

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE FÍSICA

DOUGLAS GRANDO DE SOUZA

**CIRCUITOS ELÉTRICOS E MODELOS CIENTÍFICOS:**  
uma experiência didática de abordagem epistemológica no Colégio Estadual Protásio Alves

PORTO ALEGRE  
2018/2

DOUGLAS GRANDO DE SOUZA

**CIRCUITOS ELÉTRICOS E MODELOS CIENTÍFICOS:**

uma experiência didática de abordagem epistemológica no Colégio Estadual Protásio Alves

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.

Orientador: Prof. Dr. Ives Solano Araujo.

PORTO ALEGRE  
2018/2

“Tenhamos presente que aquilo que podemos fazer é simplesmente uma gota no oceano. E, no entanto, se faltasse essa gota, sem dúvida o oceano seria menor.”  
(Santa Teresa de Calcutá)

## Agradecimentos

Agradeço a *Deus*, reconhecendo que nada tenho além daquilo que recebi de Sua Infinita Misericórdia e que sem Ti nada posso fazer.

Agradeço aos meus pais, *Luiz Carlos* e *Clarete*, pelo amor expresso em tantos atos simples do dia a dia, pelos nove meses de cama, pela insistência para que desenvolvesse sempre meu melhor, pelo interesse demonstrado pela minha educação, pelas orações, pela paciência (com esse filho longe do ideal) e pelo apoio incondicional à minha decisão de ser professor. Sinto muito orgulho por ser filho seu, e a vocês dedico esse escrito.

Ao professor orientador *Ives Solano Araujo*, pelas incansáveis resoluções de dúvidas, conversas, correções, caronas, orientações, risadas e motivações. Aprendi muito me espelhando em seu profissionalismo durante os três semestres de convivência no Grupo de Ensino de Física e durante esse semestre de Estágio de Docência. Parte do educador que eu sou hoje com certeza se deve ao senhor, e por isso sou muito grato.

À professora *Eliane Angela Veit*, por quem tive a feliz oportunidade de ser orientado desde a metade do ano de 2017, por ser quem é. Muito me inspiram seu caráter, sua humanidade, sua paciência, o seu equilíbrio delicado entre a amabilidade e a rigorosidade, sua justiça e sua exigência de excelência. Creio ter aprendido muito mais com a senhora do que agora posso me dar conta. Muito obrigado!

À professora *Neusa Teresinha Massoni* que, junto com seu trabalho com o uso de História e Filosofia da Ciência no Ensino de Física, foram uma grande inspiração para o desenvolvimento desta trabalho. Agradeço também pela sua urgência em não deixar de acreditar no poder transformador da educação, que me inspirou a ter sede de fazer a diferença enquanto educador que tenho escolhido ser. Ainda há esperança, e não deixo de acreditar nela.

Ao professor *Leonardo Albuquerque Heidemann*, pela leveza e alegria que caracterizam seu agir como professor, que muito me aquecem o coração, e pela segurança quanto à execução de atividades experimentais no Ensino de Física que tive a oportunidade desenvolver em suas aulas.

À professora *Magale Elisa Bruckmann*, pela sua atenção, profissionalismo, dedicação aos alunos, correções e pelos materiais concedidos para a elaboração de um dos aparatos experimentais utilizados no desenvolvimento desta Unidade de Ensino.

À professora *Simone Valdete dos Santos*, minha primeira orientadora, pela oportunidade de descobrir o gosto pela pesquisa científica e por me ensinar que ela se relaciona com a minha vida como um todo.

Às professoras *Rejane Maria Ribeiro Teixeira, Gabriela Maria Barbosa Brabo, Fernanda Ostermann* e *Maria Aparecida Bergamaschi* e aos professores *Cláudio José de Holanda Cavalcanti, Mario Norberto Baibich, Magno Valerio Trindade Machado, Miguel Ângelo Cavalheiro Gusmão* e *Luiz Carlos Bombassaro*, pelas imensas contribuições para a minha formação enquanto professor de Física, proporcionadas pelas suas aulas.

Aos doutorandos *Elkin* e *Daniel*, pelo bom trabalho que desenvolvemos em nossa comunidade e, sobretudo, pela paciência durante o período de Estágio.

Aos técnicos e laboratoristas do Prédio H do Campus do Vale – em especial à *Lara*, ao *Nico*, ao *Renato* e ao *Gabriel* – por todo auxílio na elaboração de materiais para as atividades demonstrativas experimentais.

Aos alunos do Colégio Estadual Protásio Alves, com quem tive a oportunidade de conviver durante este semestre, vocês brilham mais do que podem imaginar. Fico grato pela oportunidade de descobrir um pouco disso.

Aos professores e funcionários da escola – me sinto profundamente grato pela acolhida, pelas conversas e experiências vividas.

Por fim, a todos os queridos amigos e amigas, familiares e pessoas que rezaram por mim. Em especial, àqueles amigos-colegas que compartilharam essa experiência de Estágio Docente comigo – *Ana, Daniel, Felipe, Guilherme, Letícia, Maria Eduarda* e *Miguel* – sou muito grato por tudo o que passamos ao longo dessa jornada.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	9
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	11
3. PERÍODO DE OBSERVAÇÃO E MONITORIA.....	23
3.1. Caracterização Escolar .....	23
3.2. Caracterização docente.....	26
3.3. Caracterização discente .....	28
3.4. Relato das observações em sala de aula .....	29
3.4.1. Dia 20/08 .....	30
3.4.2. Dia 27/08 .....	35
3.4.3. Dia 03/09 .....	39
3.4.4. Dia 10/09 .....	42
3.4.5. Dia 17/09 .....	45
3.4.6. Dia 24/09 .....	47
4. PERÍODO DE PLANEJAMENTO .....	51
5. PERÍODO DE REGÊNCIA.....	53
5.1. Aula 1 .....	53
5.1.1. Plano de Aula.....	53
5.1.2. Relato de Regência .....	55
5.2. Aula 2 .....	60
5.2.1. Plano de Aula.....	61
5.2.2. Relato de Regência .....	63
5.3. Aula 3 .....	69
5.3.1. Plano de Aula.....	69
5.3.2. Relato de Regência .....	71
5.4. Aula 4 .....	77
5.4.1. Plano de Aula.....	77
5.4.2. Relato de Regência .....	79
5.5. Aula 5 .....	83
5.5.1. Plano de Aula.....	83
5.5.2. Relato de Regência .....	85
5.6. Aula 6 .....	90
5.6.1. Plano de Aula.....	90
5.6.2. Relato de Regência .....	91

5.7. Aula 7 .....	94
5.7.1. Plano de Aula.....	94
5.7.2. Relato de Regência .....	95
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	100
7. REFERÊNCIAS.....	106
APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO DE PREPARAÇÃO PARA AS AULAS .....	109
APÊNDICE B: CRONOGRAMA DE REGÊNCIA.....	111
APÊNDICE C: AVALIAÇÕES.....	113
APÊNDICE D: MATERIAIS FORNECIDOS AOS ALUNOS.....	124
APÊNDICE E: APRESENTAÇÕES DE <i>SLIDES</i> .....	125

## ÍNDICE DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1 - Método Peer Instruction. Fonte: Araujo e Mazur (2013).....	20
Figura 2 - Exemplo de cartões de votação oferecidos pelo aplicativo Plickers®. Fonte: micool.org. .....	21
Figura 3 – Colégio Estadual Protásio Alves. A fachada da escola, na imagem à esquerda. A imagem superior à direita apresenta o corredor do andar térreo, enquanto que a imagem inferior apresenta o corredor do terceiro piso, onde se localiza a sala das turmas observadas. Fonte: o autor. ....	24
Figura 4 - Localização da Escola Estadual Protásio Alves em Porto Alegre. Fonte: GoogleMaps...	25
Figura 5 - Esquematização de um Circuito Elétrico Simples, utilizada nas aulas 2, 3 e 5. Todos os circuitos elétricos esquemáticos mostrados nesse trabalho foram construídos com o editor online Overleaf.....	63
Figura 6 - Circuito Elétrico esquematizado na aula 3.....	73
Figura 7 - Circuito Elétrico com Associação de Resistores em Paralelo, utilizado na Aula 5. ....	87
Figura 8 - Circuito Elétrico com Associação de Resistores em Série, utilizado na Aula 5. ....	87
Figura 9 - Circuito Elétrico utilizado no exercício proposto aos alunos, durante a Aula 5. ....	88
Figura 10 - Circuito Elétrico utilizado na questão 2, apresentada na Aula 6.....	92
Tabela 1 - Tabela de Avaliação das Atitudes do Professor.....	27
Tabela 2 - Tabela, reproduzida no quadro-branco durante a atividade experimental.....	73
Tabela 3 - Avaliações dos alunos, conforme entregues no dia 26/11/2018.....	98

## 1. INTRODUÇÃO

Aprender, na formação para o exercício de uma profissão, se desdobra em aprender a refletir, a fazer, a agir e, sobretudo, aprender a ser. De certo modo, a formação em nível superior é mais do que um diploma certificador: é um caminho de desenvolvimento de nossas capacidades e potencialidades e um caminho de maturação da nossa própria identidade – de quem somos e de quem seremos enquanto profissionais atuantes em um ofício desempenhado na sociedade. Em um curso de graduação, esse aprendizado se dá através de disciplinas teóricas e práticas que compõem seu currículo, mas também exigindo a participação naquelas práticas profissionais que são realizadas no próprio ambiente de trabalho e nas diversas situações que os compõe, de modo a aprender junto àqueles que já vivem a profissão escolhida.

Para os professores de Física em formação inicial, a formação teórica se fundamenta nos muitos saberes que compõem a área de Ensino de Física – com conteúdos, símbolos, métodos e instrumentos de Física básica e avançada, de Sociologia e Filosofia da Educação, de Filosofia e história da Ciência, de Didática e metodologias de ensino, de Matemática básica e avançada, de Políticas Públicas, de teorias da aprendizagem, de Psicologia e História da Educação, etc. Entretanto, essa formação teórica não se basta; é preciso que esteja aliada à vivência e participação no ambiente escolar. O professor em formação, através da experiência de inserção nas rotinas, ações, atividades, ritmos e relações que formam e conformam o espaço educativo, terá a oportunidade de aprender e a refletir sobre seu fazer docente – aprender, também desse modo, a ser professor.

Essa monografia é fruto das experiências por mim vividas durante o Estágio de Docência em Física, etapa obrigatória final do curso de graduação em Licenciatura em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Consiste em um relato detalhado de todas as atividades desenvolvidas na disciplina, durante o segundo semestre de 2018, sob a orientação do professor Ives Araujo, e de reflexões pessoais acerca dessas mesmas atividades e vivências. As atividades desenvolvidas ao longo do semestre consistiram em: um período de 22 horas-aula de observação e monitoria, correspondendo à escolha de uma escola para a atuação e ao período de acompanhamento e observação das aulas ministradas por uma professora de Física em uma escola da rede estadual de ensino de Porto Alegre e dos alunos das turmas de regência da professora; um período de planejamento, desenvolvido em paralelo com o período de observações e monitoria, correspondendo à elaboração de uma Unidade de Ensino para o trabalho junto a uma das turmas observadas e dos Microepisódios de Ensino – curtas apresentações das aulas planejadas para as turmas, para que sejam avaliadas pelos colegas e pelo professor orientador; e, por fim, um período de 14 horas-aula de regência de classe junto à turma escolhida, possibilitando uma intensa experiência do trabalho docente como professor estagiário de uma das turmas observadas.

Ao longo desse texto será possível encontrar uma Unidade de Ensino de Física desenvolvida, sobretudo, com amor, mas não por isso sem dificuldade. Tendo como tema *Circuitos Elétricos*, buscou-se desenvolver esses conhecimentos tendo como referência o uso de epistemologia aliada às *Visões Epistemológicas Contemporâneas* – em especial considerando os Circuitos Elétricos como resultados do processo de *Modelagem Científica*. A fundamentação teórica que orientou o desenvolvimento da Unidade de Ensino, as ações docentes em sala de aula e a interpretação das experiências de ensino está descrita na Seção 2, sendo dividida em referencial teórico de aprendizado, referencial epistemológico e referencial metodológico.

