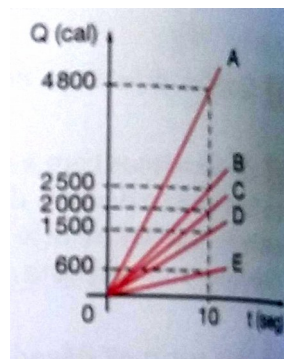


³⁵ As questões foram as de número 5 a 9 do livro: BARRETO FILHO, Benito; SILVA, Claudio Xavier da. **Física aula por aula: mecânica dos fluidos, termologia, óptica: 2º ano**. 2. ed. São Paulo: FTD, 2013. p. 103 e 104.

4. Durante um estudo sobre o comportamento térmico de determinado corpo, cuja massa é 0,2 kg, foi fornecido a ele a quantidade de calor de 0,2 kcal, provocando uma variação de temperatura de 5 °C para 15 °C. Diante desses dados, determine o calor específico da substância que constitui esse corpo.
5. (UFPA) Apesar da vida ribeirinha, João não ficou alheio aos avanços tecnológicos, nem às informações atualizadas que hoje chegam a qualquer lugar, via satélite, por meio de parabólicas. A questão a seguir refere-se a esse contexto.

Em um forno de micro-ondas João colocou um vasilhame com 1,5 kg de água a 20 °C. Mantendo o forno ligado por 10 minutos, a temperatura da água aumentou para 80 °C. A representação gráfica do desempenho do forno indicada pelo calor fornecido (calorias) em função do tempo (segundos) é mais bem representada pela linha: (Considere que toda a energia produzida pelo forno foi absorvida pela água na forma de calor e que o calor específico da água = 1 cal/g·°C.)

- a) A
b) B
c) C
d) D
e) E



Respostas:

- Capacidade térmica = 40 cal/°C; calor específico = 0,02 cal/g·°C.
- a) 400 cal/°C; b) 0,4 cal/ g·°C.
- Alternativa e).
- 0,1 cal/g·°C.
- Alternativa d).