Na Seção 3 encontram-se as atividades desenvolvidas durante o período de observação e monitoria, abarcando uma caracterização da escola escolhida para a realização do estágio – o Colégio Estadual Protásio Alves – uma caracterização das práticas docentes de uma professora de Física, em seu trabalho com as turmas da escola, e uma caracterização das turmas observadas, pertencentes ao terceiro ano do Ensino Médio. Também se encontram os relatos detalhados das observações realizadas ao longo do período de observação e monitoria.

A Seção 4 descreve o período de planejamento da Unidade de Ensino, que ocorreu em paralelo ao período de observações e monitoria, especificando os conteúdos de Física estudados e as atividades desenvolvidas para o planejamento e apresentação em Microepisódios de Ensino das aulas que compuseram a Unidade de Ensino. Também são descritas as avaliações planejadas para o trabalho com a turma de regência, justificando a opção por cada uma delas.

A descrição do período de regência de turma – a turma 310, correspondente ao terceiro ano do Ensino Médio – está contida na Seção 5, sendo apresentados os planos de aula, elaborados previamente à regência e modificados ao longo do trabalho concreto com a turma, e os relatos da experiência de regência. Esses relatos contêm detalhes das atividades desenvolvidas com as turmas em cada aula, ou seja, do modo como os planos de aula elaborados assumiram forma concreta na história da turma. Ao final de cada relato de regência algumas palavras apresentam reflexões sobre a experiência de ensino.

Esse trabalho tem seu fechamento na Seção 6, que contém considerações acerca das experiências vividas no Estágio de Docência em Física e ao longo da graduação em Licenciatura em Física, tendo valor de expressão do pensamento e identidade desse professor novato, já se considerando educador, ao fim do seu curso de graduação.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Minha percepção é de que o professor é um profissional cujo trabalho deve ser feito de modo refletido, de modo que seu trabalho deve estar fundamentado em um referencial que oriente o desenvolvimento de seu planejamento didático e de suas práticas e atitudes em sala de aula. Esta mesma fundamentação teórica deve, por coerência, ser a óptica pela qual serão interpretadas as vivências no concreto da sala de aula e a posterior atribuição de valor a elas.

Os referenciais aqui apresentados foram escolhidos de modo a construir uma Unidade de Ensino que possa proporcionar aos alunos uma perspectiva adequada acerca da Ciência, indispensável para o desenvolvimento de uma postura crítica e reflexiva na sociedade. A seção é dividida em referencial teórico de aprendizado, referencial epistemológico e referencial metodológico – embora não possam ser efetivamente separados, pois são interdependentes e implicam mutuamente.

### 2.1. Referencial Teórico de Aprendizado<sup>1</sup>

Refletir sobre o ensinar implica em refletir sobre o aprender. Desse modo, o exercício da docência deve ser amparado por um referencial teórico de aprendizado, na forma de uma teoria da aprendizagem, que o oriente. Para o trabalho aqui descrito, o referencial escolhido foi a Teoria da Aprendizagem Significativa na perspectiva ausubeliana clássica, que será caracterizada a seguir.

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

David Paul Ausubel (1918 – 2008) foi um psicólogo estadunidense, com contribuições reconhecidas no campo da psicologia cognitiva e da psicologia da educação. Sua produção se orienta sob uma perspectiva cognitivista e construtivista e, deste modo, ressalta a cognição (MOREIRA, 2011b, p. 14), enquanto o ato e os processos do conhecer na relação entre o sujeito conhecedor e objeto de conhecimento, e o papel ativo e interpretativo do sujeito, se valendo da analogia da construção, em desenvolver seu próprio conhecimento (MOREIRA, 2011b, p. 15).

A teoria da aprendizagem desenvolvida por Ausubel centra-se na ideia de *aprendizagem significativa*, ou seja, no processo pelo qual um novo conhecimento interage com um aspecto relevante da estrutura cognitiva do sujeito, de maneira não-literal e não-arbitrária (MOREIRA, 2011a, p. 13; 2016, p. 7). A essência da sua perspectiva teórica está na interação entre conhecimentos novos e conhecimentos prévios, onde os novos conhecimentos são interpretados e

---

<sup>1</sup> Tradicionalmente, a área de Ensino de Física dá nome de *referencial teórico* às teorias de aprendizagem que a orientam. Tomei a liberdade de modificar este nome, atribuindo-o a locução adjetiva *de aprendizado*, de modo a não se repetir com o termo *fundamentação teórica* e por compreender que também os referenciais epistemológicos e metodológicos podem ser considerados como referenciais com componentes teóricas.

construídos pelo sujeito e se vinculam com partes específicas da estrutura cognitiva que sejam propícias a essa atribuição de significado. Essa estrutura cognitiva ou mental, para Ausubel, possui um alto grau de organização (ARAUJO, 2005, p. 59), sendo uma complexa e hierarquizada disposição dos conceitos, das ideias e de suas relações – onde os conhecimentos mais específicos se ligam aos gerais e mais abrangentes (ARAUJO, 2005, p. 60; MOREIRA, 2016, p. 6). A concepção de que apenas uma parte da estrutura cognitiva do sujeito é envolvida no processo de elaboração de novos conhecimentos é uma das mais importantes ideias da teoria ausubeliana da aprendizagem, e é caracterizada pelo teórico através dos chamados *conceitos subsunçores* (MOREIRA, 2011a, p. 15; 2011b, p. 161).

Conhecidos também como *ideias-âncoras* ou simplesmente como *subsunçores*, são caracterizados como um conhecimento específico – seja uma proposição, um construto, uma concepção, uma representação, um modelo – já presentes na estrutura cognitiva do indivíduo que seja relevante para auxiliá-lo a atribuir significado a um novo conhecimento (MOREIRA, 2011a, p. 13; p. 18; 2011b, p. 161). O processo de interação entre subsunçores e novos conhecimentos é dinâmico, permitindo a evolução e o desenvolvimento dos conceitos, de suas relações e da estrutura cognitiva, tornando os subsunçores em componentes mais especializadas, diferenciadas e também tornando os novos conhecimentos em subsunçores. Dessa forma, para Ausubel, o ensino deve dar especial atenção a estas estruturas relevantes prévias. Em suas palavras,

“Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é *aquilo que o aprendiz já sabe*. Averigue isso e ensine-o de acordo.” (AUSUBEL, 1978, apud MOREIRA, 2016, p. 6, Grifo nosso).

Suas implicações para a atividade didática estão na importância dada à identificação das estruturas do conhecimento relevantes necessários a uma plena integração na estrutura cognitiva dos alunos de um conhecimento que se pretenda ensinar. E, por isso, implica em conhecer aquilo que o aluno conhece ou não, de modo a identificar subsunçores associados aos conhecimentos a serem ensinados. No caso deste trabalho, a convivência e observação no período imediatamente anterior à regência de turmas tiveram um papel decisivo, revelando muitas das dificuldades e possibilidades dos alunos que poderiam ser utilizadas ou não como subsunçores. São exemplos de subsunçores assumidos os conceitos de corrente elétrica e de potencial elétrico, estudado pelas turmas nos meses anteriores ao início do período de regência – embora, no caso do potencial elétrico, sua escolha como subsunçor tenha sido equivocada.

Caso os subsunçores adequados não estejam presentes na estrutura cognitiva do sujeito que busca conhecer, é necessário incentivar seu desenvolvimento através dos chamados *organizadores prévios*, ou seja, através de materiais introdutórios prévios aos materiais instrucionais em si (MOREIRA, 2011b, p. 6). Quando os subsunçores dos estudantes forem identificados e avaliados como adequados para dar base para a ocorrência da aprendizagem significativa, o professor deve fazer uso de recursos, métodos e materiais capazes de auxiliar o aluno a promover essa interação entre os conhecimentos novos e os conhecimentos prévios em sua estrutura cognitiva. Para que a aprendizagem significativa ocorra, Ausubel estabelece a existência de duas condições: a potencialidade significativa dos novos conhecimentos, em geral veiculados por materiais instrucionais, e a disposição à aprendizagem por parte do sujeito (MOREIRA, 2011a, p. 41; MOREIRA, 2011b, p. 164; ARAUJO, 2005, p. 62). A primeira condição implica que os novos conhecimentos, os recursos e os materiais educativos devam ser adequados aos subsunçores que o aprendiz possua (MOREIRA, 2011b, p. 164). A segunda condição refere-se à motivação do sujeito para desempenhar um esforço, um empenho, necessário para aprender de modo significativo, levando em conta seus conhecimentos prévios (MOREIRA, 2011a, p. 41). Desse modo, aprender depende tanto daqueles que ensinam quanto daqueles que buscam aprender.

O processo por meio do qual os novos e antigos conhecimentos interagem são descritos pelo teórico em termos de *assimilação*, também descrita como *ancoragem*. Um conceito potencialmente significativo *a* é assimilado pelos seus subsunçores *A* pertencentes à estrutura cognitiva. Nesse processo, não apenas o conhecimento novo é modificado, mas também os subsunçores se desenvolvem, formando uma coparticipação em uma nova unidade *a'A'* (MOREIRA, 2011b, p. 166). Por fim, os conhecimentos dessa nova unidade poderão ser discriminados em conhecimentos *a'* e *A'*, diferentes dos conhecimentos originais. Essas relações entre os conhecimentos prévios e os conhecimentos potencialmente significativos são continuamente desdobradas nos processos de *diferenciação progressiva* e de *reconciliação integrativa*. Na diferenciação progressiva, os conhecimentos mais gerais e abrangentes são diferenciados em conhecimentos mais detalhados e específicos, e em geral os conhecimentos novos auxiliam a especificar os conhecimentos prévios da estrutura cognitiva. No processo de reconciliação integrativa, diferentes elementos são recombinaados de modo a explicitar suas ligações e relações, de modo a um conhecimento novo poder reconciliar muitos dos conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva. Esses dois processos apresentam grande relevância para o ensino sob a perspectiva ausubeliana, e aqui foram interpretados como vinculados aos processos de *problematização* e *contextualização*, respectivamente.

Problematizar, de acordo com Ricardo (2010, p. 44), envolve a construção de situações-problemas capazes de possibilitar ao aluno a atribuição de significados aos conceitos, instrumentos,

relações e representações que compõe a Física. Isso pode ser realizado através da proposição ao aluno de um problema real em que os conhecimentos científicos sejam adequados para desenvolver tentativas de solução – colocando o aluno em face da necessidade de um novo conhecimento e, dessa forma, não ensinando respostas a perguntas que nunca foram feitas. Contextualizar, por outro lado, diz respeito uma série de “escolhas didáticas do professor, envolvendo conteúdos e metodologias, e com um projeto de ensino bem definido” (RICARDO, 2010, p. 44) que não se resumem a uma mera ilustração para o início de um novo conteúdo, mas que passa a envolver a “inserção da ciência e de suas tecnologias em um processo histórico, social e cultural e o reconhecimento e discussão de aspectos práticos e éticos da ciência no mundo contemporâneo” (BRASIL, 2002, p. 34). Um exemplo do uso de contextualização e de problematização foi realizada junto aos alunos na Aula 4 do período de Regência, quando foi proposto o estudo acerca do consumo de energia elétrica na sociedade e necessidade de economia de energia elétrica, que demandaria o conceito de potência elétrica para a interpretação do consumo de energia elétrica pelos aparelhos elétricos do cotidiano do aluno.

A aprendizagem significativa pode ocorrer em três tipos distintos: através de uma *aprendizagem representacional*, de uma *aprendizagem de conceitos* e de uma *aprendizagem proposicional*. O primeiro refere-se primordialmente à aprendizagem de símbolos, ou seja, no estabelecimento de associações (ou seja, construção de significados) entre os símbolos (palavras, sons e representações esquemáticas) e significantes (como objetos, eventos e conceitos). O segundo tipo de aprendizagem refere-se à aprendizagem de conceitos, que se diferencia do primeiro tipo por seu caráter genérico, categórico e abstrato. O último tipo de aprendizagem significativa, a aprendizagem proposicional, se refere a aprender o que significa uma proposição, o que significa um conjunto de ideias articuladas verbalmente (MOREIRA, 2011b, p. 165). Nesta unidade de ensino, essas três diferentes especificações de aprendizagem significativa foram exploradas – como por exemplo na mediação de símbolos de representação esquemática de circuitos elétricos, na exploração de conceitos como corrente elétrica e diferença de potencial elétrico e na interpretação de diferentes afirmativas com o uso dos conceitos estudados – mas não tratadas isoladamente no processo de ensino-aprendizagem.

Em contraste com a aprendizagem significativa, Ausubel define a *aprendizagem mecânica* como aquela aprendizagem automática, descontextualizada, em que por algum motivo as novas informações não se engajam com a estrutura cognitiva e se encontram literais e não refletidas (MACHADO; OSTERMANN, 2006, p. 8; MOREIRA, 2011b, p. 162). Entretanto, os dois tipos de aprendizagem não representam uma dicotomia, mas sim um espectro contínuo, sendo ainda reconhecida a utilidade de uma aprendizagem mecânica em situações especiais, como o primeiro contato com um conhecimento que pareça ser desvinculado da estrutura cognitiva, mas que

posteriormente possa evoluir a ponto de se tornar uma aprendizagem significativa (MACHADO; OSTERMANN, 2006, p. 8). Apesar da aprendizagem mecânica não ser encarada como vilã, conforme alertado por Machado e Ostermann (2006, p. 8), a aprendizagem significativa deve ser o alvo de interesse constante dos professores.

Por fim, a Teoria da Aprendizagem Significativa foi utilizada como norteadora para o desenvolvimento das avaliações realizadas com os alunos, sempre tendo em vista o espectro de aprendizagem mecânica-significativa. Na busca de evidências que indiquem uma aprendizagem significativa dos conhecimentos, é preciso estar atento para não incorrer na simples memorização de alguns problemas típicos, dando margem para que a aprendizagem significativa seja confundida com a aprendizagem mecânica. Desse modo, uma avaliação para a aprendizagem significativa envolverá o a formulação de questões e problemas de modo novo, não familiar, a fim de estimular o maior aproveitamento e utilização do conhecimento construído (MOREIRA, 2011b, p. 164). Esse princípio de relacionamento entre relações familiares e não-familiares foi aproveitado tanto na elaboração de uma Lista de Exercícios a ser realizada pelos alunos em continuidade das aulas quanto na construção da Prova Trimestral.

## 2.2. Referencial Epistemológico

O Ensino de Ciências – e em especial o Ensino de Física – exigem do professor, além de um domínio conceitual específico e uma *práxis* didática, uma preparação filosófica que permita captar a atividade científica em sua riqueza e diversidade e ensiná-la de modo coerente e não ingênuo (MASSONI, 2010, p. 7), reconhecendo o “conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social” (BRASIL, 2002, p. 86). Assim, é descrita a seguir a perspectiva epistemológica que orientou a atividade docente ao longo do período de Estágio Docente – o conjunto de Visões Epistemológicas Contemporâneas (VEC) e a Modelagem Científica sob a perspectiva bungeana.

### *Visões Epistemológicas Contemporâneas*

A *Epistemologia* é o ramo da Filosofia cujo objetivo é o estudo do conhecimento e, em sentido restrito, do conhecimento científico e da Ciência – sendo por isso também conhecida por *Filosofia da Ciência*. O último século foi marcado por uma intensa atividade intelectual, não só por parte dos físicos e demais cientistas, mas também por parte de filósofos da Ciência. Tinham como objetivo responder a questões muito profundas do fazer científico, entre elas

“O que é ciência? Como alcançamos o conhecimento científico? Qual é a natureza das leis e teorias científicas? Existe um método universal e imutável ou princípios, fixos e universais, para se fazer ciência? Como avança o conhecimento científico? O que distingue o conhecimento científico de outros tipos de conhecimento? O que caracteriza o trabalho do cientista?”(MASSONI, 2010, p. 66)

Entre as contribuições epistemológicas que mais se destacaram estão as do austríaco naturalizado britânico Karl Popper (1902 – 1994), do húngaro Imre Lakatos (1922 – 1974), dos estadunidenses Thomas Kuhn (1922 – 1996) e Larry Laudan (1941 – ), do francês Gaston Bachelard (1884 – 1962), do austríaco Paul Feyerabend (1924 – 1994), do britânico Stephen Toulmin (1922 – 2009), do chileno Humberto Maturana (1924 – ) e do argentino Mario Bunge (1919 – ). Suas ideias, embora divergentes em muitos casos, estavam em oposição ao *empirismo-indutivismo*<sup>2</sup> e ao *positivismo lógico*<sup>3</sup> característico dos ambientes de pesquisa científica básica do início do século XX e, por isso, ofereceram “novas e diversificadas explicações sobre a natureza da ciência e do trabalho dos cientistas” (MASSONI, 2010, p 65).

Para o desenvolvimento da Unidade de Ensino relatado neste trabalho, optou-se por utilizar um espectro de visões convergentes e elementos consensuais das diferentes filosofias da Ciência desenvolvidas durante o século XX – cujo conjunto pode ser chamado de *Visões Epistemológicas Contemporâneas* (MASSONI, 2010, p. 65). Massoni (2010, p. 77-78) destaca algumas das posturas que caracterizam esse espectro de posições intelectuais acerca da Ciência:

- “- A Ciência é uma construção humana;
- O conhecimento científico não nasce da observação pura e ingênua;
- Toda observação está carregada de pressupostos teóricos;
- As leis e teorias da Física, e da Ciência em geral, têm natureza hipotética, conjectural;

<sup>2</sup> Caracterizar uma tradição filosófica de maneira resumida não é uma tarefa simples – devido às diferentes interpretações por diferentes autores e ao perigo de uma excessiva simplificação (DITTRICH et al., 2009) – mas ao mesmo tempo é uma tarefa necessária. O *empirismo* é o movimento ou posição filosófica que estabelece a experiência como a fonte primeira de todos os conhecimentos (SILVEIRA; PEDUZZI, 2006; MASSONI, 2010, p. 74), enquanto que o *indutivismo* refere-se à corrente de pensamento, originada das ideias de Francis Bacon (1561 – 1626), que acreditam que o conhecimento científico pode ser obtido apenas através *indução*, isto é, da generalização de padrões e relações a partir de um conjunto de observações singulares e que serão assumidas como teorias científicas universais, (MASSONI, 2010, p. 74).

<sup>3</sup> O *positivismo lógico* é a corrente de pensamento ligada às discussões dos cientistas e filósofos integrantes do Círculo de Viena formado a partir da década de 1920. Caracteriza uma tentativa de união entre o empirismo e o racionalismo (DITTRICH et al., 2009) – doutrina que via na razão a fonte única de conhecimentos e atribuindo valor positivo (ou seja, tratando como conhecimento verdadeiro) àqueles conhecimentos provenientes da experiência sensível e à manipulação lógica e sintática desses mesmos conhecimentos descartando a especulação científica e a intervenção de fatores não epistêmicos na descrição do mundo como ele é (DITTRICH et al., 2009).

- As leis e teorias não são verdades fixas e imutáveis, mas são aceitas provisoriamente até que apareçam novas e melhores explicações, com maior capacidade preditiva;
- Os conceitos, as teorias, os modelos científicos evoluem com o desenvolvimento da Ciência;
- O conhecimento científico não é linear e cumulativo, mas é marcado por controvérsias, erros e retificações;
- Elementos não racionais como: imaginação, criatividade e intuição fazem parte do processo da Ciência;
- Não existe um método científico universal, a-histórico e algorítmico para se fazer Ciência;
- Distintas normas e procedimentos metodológicos podem estar implícitos em diferentes ramos da Ciência;
- Há competição entre teorias e programas de pesquisa nos diversos campos da Ciência;
- Aspirações pessoais dos cientistas e o contexto sócio-político-cultural interferem na Ciência;
- As teorias não são descobertas, mas são propostas tentativamente e verificadas experimentalmente, em alguma medida;
- A Ciência é uma atividade cooperativa;
- As comunidades científicas, os periódicos, os congressos e encontros estimulam e ao mesmo tempo filtram novas idéias científicas;
- A instrumentação e a técnica são fundamentais para a criação de novos fatos e para o avanço da Ciência.”

A escolha de fazer uso das VEC se justifica na medida em que proporcionam uma maior amplitude epistemológica para os estudantes, abarcando as principais posturas epistemológicas apresentadas desenvolvidas e refletidas na Filosofia da Ciência contemporânea.

### *Modelagem Científica na perspectiva de Mario Bunge*

Em consonância com as VEC, buscou-se aprofundar a compreensão da atividade científica como sendo realizada através do processo de construção e validação de *modelos científicos*, segundo a perspectiva de Mario Bunge. Assim, buscou-se dar oportunidades para que os alunos possam “reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos” (BRASIL, 2002, p. 32) no estudo de Circuitos Elétricos, favorecendo uma reflexão sobre a relação entre teoria e realidade (CUDMANI; SANDOVAL, 1991).

Mario Bunge, físico e epistemólogo nascido na Argentina em 1919, pode ser considerado como um realista, interpretando que a pesquisa e a atividade científica envolvem o estudo de fatos reais, ou que sejam supostos como tais, sendo seu principal objetivo a apreensão conceitual da realidade pelo pensamento através do uso de representações (BRANDÃO; ARAUJO; VEIT, 2010, p. 9; p. 15). Em concordância com isso, sua perspectiva percebe que o conhecimento científico contido nas teorias científicas não reflete e não pode refletir especularmente a realidade (BRANDÃO; ARAUJO; VEIT, 2010, p. 15), de modo a interpretar que as teorias científicas não se referem diretamente aos *referentes* (componentes e objetos da realidade), mas a simplificações desses, construídas para representá-los. Assim, os fenômenos de interesse científico, na relação entre teoria e realidade, são sempre mediados pelos chamados modelos científicos (BRANDÃO; ARAUJO; VEIT, 2010, p. 13; CUDMANI; SANDOVAL, 1991). A construção de um modelo científico - processo chamado de Modelagem Científica – envolve a *idealização* de uma parte da realidade, escolhendo suas características relevantes para a tentativa de resposta a uma *questão de pesquisa* como base em uma *teoria científica*, de forma a fornecer uma representação esquemática da realidade chamada de *modelo conceitual* (MASSONI, 2010, p. 103). O processo de idealização da realidade é necessário, pois “somos incapazes de reconstruí-lo [o mundo] teoricamente da forma como ele se apresenta” e por isso devemos optar por uma representação esquemática dos objetos e fenômenos da realidade (BRANDÃO; ARAUJO; VEIT, 2010, p. 15; p. 23).

Ao articular o modelo conceitual e a teoria científica, desenvolve-se o chamado *modelo teórico* ou *teoria específica* – caracterizado pela existência de *variáveis* e *parâmetros* que expressam grandezas e relações entre as características idealizadas dos referentes do modelo. Esse modelo pode ser contrastado aos resultados empíricos de experimentos delineados, de modo a corroborar ou não uma teoria científica. Como um modelo científico se caracteriza como uma construção explicativa sem pretensão de representar especularmente os objetos e fenômenos reais, a confrontação entre teoria e experimentação é caracterizada dentro de um *domínio de validade* (BRANDÃO; ARAUJO; VEIT, 2010, p. 41) em que seu uso é adequado. Um modelo será considerado adequado considerando-se as informações disponíveis sobre o fenômeno físico, o seu propósito e as idealizações consideradas na sua construção (BRANDÃO; ARAUJO; VEIT, 2010, p. 31).

### **2.3. Referencial Metodológico**

A Unidade de Ensino descrita neste trabalho foi marcada por um *pluralismo* ou uma *diversificação metodológica*, que consistiu em uma resposta direta às necessidades apresentadas pelos alunos. Exposições dialogadas, discussões em grande grupo, lista de exercícios continuadas e

orientadas para o estudo do conteúdo, Métodos Ativos de Ensino, atividades experimentais em sala de aula, resolução conjunta de exercícios, interações entre os alunos e reflexões epistemológicas foram práticas que compuseram as interações em sala de aula. Aqui, serão detalhados dois dos recursos didáticos empregados – o uso de Epistemologia como ferramenta didática em sala de aula e o método *Peer Instruction*, componente da vertente de Métodos Ativos de Ensino utilizado em uma das aulas da Unidade de Ensino.

### *Uso de Epistemologia como Recurso Didático*

O uso de Epistemologia em sala de aula é incentivado por uma grande quantidade de trabalhos na área de Ensino de Ciências nos últimos 40 anos, conforme mostrado na revisão da literatura realizada por Massoni (2010, p. 37) em sua tese de doutorado. Matthews (1995), diante da crise em Educação em Ciências e do letramento científico enfrentados em sua época, não muito diferente da atual situação brasileira, destaca o papel dos conhecimentos acerca da Filosofia da Ciência não como uma resposta para todos os problemas educativos, mas como uma alternativa didática capaz de humanizar as ciências, destacando os aspectos sociais, políticos, éticos e vinculando-os aos interesses pessoais do estudante.

Do mesmo modo, Forato, Pietrocola e Martins (2011) argumentam que a inserção de discussões acerca de aspectos metacientíficos na atividade científica contribui para a formação crítica dos estudantes, por tornarem as aulas de Ciências mais desafiadoras e reflexivas e contribuindo para uma compreensão mais integral do fenômeno do fazer científico enquanto empreendimento humano e de seu papel na sociedade contemporânea (MATTHEWS, 1995; FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011). Além disso, destaca-se sua propriedade de facilitar a compreensão dos conceitos e conhecimentos específicos associados às disciplinas científicas (MATTHEWS, 1995; NUSSBAUM; SINATRA; POLIQUIN, 2008). Em especial, o uso de Filosofia da Ciência como recurso didático pode proporcionar a compreensão de aspectos da complexa atividade científica através do estudo das relações entre teorização científica, modelos científicos e a realidade, conforme proposto por Cudmani e Sandoval (1991).

Tendo consciência da não trivialidade do uso de discussões acerca da Natureza da Ciência, busquei dar destaques a aspectos da Natureza da Ciência e do Conhecimento Científico através de discussões orientadas em sala de aula e de comentários e reflexões acerca de Modelos Científicos em meio aos diferentes conteúdos abordados, em especial durante as atividades demonstrativas experimentais realizadas com a turma de regência.

### *Métodos Ativos de Ensino e o Peer Instruction*

Os Métodos Ativos de Ensino são descritos como uma resposta aos métodos de ensino tradicionalmente marcados pela postura passiva do aluno em sala de aula, em que são priorizadas a absorção de conteúdos através da memorização e a reprodução da visão de mundo do professor em detrimento do desenvolvimento da sua própria (OLIVEIRA; ARAUJO; VEIT, 2016a). Dessa forma, se caracterizam por permitir o protagonismo do estudante em sala de aula, tendo como benefícios a facilitação da aprendizagem conceitual, bem como a participação e o engajamento do estudante em sala de aula, a diminuição da evasão e o favorecimento das minorias (OLIVEIRA, 2016; OLIVEIRA et al, 2016a).

Dentre os Métodos Ativos de Ensino, escolheu-se o método *Peer Instruction* (traduzido para o português como *Instrução pelos Colegas*) para ser utilizado na Unidade de Ensino. O método foi desenvolvido na década de 1990 pelo físico e educador estadunidense Eric Mazur, como uma resposta às necessidades de uma aprendizagem dos conceitos de Física por parte dos alunos do curso introdutório de Física para o qual lecionava na Universidade de Harvard (MAZUR, 2015, p. 4; ARAUJO; MAZUR, 2013). O objetivo do método é promover a aprendizagem conceitual de maneira significativa (OLIVEIRA et al, 2016a) através da exploração das interações discursivas entre os estudantes ao longo da aula (MAZUR, 2015, p.10), buscando oferecer “subsídios para orientar as discussões de forma ativa em sala de aula” (OLIVEIRA; ARAUJO; VEIT, 2016b, p. 9).

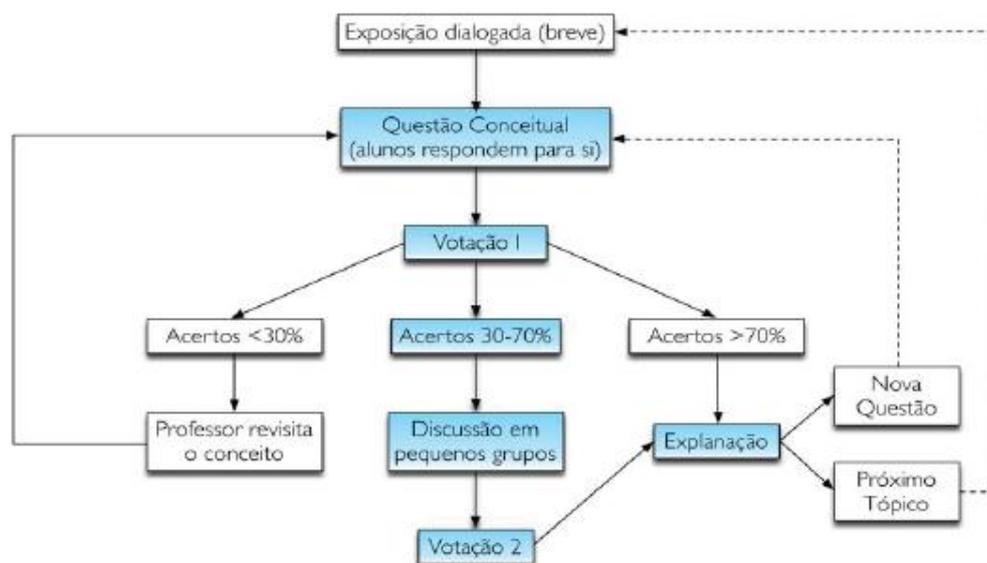


Figura 1 - Método Peer Instruction. Fonte: Araujo e Mazur (2013).



Figura 2 - Exemplo de cartões de votação oferecidos pelo aplicativo Plickers<sup>®</sup>. Fonte: micool.org.

O Método *Peer Instruction* se encontra esquematizado no diagrama da figura 1. É iniciado com a substituição das longas e pormenorizadas exposições (MAZUR, 2015, p. 10) teóricas por uma breve apresentação dos principais conteúdos de um conhecimento novo aos alunos. Essa exposição, de aproximadamente vinte minutos, é seguida da realização de testes conceituais, definidos como “pequenas questões conceituais abrangendo o assunto que está sendo discutido” (MAZUR, 2015, p. 10), na forma de múltipla escolha. O enunciado dos testes deve ser claro e de preferência lido junto com os estudantes. As alternativas da questão não devem ser ambíguas, e devem conter apenas uma resposta correta. Após a leitura, os alunos buscarão formular um raciocínio para obter a resposta, que será utilizado para convencer seus colegas caso ocorra uma discordância quanto à resposta correta.

Após o tempo para a formulação da resposta, ocorrerá uma votação por parte dos alunos. Para a realização da votação, optou-se pela adoção dos cartões de votação e aplicativo de verificação da empresa *Plickers*<sup>®</sup>. A *Plickers*<sup>®</sup> oferece cartões de votação com padrões para leitura com a câmera de celulares através do seu aplicativo, possuindo versão gratuita de grande qualidade para o trabalho em sala de aula. Um exemplo de cartões de votação pode ser encontrado na figura 2. O padrão dos cartões é projetado de modo que a orientação em que são apresentados indique a alternativa escolhida. No aplicativo é possível criar salas de aula para que o professor possa inserir perguntas e suas alternativas, e indicar quais as respostas corretas, de modo que a leitura dos cartões seja capaz de quantificar as respostas dos alunos.

Com as respostas dos alunos, o professor pode decidir qual o melhor modo de proceder. Caso o percentual de acerto seja elevado – em geral assumido como acima de 70% (MAZUR, 2015, p. 12; OLIVEIRA et al, 2016b) – o professor pode escolher explicar a questão e seguir em frente com outras questões ou com um novo conteúdo. Caso o percentual seja baixo – abaixo de 30%

(MAZUR, 2015, p. 10) – o professor pode escolher pontuar tópicos da matéria ou realizar uma explicação mais aprofundada sobre o conteúdo. Mas, no caso ideal em que a porcentagem de acertos e erros é comparável, o professor poderá solicitar aos alunos que encontrem algum colega que marcou uma alternativa diferente da sua e tente convencê-lo, ou que conversem em grupos para tentar convencer uns aos outros. Mazur (2015, p. 12) aponta que o processo de convencimento, cerne do método, promove um aumento sistemático das respostas corretas e também da confiança dos alunos, devido principalmente ao fato de que os estudantes podem ter maior eficiência no ensino para os colegas devido ao fato de ainda guardarem na memória as dificuldades que enfrentaram para aprender o conceito e deem ênfase para a superação dessas dificuldades pelos seus colegas.

### 3. PERÍODO DE OBSERVAÇÃO E MONITORIA

Entre os meses agosto e setembro de 2018 tive a experiência de imersão na rotina de uma escola pública porto-alegrense da rede estadual de ensino, através do acompanhamento das atividades de uma professora de Física e da convivência com os alunos de duas turmas do 3º Ano do Ensino Médio, para as quais a professora lecionava. O objetivo dessa etapa do Estágio de Docência é a de familiarização ao ambiente escolar – espaço de relações interpessoais, conflitos de interesses, em nada separado do contexto social em que está inserido.

O período de observação e monitoria iniciou com a escolha do Colégio Estadual Protásio Alves para a realização do estágio docente em ensino de Física, seguida da aprovação da Direção, supervisão pedagógica e da professora regente da turma – Susana<sup>4</sup>. A continuidade dessa etapa se deu com a observação do trabalho da professora junto às turmas. Foi possível observar sua postura frente aos alunos; suas atitudes, tanto as positivas quanto àquelas a melhorar; suas escolhas enquanto profissional, sua didática e suas técnicas para propiciar uma relação entre o aluno e a Física. Ao mesmo tempo, foi possível observar os alunos que compunham essas turmas, suas expressões, seus momentos de distração, seus conflitos interpessoais e, principalmente, a busca por atribuir um significado aos conhecimentos da disciplina de Física.

Durante esses períodos de observação, assumi uma postura silenciosa e atenta, sentado no fundo da sala na maior parte do tempo. Entretanto, além da observação, essa imersão envolveu participar das relações ali construídas, sendo composta de passeios pela escola, conversas com a professora e com os alunos, trocas de experiências, percepção das regras escolares implícitas e explícitas, normatizadas ou negociadas, e auxílio nas dificuldades dos alunos. Durante esse tempo, pude vivenciar com os alunos e professores suas dificuldades e alegrias no ambiente escolar.

Nesta seção se encontram as descrições da instituição de ensino, dos educadores observados em suas práticas e das turmas. Por fim, os relatos de observação e monitoria são apresentados. Os relatos e o Questionário para a Preparação das Aulas (contido no Apêndice A), aplicado às duas turmas observadas, foram cruciais para a elaboração da Unidade de Ensino do período de regência.

#### 3.1. Caracterização Escolar

O Colégio Estadual Protásio Alves, localizado às margens do Arroio Dilúvio, próximo ao cruzamento das Avenidas Ipiranga e Érico Veríssimo, no Bairro Azenha, é uma das mais reconhecidas instituições escolares de Porto Alegre. Pertencente à rede estadual de Educação, foi

---

<sup>4</sup> O nome *Susana* foi escolhido como pseudônimo, de modo a conservar e preservar a identidade da educadora.

fundada pelo professor Emílio Kemp<sup>5</sup>, então diretor do atual Instituto de Educação General Flores da Cunha, no dia três de agosto de 1931.



Figura 3 – Colégio Estadual Protásio Alves. A fachada da escola, na imagem à esquerda. A imagem superior à direita apresenta o corredor do andar térreo, enquanto que a imagem inferior apresenta o corredor do terceiro piso, onde se localiza a sala das turmas observadas. Fonte: o autor.

Inicialmente localizado no antigo prédio do Instituto de Educação Flores da Cunha<sup>6</sup>, na esquina das avenidas Duque de Caxias e Marechal Floriano Peixoto, a escola mudou-se para a sua localização atual em 1959, funcionando em um antigo e amplo prédio de quatro pisos. Imagens da fachada de sua localização atual e da estrutura interna se encontram na figura 3.

Sua infraestrutura é composta por: uma biblioteca com acesso à *internet* – para leitura, realização de trabalhos e pesquisa; um auditório utilizado em eventos e solenidades; um ginásio de esportes, onde ocorrem eventos desportivos e atividades culturais; laboratórios de ciências de informática; uma sala de recursos multifuncionais e uma sala com recursos multimídia. A escola

<sup>5</sup>As informações a respeito da história do Colégio Estadual Protásio Alves se encontravam no site do colégio, através do endereço: < <http://www.cpa-rs.esy.es/institucional/nossa-historia/> >. Acesso em nov. 2018.

<sup>6</sup>É difícil obter uma informação precisa acerca do funcionamento das duas escolas. Aparentemente, elas funcionaram no mesmo endereço durante o início do funcionamento do Colégio Estadual Protásio Alves. O Instituto de Educação mudou-se para sua localização atual, perto do Parque Farroupilha, apenas em 1936, enquanto o Colégio Protásio Alves foi inaugurado em 1931.

também conta com pátio aberto destinado à recreação e à prática de exercícios físicos, e grande quantidade de salas de aula não utilizadas, no pavimento inferior do prédio.

As salas de aula são espaçosas, com classes dispostas em duplas e com capacidade para 36 alunos por sala. Nas paredes dos corredores da escola são expostos trabalhos de turmas, em especial trabalhos de pintura em azulejos ao longo do corredor do primeiro piso. Ainda assim, a estrutura da escola apresenta algumas dificuldades, como a incapacidade de proporcionar acessibilidade a alunos com deficiências motoras. As salas de aula pareciam malcuidadas no início do semestre, com cortinas puídas (mas que foram substituídas ao longo do período de regência), televisores inutilizados e trancados em grades, classes e paredes rabiscadas por alunos, e janelas com vidros quebrados.

Por conta da localização privilegiada – próxima a grandes avenidas da capital gaúcha e a espaços de cultura como o Centro Municipal de Cultura Lupicínio Rodrigues (do qual faz parte o Teatro Renascença) e a Ginásio Municipal Osmar Fortes Barcellos (conhecido como Tesourinha) conforme indicado na figura 4; e enquanto ponto de convergência de grande parte das linhas de transporte coletivo provenientes das zonas sul, leste e norte de Porto Alegre – e de seu reconhecimento como instituição de ensino público de qualidade, alunos de diversos bairros de Porto Alegre frequentam-na.

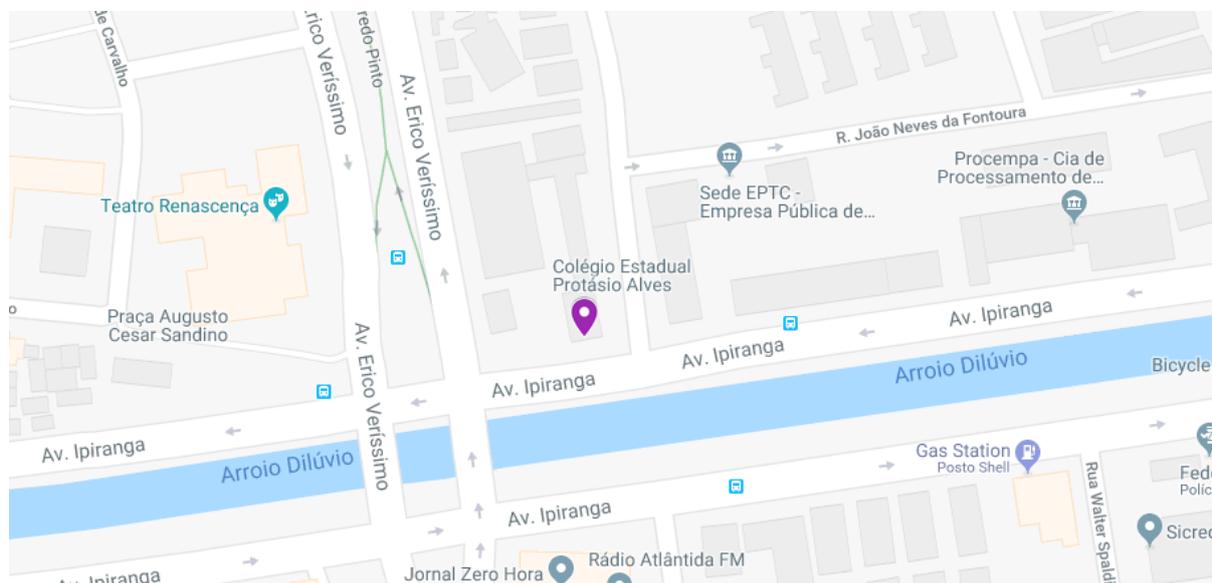


Figura 4 - Localização da Escola Estadual Protásio Alves em Porto Alegre. Fonte: GoogleMyMaps.

Os sujeitos do Colégio Protásio Alves se localizam em faixas econômica de classe média e classe média baixa, prioritariamente – muitos já estando inseridos no mercado de trabalho. A comunidade escolar consegue perceber as dificuldades sociais em que se encontra, vivendo sempre

atenta à violência dentro e fora dos muros da escola<sup>7</sup>, e tem um trabalho constante na sua prevenção junto aos alunos. A equipe de professores e de profissionais da área administrativa é formada quase que na sua totalidade por mulheres. O ambiente da sala dos professores, quando observado, se revelou local para a troca de experiências e dificuldades<sup>8</sup>.

O colégio oferece diferentes cursos de formação: Ensino Médio Regular, Técnico em Administração, Técnico em Contabilidade, Técnico em Informática e Técnico em Informática para Internet. Quanto à formação no Ensino Médio, a escola empenha-se em possibilitar ao aluno um ensino qualificado, que promova o seu crescimento como sujeito crítico, capaz de ser agente transformador na sociedade, comprometido com o processo de educativo e marcado pela criatividade. Para isso, busca proporcionar o desenvolvimento do conhecimento de forma contextualizada, o desenvolvimento de valores, a busca da qualidade de vida e ao respeito às diferenças através de princípios éticos. Portanto, o Colégio Estadual Protásio Alves busca ser espaço de humanização e de cidadania para todos os alunos que o frequentam<sup>9</sup>.

### 3.2. Caracterização docente

Durante o período de estágio pude acompanhar a professora Susana as suas atividades com as duas únicas turmas para as quais lecionava na escola. A professora possui graduação em Licenciatura em Física e mestrado em Educação em Ciências e Matemática. Em sua dissertação, buscou investigar a relação entre as práticas de professores em sala de aula e as prescrições oficiais provenientes da legislação brasileira para a educação. Leciona para o nível Médio na rede pública estadual desde 2002, além de lecionar na rede privada e em cursos técnicos na área de Eletricidade.

As impressões sobre o trabalho docente e suas atitudes estão sintetizadas na tabela 1, a seguir. A estrutura da tabela é baseada em Cavalcanti e Ostermann (2012).

---

<sup>7</sup> Como exemplo é possível citar o caso de arrombamento e furto ocorrido durante o período de regência, como noticiado em < <https://gauchazh.clicrbs.com.br/seguranca/noticia/2018/11/colégio-estadual-protasio-alves-em-porto-alegre-e-alvo-de-arrombamento-e-furto-cjolwymib0eln01rxn3ne5esn.html>>. Acesso em nov. 2018. Embora ocorrido há mais de três anos, o esfaqueamento de um aluno às portas da escola ainda segue vivo na memória da comunidade escolar. Sobre o ocorrido, pode ser útil consultar <<http://gauchazh.clicrbs.com.br/seguranca/noticia/2015/07/alunos-do-colegio-protasio-alves-protestam-pela-terceira-vez-cj5w0e6v514oxxbj0pu3az5xq.html>>. Acesso aos links em nov. 2018.

<sup>8</sup> As informações contidas nesse parágrafo têm origem na minha própria percepção e em decorrência de conversas com os professores da escola.

<sup>9</sup> As informações contidas neste parágrafo foram obtidas através do site da escola, sob o endereço: <<http://www.cpa-rs.esy.es/cursos/ensino-medio-politecnico/>>. Acesso em nov. 2018. Não foi possível ter acesso ao Plano Político-Pedagógico da escola.

Tabela 1 - Tabela de Avaliação das Atitudes do Professor.

<b>Atitudes negativas</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Atitudes positivas</b>
É rígido no trato com os alunos.		x				É flexível no trato com os alunos.
Avaliação não é coerente com as aulas				x		Avaliação é coerente com as aulas.
Atitudes frias e reservadas.					x	Atitudes calorosas e entusiasmadas.
Parece irritar-se facilmente.		x				Calma e paciente.
Não parece se preocupar se os alunos estão acompanhando a exposição.			x			Busca saber se os alunos estão entendendo o que está sendo exposto.
Explicação única				x		Busca oferecer explicações alternativas.
Exige participação dos alunos.			x			Motiva a participação.
Não apresenta os conteúdos de forma lógica.			x			Apresenta os conteúdos de forma lógica.
Não se adapta ao nível dos alunos.				x		Adapta-se ao nível dos alunos.
Apresenta erros conceituais nas exposições.		x				Não comete erros conceituais.
Não distribui adequadamente o tempo da aula.			x			Distribui adequadamente o tempo da aula.
Usa linguagem imprecisa.				x		Utiliza linguagem clara.
Não utiliza recursos de mídia.	x					Utiliza recursos de mídia.
Não diversifica as estratégias de ensino.		x				Procura diversificar as estratégias instrucionais.
Não faz demonstrações experimentais em aula.	x					Sempre que possível, faz demonstrações experimentais em sala de aula.
Apresenta a Ciência como verdades descobertas pelos cientistas.	x					Apresenta a Ciência como construção humana, provisória.
Não busca contextualizar os conhecimentos da disciplina				x		Contextualiza os conhecimentos da disciplina.
Não se preocupa com o conhecimento prévio dos alunos.		x				Leva em consideração o conhecimento prévio dos alunos.
Parece considerar os alunos como simples receptores de informação.			x			Parece considerar os alunos como perceptores e processadores de informação.
Parecer preocupar-se apenas com as condutas observáveis dos alunos.				x		Parece ver os alunos como pessoas.

Além das aulas da professora Susana, observei uma aula de Matemática sob a regência da professora Lúcia<sup>10</sup>, em um contexto de extraordinária necessidade de união das duas turmas com que convivi. A professora possui graduação em Licenciatura em Matemática. No único período em que a observei, pude perceber grande proximidade com os alunos e envolvimento com a classe, o uso de linguagem clara e precisa e a adoção de métodos tradicionais de ensino e resolução de exercícios.

<sup>10</sup> Também este nome foi escolhido como pseudônimo para a proteção da identidade da educadora.

### 3.3. Caracterização discente

As turmas acompanhadas, identificadas como 310 e 311, correspondiam ao terceiro ano do Ensino Médio, tendo como objeto de estudo os conteúdos de Eletrodinâmica. A turma 310 possuía a disciplina de Física nos 3º e 4º períodos das manhãs de segunda-feira, separados por um intervalo de 15 minutos, enquanto o horário da disciplina para a turma 311 se concentrava nos dois primeiros períodos das manhãs de segundas-feiras. Como alunos do último ano da Educação Básica brasileira, muitos já se encontravam ou inseridos no Mercado de Trabalho em atividades de estágio remunerado ou em atividades informais de emprego. Muitos dos alunos buscavam se preparar para os exames de ingresso no Ensino Superior, como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) ou vestibulares concorridos da capital gaúcha, como o Vestibular da UFRGS.

A turma 310 possuía uma média de 15 alunos presentes nas aulas, enquanto a turma 311 possuía uma média de 7 alunos – números que contrastam com os aproximadamente 24 alunos matriculados em cada turma. A faixa etária dos alunos é de 17 a 19 anos e são, em geral, provenientes de bairros periféricos de Porto Alegre. As duas turmas se caracterizavam pela sua heterogeneidade, abarcando pessoas de realidades distintas, com histórias de vida, personalidades, culturas e modos de interagir socialmente totalmente distintas.

O percurso educativo dos alunos das duas turmas é, com o melhor dos adjetivos, tortuoso. As turmas presenciaram duas das maiores greves de professores do Estado do Rio Grande do Sul, ocorridas entre 16 de maio e 07 de julho de 2016 e entre 05 de setembro e 11 de dezembro de 2017<sup>11</sup>. Uma das consequências direta foi o atraso do início do ano letivo<sup>12</sup>. Além disso, a sanção da Lei nº 11.274 de 6 de fevereiro de 2006, através de novas disposições à Lei de Diretrizes e Bases da Educação (1996), estabeleceu a política pública do Ensino Fundamental de Nove Anos. Sua implementação, no Estado do Rio Grande do Sul, ocorreu no ano de 2016, de acordo com o parecer do Conselho Estadual de Educação nº 545/2015 e o Plano Estadual de Educação (RIO GRANDE DO SUL, 2015), sob as especificações do Documento Orientador para a Reestruturação Curricular do Ensino Fundamental e Médio do Estado do Rio Grande do Sul (2016). Devido ao Ensino Fundamental de Nove Anos ter sido iniciado em 2016, o ano de 2018 não deveria contar com a existência de turmas de terceiro ano do Ensino Médio. Além disso, os alunos experimentavam em

---

<sup>11</sup>As greves de professores que acometeram o Estado do Rio Grande do Sul foram muito documentadas nos principais jornais de circulação regional e nacional. É possível se aprofundar através dos links: <<http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/professores-estaduais-decidem-encerrar-greve-em-assembleia-em-porto-alegre.ghtml>> e <<http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2016/07/apos-53-dias-professores-decidem-encerrar-greve-no-rio-grande-do-sul.html>>. Acesso em nov. 2018.

<sup>12</sup> Conforme relatado em: <<http://diariogaucha.clicrbs.com.br/rs/dia-a-dia/noticia/2016/03/inicio-das-aulas-no-colegio-protasio-alves-e-adiado-para-24-de-marco-5109788.html>>. Acesso em nov. 2018.

seu dia a dia o sucateamento educacional, o desânimo característico da situação político-econômica brasileira e, em especial, o histórico de violência vivido recentemente na cidade de Porto Alegre<sup>13</sup>.

Pude observar muitas características marcantes e comuns às duas turmas, mas também suas peculiaridades. Em geral, os alunos apresentavam grande apreço pelas disciplinas de Ciências Humanas – como Português, Geografia, Educação Física e História – e reconheciam suas dificuldades e aversão à grande parte das disciplinas de Ciências da Natureza – como Física e Química – e Matemática. Em especial, a turma 310 possuía grande interesse por temas sociais contemporâneos e por debates, além de um fascínio por atividades demonstrativas experimentais. Não tinha medo de expressar suas dúvidas, embora muitas vezes não obtivessem uma resposta satisfatória. O nível de engajamento cognitivo em sala de aula se alterava ao longo do tempo, oscilando entre a grande atenção a uma atividade e a dispersão logo em seguida – sendo necessária a solicitação de atenção por parte da professora muitas vezes.

Apresentavam também muitas dificuldades quanto ao raciocínio lógico-matemático, dificultando o acompanhamento da sequência de conteúdos proposta pela professora Susana. As regras e disciplina escolar foram constantemente ignoradas – como o grande tempo de ausência fora da sala de aula, o uso de celulares para fins não relacionados com a disciplina, o excesso de conversas paralelas, o uso de fones de ouvido e cochilos durante as aulas. Nas duas turmas, muitos alunos possuíam problemas com a frequência às aulas. O critério de presença nas aulas foi um fator decisivo para a escolha da turma 310, visto que a turma 311 apresentou uma continuidade de ausências no primeiro período de aulas. A relação com a professora, por sua vez, era inconstante – permeada por momentos de interações descontraídas, confiança em sala, de participação em sala de aula, mas também de atritos e tensão, de oposições de opinião, de desafios de autoridade, falta de disposição para a realização das tarefas e indiferença quanto aos resultados das suas avaliações.

### **3.4. Relato das observações em sala de aula**

Nesta seção são apresentados os relatos descritivos do período de observação e monitoria. Este período se deu anteriormente à regência e teve como finalidade a imersão no cotidiano da sala de aula, sendo constituído de 22 horas-aula de observação e monitoria realizadas em seis segundas-feiras, no período da manhã. Não espero descrever a totalidade dos acontecimentos daquelas segundas-feiras, entre os primeiros quatro períodos da manhã, nas páginas desse trabalho. Meus relatos aqui apenas são capazes de recontar fragmentos de uma história, e correspondem às percepções que me auxiliaram na compreensão e reflexão acerca das motivações das turmas e da atividade docente do professor. Esse período de vivência do cotidiano escolar e os relatos

---

<sup>13</sup> Essas percepções foram levantadas através do diálogo com muitos professores, mas também puderam ser percebidas pelo autor desse trabalho.

provenientes dele foram de grande importância para a elaboração da Unidade de Ensino desenvolvida ao longo do período de planejamento, sendo fonte de conhecimento sobre a turma, suas potencialidades e dificuldades – de acordo com o referencial teórico de aprendizado utilizados, a investigação dos subsunçores presentes na estrutura cognitiva das turmas.

### 3.4.1. Dia 20/08

*Turma 311 – 1º e 2º Períodos (7h30min - 9h10min)*

O início da aula se deu com atraso, começando por volta das 7h45min. Ao entrarmos na sala, a professora cumprimentou os cinco alunos presentes. Não fui apresentado à turma no início da aula, e sentei-me no fundo da sala. Durante os instantes em que a professora Susana organizava seu material, alguns alunos discutiam sobre as dificuldades de realizar um exercício da aula anterior, alegando não terem a fórmula necessária para solucioná-lo. Todos voltaram sua atenção para a professora quando iniciou a escrita do cronograma de atividades para essa e para a próxima aula. Entre as atividades previstas, chamou atenção dos alunos a realização de uma prova (*Prova Trimestral*) no dia 03/09.

Nessa aula – a professora explicou – os alunos realizariam exercícios sobre potencial elétrico no primeiro período e uma atividade avaliativa em duplas no segundo período. Após, deixou a sala de aula por alguns minutos para buscar livros didáticos para os alunos, visto que o colégio não tem o costume de deixar os livros com os alunos – pois não se esperava que os alunos os trouxessem para as aulas. Nos minutos em que estive fora, três alunos conversavam entre si sobre assuntos hoje comuns a adolescentes – como festas, divertimento e bebidas alcoólicas. Outra aluna aproveitou o tempo sem atividades para usar o celular. O último dos alunos presentes, que se sentou bem em frente à mesa do professor, aparentemente utilizava seu *smartphone* para jogos eletrônicos. A professora retornou com os livros didáticos, minutos depois, distribuindo-os aos alunos. Feito isso, voltou a fazer comentários sobre o cronograma das próximas aulas, explicando a realização de uma *prova perdida* (ou seja, da prova do trimestre anterior que foi perdida por alguns alunos), de uma revisão na próxima aula e da prova trimestral na aula seguinte. Uma aluna tirou foto do cronograma escrito no quadro-branco e comentou que postaria no grupo da turma.

Após esse momento, a professora mostrou aos alunos quais exercícios deveriam ser realizados<sup>14</sup>. Envolviam, em sua grande maioria, o uso e a aplicação de fórmulas para o cálculo da energia potencial elétrica em uma posição no espaço em que está presente um campo elétrico, para o trabalho realizado para deslocar uma carga entre duas posições e para o cálculo da diferença de potencial elétrico entre as duas posições no espaço em que está presente um campo elétrico

---

<sup>14</sup> Números 34, 35, 36, 37, 38 e 39 do capítulo 2 de Válio *et al* (2016).

uniforme ou não. Poucos exercícios demandavam uma maior mobilização de conceitos e o uso de representações – como o uso de conservação de energia para entender se é necessário fornecer ou retirar energia de uma pilha para a sua construção, o questionamento sobre a necessidade de o campo elétrico ser entendido um campo conservativo para a definição que se pudesse associar a ele uma energia potencial elétrica; ou a representação das superfícies equipotenciais em um campo elétrico gerado por uma carga pontual.

Muitos dos alunos não abriram o livro. Até o fim da aula, apenas um aluno – sentado à frente da mesa do professor – demonstrou interesse em resolver uma questão, tirando dúvidas com a professora. Neste primeiro período, não busquei realizar monitoria com os alunos, para poder perceber como a turma realizava as atividades. Assim, com as primeiras tentativas de abertura dos livros por alguns alunos, o tempo passou até o final do primeiro período.

No início do segundo período outros alunos chegaram, totalizando onze discentes na sala. A professora iniciou uma breve correção, no quadro-branco, das questões propostas aos alunos. A questão escolhida foi a número 34, representando duas cargas de sinais diferentes e conhecidas, inicialmente afastadas por uma distância conhecida e que são ainda mais afastadas, estando separadas por uma nova distância também informada. A questão envolvia o uso e a aplicação de fórmulas para o cálculo da energia potencial elétrica do sistema nas posições inicial e final, o trabalho realizado para deslocar a carga entre essas duas posições e a diferença de potencial elétrico entre as posições inicial e final no espaço em que está presente o campo elétrico.

A turma, devido à entrada dos alunos restantes, se agitou. Um dos que estavam atrasados, tendo um atestado de frequência em mãos, falou em voz alta para a professora: “Posso ser sincero?”, e depois de uma pausa continuou dizendo “não estou entendendo nada de Física!”. A atitude da professora Susana foi calma e bem-humorada: “mas também, faz quanto tempo que não te vejo aqui!”, respondeu. Havia muitas reclamações de professores acerca das faltas dos alunos nos primeiros períodos. Depois desse momento, o aluno se sentou e começou a conversar com os colegas, enquanto a professora continuou a explicação do exercício 34 – destacando o caráter matemático da questão.

Quando olhou o relógio, para decidir se continuaria a resolver exercícios ao invés de continuar a explicação dos próximos, a professora avisou que passaria para a atividade avaliativa – como já havia comentado anteriormente. A atividade consistiu em duas questões nos moldes dos exercícios de cálculo propostos aos alunos anteriormente – uma aplicação de fórmulas da energia potencial elétrica, da diferença de potencial elétrico e do trabalho para mover uma carga em um campo elétrico, sem maiores distinções ou elaborações teóricas ou representacionais; passadas no quadro-branco, deveriam ser copiadas pelos alunos e poderiam ser realizadas em duplas ou individualmente. Curiosamente, grande parte dos alunos (9 de 11 alunos) manifestou interesse em

realizar as atividades individualmente. Alguns deles decididamente não copiaram os enunciados; ao contrário, se divertiram brincando com argila, possivelmente trazida para um trabalho em outra disciplina, sem se importar com a sujeira que estavam fazendo nas classes, cadeiras e casacos. Outros utilizavam redes sociais ou escutavam músicas com os fones de ouvido. Poucos foram aqueles que pareceram se empenhar na realização do trabalho.

O período para a realização da atividade foi brevemente interrompido para um aviso, vindo de alunas de outra turma do terceiro ano, sobre a venda de alimentos e bebidas no recreio. Após o aviso, a professora percebeu os incidentes com a argila, e passou a advertir, em tom sério, os alunos envolvidos. Eles se mostraram indiferentes às repreensões da professora – o que a fez sair da sala para notificar a supervisão pedagógica. No período fora da sala, alguns alunos viraram para trás e perguntaram para os colegas “*Ô, tu sabe alguma coisa?*”, e um deles respondeu “*Tá fácil, a equação tá ali!*”. Continuaram a conversar, dizendo “*E se ela nos reprovar?*”, seguida da exclamação alta “*Deixa ela! Ela não vai nos reprovar mesmo!*”. Cerca de quinze minutos antes do fim da aula a professora entrou novamente na sala, realizou a chamada e reforçou a importância da atividade, evidenciando a nota a ela atribuída e que seria recolhida em dez minutos. Alguns alunos se apressaram em copiar as questões, mas o sinal indicando o final do período soou e muitos entregaram a atividade em branco – sem também aparentar dar muita importância para isso.

Não sei se por conta do clima chuvoso ou do horário da aula, mas pude perceber na turma uma atmosfera de indiferença que beirava à apatia. Os alunos se mostraram totalmente indiferentes às atividades propostas em sala de aula, não parecendo ver sentido em realizar as atividades. Os livros não foram abertos quando solicitado, as atividades avaliadas não foram realizadas com a seriedade que exigem, as advertências não foram levadas a sério. O estado da sala de aula me deixou chocado – era totalmente diferente do clima de minhas lembranças de tempos de terceiro ano do Ensino Médio. Precisei rever minhas expectativas quanto ao trabalho em sala de aula, de modo a poder lidar com essa nova realidade.

Chamou minha atenção a relação entre a ênfase dada à Física e a dada à Matemática nos exercícios apresentados pela professora. Bem se reconhece a importância da Matemática como ferramenta estruturante de muitos dos conhecimentos da Física, mas isso não significa que seja adequado reduzir a Física a uma simples aplicação da Matemática. Essa redução pode acarretar na não percepção do raciocínio matemático como um instrumento de diálogo entre os mundos empírico e teórico, mediado através dos modelos científicos – como proposto por Kneubil e Karam (2016) ao avaliar o ensino tradicional e propor sua analogia ao buraco da fechadura das grandezas empíricas, pelo qual se pode ter acesso indireto a grandezas teóricas. Percebo que existem dois caminhos possíveis: privilegiar a resolução de exercícios com maior ênfase nos aspectos teóricos e na sua interpretação – e eles existem e estavam presentes na lista de exercícios propostos aos alunos

– ou explicitar os pressupostos teóricos que estão por trás dos exercícios matemáticos, bem como a significação e reflexão acerca dos resultados numéricos obtidos.

*Turma 310 – 3º e 4º Períodos (9h10min - 11h05min)*

Ao entrarmos na sala, a professora cumprimentou a turma, desejando bom dia. Estavam presentes 11 alunos. As conversas estavam exaltadas, tendo como tema a situação política do país e as próximas eleições. Novamente não fui apresentado à turma, e sentei-me no fundo da sala. Alguns alunos perguntaram sobre as notas da última prova. A professora Susana informou que no próximo período seriam disponibilizadas, individualmente. Como na turma anterior, a professora iniciou sua preleção descrevendo o que aconteceria nessa e nas próximas aulas. Explicou sobre a *prova perdida* e a revisão dos conteúdos da aula seguinte, a prova do dia 03/09 e a recuperação da aula do dia 10/09.

O assunto da prova despertou uma discussão sobre como esta seria realizada, pois o recreio ocorre entre os dois períodos de Física da turma. A professora propôs que a prova fosse feita no segundo período, e os alunos contestaram dizendo que o tempo seria insuficiente, principalmente após a volta do recreio. Foi sugerido pela professora que fosse realizada no primeiro dos períodos, e um dos alunos sugeriu que fosse realizado nos dois, mantendo o recreio entre os períodos. Seu argumento envolveu uma reivindicação de confiança, dizendo que “aqui é o terceiro ano, tem que confiar em nós! Tem que ter confiança, *sora!*”; a professora respondeu “Eu não! Credo!”, com um tom de ironia. Novas ideias surgiram e, após discussão, turma e professora ficaram de acordo que a prova seria realizada em dois períodos, mas que o recreio seria deixado para o final do segundo período.

Depois desses avisos, a professora pediu aos alunos que realizassem os exercícios, exatamente os mesmos da turma anterior. Eles não demonstraram interesse na realização da atividade: muitos usavam o celular, incluindo um aluno que realizou uma vídeo-chamada com um amigo de outra turma; um grupo de quatro jovens conversava incessantemente durante todo o período. Durante o tempo em que a professora disponibilizou para a realização das atividades, fui chamado por ela para conversar sobre o calendário de observações e sobre o período de regência. A conversa foi breve, durando cerca de cinco minutos, quando acertamos qual turma seria escolhida por mim e qual o dia de início da regência da turma. Em seguida passei pela sala perguntando aos alunos pelos exercícios. Perguntei a cada um se encontravam dificuldades com as atividades propostas, colocando-me à disposição para o auxílio em qualquer momento. Em todos os casos, minhas perguntas tiveram que ser seguidas pela pergunta: “mas *tu* tentou fazer?”, e as respostas foram em sua totalidade negativas. Após esse momento de monitoria, retornei para minha mesa a

fim de continuar a escrever as observações. Faltando dez minutos para o recreio, a professora Susana passou a explicar a questão 34 dos exercícios propostos. Sua explicação seguiu os moldes do realizado para a turma anterior. Os alunos que prestavam atenção (três) pareciam se esforçar para acompanhar o raciocínio – conforme pude depreender de suas expressões faciais. Ao toque do sinal para o recreio, a professora disse que continuariam a explicação da questão no próximo período.

Quando retornamos do recreio – retorno feito com um atraso de cinco minutos – os alunos já estavam na sala. A professora continuou a resolução do exercício 34 com os alunos, agora com sete alunos claramente prestando atenção. Com a continuidade da explicação, as expressões faciais dos alunos se endurecem, e pareceram indicar que não estavam compreendendo. Os alunos expressaram com dificuldade suas dúvidas, estando relacionadas ao enunciado da questão: a necessidade de chamar posições de *inicial* e *final*, e o desenho da situação descrita. A professora não desistiu de resolver as dúvidas dos alunos, reforçando a interpretação do enunciado da questão e depois a resolvendo-a do início. Ainda assim, uma das alunas, que continuou não compreendendo a questão, levantou-se e foi tirar suas dúvidas individualmente com a professora. Enquanto deu atenção à aluna, o restante da turma voltou a se dispersar, conversando sobre muitos assuntos, em especial voltando ao tema da política.

Quando a aluna retornou ao seu lugar, a professora escreveu no quadro-branco a atividade avaliativa prevista. Ao terminar de anotá-la, os alunos pediram mais tempo para sua realização. A professora permitiu que ela fosse realizada em casa e trazida na próxima aula. Mesmo assim, alguns alunos reclamaram sobre a necessidade de ter que estudar em casa. A professora ignorou as reclamações do estudante, e passou a entregar as notas individualmente. Muitos dos alunos tiraram conceito *D*, equivalendo a uma nota abaixo da média da escola (50%). Isso, porém, não pareceu surpreender a maior parte dos alunos.

Logo após a distribuição das notas, duas alunas foram em direção da professora e conversaram com ela por um longo tempo. O assunto da conversa não se tratou de Física ou de qualquer coisa relacionada com a aprendizagem de Física por parte dos alunos. Enquanto isso, alguns membros da turma copiaram a atividade do quadro-branco, enquanto outros conversavam. Depois da conversa, a professora se deu conta do horário, e rapidamente fez a chamada. Quando o sinal soou, lembrou a entrega da atividade e se despediu da turma.

Algumas características foram marcantes nesse primeiro dia de contato com as turmas e com a professora. Primeiro, percebi que as aulas para as duas turmas não se diferenciaram significativamente, tendo seus trabalhos desenvolvidos de modo igual. Eram seguidas as mesmas linhas de raciocínio, estudados os mesmos conteúdos, realizadas as mesmas atividades e os mesmos exercícios. De certo modo, esse modo de trabalho funciona como um recurso para que se possa dar conta de um grande número de turmas – é no momento da sua concretização que as atividades

previstas se conformam ao perfil de cada turma. Ainda assim, sendo apenas dois terceiros anos, senti a falta de uma reflexão sobre a maneira de conduzir as aulas específicas de cada turma. Em especial, o uso do tempo em sala de aula poderia ter sido melhor pensado – intercalando-se momentos de explicação, de atividades de exercício e de diálogo professor-aluno.

Além disso, como também observado na turma anterior, os alunos pareceram apáticos em relação aos conhecimentos de Física e demonstraram falta de interesse quanto às atividades propostas pela professora. Pareceu-me que essas impressões eram partilhadas por muitos dos professores da escola, e encontrados em muitas das escolas públicas de Porto Alegre. Essa tendência à apatia se tornou uma grande preocupação minha; se mostrou como um grande desafio a ser pensado ao longo do planejamento das atividades de regência, de modo a dar a ela uma resposta – mesmo que pequena e que possa ainda ser melhor reelaborada após esse estágio de docência.

### 3.4.2. Dia 27/08

*Turma 311 – 1º e 2º Períodos (7h30min - 9h10min)*

A aula se iniciou no horário previsto, com a entrada da professora Susana e minha em sala. Cumprimentamos os três alunos presentes, enquanto dirigi-me ao fundo da sala. Outros alunos chegaram, totalizando sete presentes. A sala estava iluminada pelo sol da manhã, e todos pareciam estar de bom humor. A professora reservou uma parte da sala para um aluno que precisava fazer a *prova perdida*, e distribuiu aos demais os livros didáticos para realizar exercícios – os mesmos propostos na aula passada.

A prova era composta por cinco questões e iniciava com instruções claras, escritas em negrito e sublinhadas. A seguir, se encontram as instruções contidas na prova:

“Instruções: resposta à tinta preta ou azul. Caso contrário, questão zerada. Aparecer desenvolvimento nas questões. Caso contrário, questão zerada. Permitido uso de calculadora com simples com quatro operações básicas. Proibido rasuras, uso de qualquer tipo de *errorex*, calculadora científica, de programação, *smartphone* ou similares. Tendo em posse desses materiais, a prova é zerada. Use o verso para responder. Bom trabalho!”

As questões envolviam: a determinação do valor da carga elétrica geradora de um campo elétrico de valor conhecido em um ponto do espaço cuja distância ao centro da carga geradora é conhecida; a determinação da força elétrica exercida por um objeto metálico carregado sobre outro, conhecidas as cargas líquidas desses objetos, e sua distância de separação; uma questão do tipo verdadeiro ou falso, com afirmações sobre a natureza do campo elétrico e da força elétrica; uma

questão sobre as representações do campo elétrico de um dipolo elétrico; e uma questão para a determinação do campo elétrico, sabendo que quando uma carga de prova de valor conhecido é colocada em um ponto do espaço, a força que atua sobre ela é conhecida.

Depois de entregar a prova para o aluno, a professora precisou sair da sala. Fui até a frente da sala, de modo a cuidar da turma, e sentei-me à mesa do professor. Avisei aos alunos que estava disponível para auxiliar nos exercícios. Após alguns minutos, o aluno que realizava a prova levantou-se e disse: “Desisto! Não consigo fazer essa prova!”, deixando a prova sobre a mesa do professor, na minha frente. Ele não havia feito nenhuma das questões, mesmo que a prova fosse com consulta ao livro didático. Dirigindo-me a ele, disse: “Cara, quem sabe *tu* tenta mais um pouco?”. Ele negou, dizendo que não iria mais tentar. Disse de novo: “Tenta, eu sei que *tu* consegue!”. Peguei a prova para ler o conteúdo das questões, e identifiquei a mais fácil. Após, disse a ele: “Quem sabe *tu* não tenta começar pela número 4? Ela é a mais fácil!”. Então, um dos colegas olhou para ele e disse: “É Lucas<sup>15</sup>! Tenta!”. Os demais colegas o apoiaram. Por fim, disse: “É, desse jeito *tu* vai acabar me convencendo a fazer essa prova!”. Ele se levantou e pegou novamente a prova, após mais algumas insistências, e se dirigiu para o local reservado a fim de resolvê-la.

Depois, uma das alunas me questionou sobre como resolver a questão número 35. “Aplicando o princípio de conservação de energia, julgue se, para construir uma pilha, é necessário fornecer ou receber energia” (VÁLIO *et al*, 2016, p. 41), dizia o enunciado da questão. Perguntei a ela o que compreendia por “princípio de conservação”, e ela disse que não queria responder, que não sabia direito. Insisti, dizendo para que falasse com suas palavras. Ela disse que achava que se tratava de manter alguma coisa igual. A turma toda nos olhava. Confirmei a resposta para ela dizendo que, nesse caso, a energia que faríamos uso quando utilizássemos em uma pilha não seria criada, mas deveria estar na pilha para que fosse utilizada. Com isso, a aluna expressou que deveríamos fornecer energia para uma pilha quando estivéssemos construindo-a. Após esse momento, a professora retornou à sala de aula, e voltei ao fundo da sala para escrever o relato de observação.

A professora fez a chamada dos alunos. Um dos alunos se deu conta de que não havia feito a prova, e pediu para a professora se poderia realizá-la. Ela entregou a folha para o aluno e, após, começou a escrever o título *REVISÃO* no quadro-branco, seguido de alguns exercícios com grande ênfase na aplicação de fórmulas, como os descritos nos relatos de observação anteriores. O período chegou ao fim, e os dois alunos devolveram suas provas. O aluno Lucas se dirigiu para mim e disse “fiz três questões”, que respondi, com um sorriso, dizendo “Isso aí!”.

---

<sup>15</sup> Da mesma forma que os nomes das professoras observadas durante o período de observação e monitoria, as identidades dos alunos foram protegidas através do uso de pseudônimos.

Alguns dos alunos atrasados chegaram e um dos alunos que já estavam em sala se retirou, totalizando nove alunos presentes na turma durante o período inteiro. Fui à frente da turma e, com a autorização da professora Susana, apliquei o Questionário de Preparação para as Aulas, que se encontra no Apêndice A, de modo a compreender melhor a turma e sua relação com a disciplina de Física. Distribuindo-o entre os alunos, expliquei o seu objetivo e a importância de dar respostas mais completas possíveis.

Conforme os alunos terminavam o preenchimento dos questionários, recolhi-os e agradei aos estudantes pelas respostas. Recolhidos todos os questionários, retornei para o fundo da sala a fim de escrever as observações. Os alunos começaram a realizar a atividade de revisão e, enquanto isso, a professora organizava seu material na mesa do professor. Em determinado momento, um barulho alto foi escutado: havia sido lançada uma pedra contra a porta. A professora saiu da sala de aula para comunicar a Direção, e novamente dirigi-me para frente da sala, a fim de cuidar da turma. Continuei auxiliando os alunos que pediam ajuda. Um aluno não sabia como realizar o exercício de revisão: expliquei para ele que seria muito mais produtivo identificar as grandezas físicas fornecidas pelo enunciado antes de sair escrevendo números, bem como trazer as unidades de medida para o desenvolvimento matemático de modo que se sabia que não se esqueceu de nenhuma informação ou de alguma conversão de unidade. Quando a professora voltou, dirigi-me novamente ao fundo da sala, e logo em seguida o sinal soou para o fim do período.

Estes períodos, de algum modo e por um breve momento, me fizeram sentir como será estar em sala de aula como professor. O episódio com o aluno Lucas, particularmente, ilustrou para mim a importância das boas relações entre professores e alunos, e o quanto é confortável ver um aluno tentando, se superando, se engajando em algo para seu próprio bem. Também ilustrou para mim que a exigência imposta aos alunos não se trata de crueldade dos professores; justamente ao contrário, é necessária para possibilitar ao aluno que se desafie e, por isso, possa crescer. Creio que consegui abrir uma pequena brecha, pela qual pude alcançar uma interação saudável com a turma.

Mas, os ocorridos nesta aula da turma 311 não são apenas positivos. O episódio da pedra lançada contra a porta da sala de aula lembrou a todos da violência vivida entre as paredes das escolas públicas de Porto Alegre, e também de todo o Brasil. Creio que a construção de uma sociedade marcada pela paz e pelo respeito mútuo nas relações interpessoais deva ser trabalho de toda a sociedade, mas que a Educação possua um papel estratégico nesse processo. O incidente me alertou à necessidade, ainda mais urgente, de trabalhar por esse propósito nas próprias instituições escolares.

*Turma 310 – 3º e 4º Períodos (9h10min - 11h05min)*

Ao entrar na sala, professora e eu cumprimentamos os vinte alunos que ali se encontravam. A turma estava agitada, conversando acaloradamente sobre o trabalho que deveriam entregar para a professora. Ela pediu para que os alunos fizessem silêncio, e perguntou quais deles não haviam feito a última prova. Sabendo quais alunos não haviam feito a prova, separou a turma em dois lados, e deixou que eu fosse à frente da turma a fim de aplicar o questionário. Como na turma anterior, expliquei sua importância e seu objetivo. Distribuí os questionários aos alunos que não estavam realizando a *prova perdida*. Enquanto isso, a professora escreveu no quadro-branco a atividade de exercícios – exercícios 34, 35, 36, 37, 38 e 39 do capítulo 2 do livro didático, sendo a mesma atividade não realizada na aula passada.

Saí por alguns instantes da sala de aula para ir até a Vice-Direção imprimir mais quatro questionários, pois percebi que não havia feito cópias suficientes para todos. Ao retornar, os alunos que terminavam o questionário foram entregando um a um, aos quais agradei pela colaboração e paciência. Alertei a todos para a minha disponibilidade para auxiliar na resolução da atividade. Conforme os outros alunos terminavam de realizar a prova, distribuí para eles os questionários, e deixei que entregassem no próximo período. Cerca de quinze minutos antes do horário de recreio a professora avisou que aqueles que tivessem terminado a atividade poderiam ir para o intervalo; mais da metade dos alunos saíram da sala. Aproveitei este tempo até o recreio para poder escrever os relatos de observação do período.

Apenas quatorze, dos vinte alunos, haviam retornado do recreio quando a aula se iniciou. Os alunos que estavam realizando a prova perdida começaram a preencher o questionário, e os entregaram conforme acabavam. Sentei-me no fundo da sala, do lado de um dos estudantes, pois a turma estava cheia. Os alunos restantes voltavam do intervalo pouco a pouco. A professora começou a escrever no quadro-branco a atividade de revisão, idêntica à passada para a turma anterior. As atitudes de alguns alunos, retornando à sala com gritos, risadas altas e conversas, agitaram a turma. Os alunos aparentemente receberam panfletos sobre alguns candidatos às eleições, e um grupo de quatro alunos conversavam sobre os panfletos. Enquanto os alunos realizavam a atividade de revisão, a professora corrigiu as provas dos alunos e seus trabalhos. As atitudes dos alunos pouco a pouco saturaram a paciência da professora, e em determinado momento ela reagiu repreendendo-os, em tom de voz alto. Um dos alunos se sentiu ofendido e defendeu-se, alegando que não estava fazendo nada e que a professora sempre era injusta com ele. A professora Susana o expulsou da sala de aula e o levou para o Serviço de Orientação Educacional (SOE). Durante sua ausência, a turma comentava e também ria da atitude da professora.

A professora retornou à sala após cinco minutos, e o clima permaneceu tenso até o fim da aula. Voltou a falar com a turma, reclamando do desinteresse dos alunos com a disciplina e com o estudo, alertando para as consequências disso no futuro de cada um. Um dos alunos comentou

baixinho “só mais cinco meses”, indicando o fim da sua trajetória escolar. Após esse momento, a professora seguiu impassível até o fim da aula, e os alunos seguiram realizando a atividade em silêncio. Ao fim do período, a professora saiu sem se despedir dos alunos.

A posição de observador é, de certo modo, privilegiada – não por que nela não se possa interferir naquilo que observamos, mas por que podemos julgar<sup>16</sup> as diferentes situações que ocorrem na sala de aula sem precisar dar uma resposta imediata, muitas vezes não-refletida, e sem precisar condenar ninguém. Compreendo que tanto o professor quanto os alunos podem ter suas estruturas emocionais abaladas pelo trabalho em sala de aula – e devo lembrar tanto do incidente com a pedra lançada na porta, ocorrido mais cedo, quanto da aparente falta de interesse demonstrada pela professora e alunos. Entendo que a sala de aula é constituída de uma constante negociação de significados e autoridade entre alunos e professores. E tenho uma pequena percepção de que nós, seres humanos, temos uma estranha tendência de achar que não fazemos parte dos problemas que vivenciamos nas nossas vidas. Dessa maneira, a situação que presenciei pareceu depender de muitos fatores, mas ocorreu devido tanto às atitudes do professor quanto às dos alunos.

Refletindo sobre o ocorrido, e sobre a forma como foi lidada a situação pela professora, concluo que tão importante quanto a mensagem a ser passada para os alunos – ou seja, a importância de se portar bem em um ambiente público para a boa convivência de todos, o respeito a autoridades e ao ambiente escolar e, sobretudo, à dignidade humana<sup>17</sup> – é importante o modo como esta mensagem é passada. Entendo que a melhor atitude seria parar, refletir e questionar os alunos sobre as suas atitudes, e os repreender com caridade<sup>18</sup> e respeito, resguardando tanto a dignidade da pessoa do professor quanto à da pessoa do aluno.

### 3.4.3. Dia 03/09

*Turma 311 – 1º e 2º Períodos (7h30min - 9h10min)*

A professora Susana e eu fomos para a sala de aula com 10 minutos de atraso. A turma se encontrava no corredor, enquanto as luzes estavam apagadas. Ao entrar na sala, professora e alunos perceberam que não havia energia elétrica no andar inteiro. Estavam presentes quatro alunos. A

---

<sup>16</sup> Ao reler o texto, senti necessidade de uma explicação adicional acerca de alguns termos por mim utilizados em minhas reflexões – que, por serem minhas, estão condicionadas a minha história de vida e minha própria identidade enquanto cristão, católico apostólico romano. O termo *julgar* frequentemente carrega um sentido pejorativo, sendo associado ao significado de *condenação* – em especial das atitudes e ações das pessoas. Esclareço aqui seu uso como um processo de interpretação de situações e ações a partir das informações disponíveis e valores, sem que haja tendência a diminuir ou menosprezar a pessoa humana.

<sup>17</sup> Elencada com um dos princípios fundamentais tanto da Declaração Universal dos Direitos Humanos (1948) quanto da Constituição Brasileira (1988), o Princípio da Dignidade Humana postula que cada ser humano possui um valor incomparável e não admitindo substituição, sendo expressa essa dignidade através do termo *pessoa*.

<sup>18</sup> Entendida como amor que se doa pelo outro, consiste na atitude em vista do bem do outro e na convicção que permeia (ou busca permear, em um exercício permanente) todas as ações da pessoa para dirigi-las a este fim.

professora saiu para comunicar a falta de energia para a Vice-Direção, deixando comigo as provas da turma. Enquanto estava ausente, um dos alunos se retirou da sala – retornando antes da professora. A conversa na sala teve como tema um trabalho de Sociologia que seria realizado em um próximo período. Um dos alunos então lembrou os colegas sobre a prova de Física que realizariam no próximo período – e grande parte da turma ficou surpresa. Um dos alunos, sem relação com o assunto tratado, comentou sobre o uso de atividades prévias de leitura para as aulas, indicando seu descontentamento e alegando que o professor “não quer mais dar aula, só leitura”.

A professora Susana retornou à sala de aula, enquanto outro aluno chegou. Foi feita a chamada. Os alunos começaram a conversar com a professora sobre a avaliação que realizariam no próximo período. Pediram insistentemente para que a prova fosse realizada em dupla e com consulta. Ela negou o primeiro pedido, avisando que ela seria realizada com consulta ao material e livro, mas individualmente. Os alunos argumentaram dizendo que não conseguiam encontrar no material os conteúdos da prova, que foi seguido pelo diálogo:

- Mas vocês não abrem o caderno em casa?
- Claro que não, *sora*.
- Mas até eu, que não era aplicada, abria o caderno em casa!
- Mas é que na época da senhora não havia celular!

O clima em sala de aula, apesar do tempo chuvoso e da iluminação precária da sala, permaneceu agradável, com risadas e conversas descontraídas. As cortinas da sala haviam sido trocadas. A professora comentou, com espanto, sobre o trágico incêndio ocorrido no Museu Nacional, pertencente à Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), e os alunos tentaram chegar a um consenso sobre as causas do incêndio. Depois desse momento, os alunos voltaram a insistir com a prova em dupla: a professora mais uma vez disse que não, insistindo para que os alunos utilizassem o tempo em sala de aula para tentar fazer os exercícios da última aula. Prontifiquei-me para monitoria em sala, passando de mesa em mesa. Nenhum dos alunos, porém, abriu o caderno de Física, continuando a estudar para o trabalho de Sociologia. A professora precisou sair da sala para buscar as cópias da prova que seria aplicada no próximo período e, enquanto isso, me mantive à frente da turma para poder auxiliar a todos. Conversamos sobre o trabalho de Sociologia, e eles pediram para que os ajudasse com essa atividade. Respondi que apenas poderia ajudar a interpretar a questão. A questão pedia para que o aluno buscasse alguma relação entre a atual crise da representatividade no cenário político brasileiro e as diferentes visões de sociedade propostas por Émile Durkheim (1859-1917), Karl Marx (1818-1883) e Max Weber (1864-1920), não envolvendo Física diretamente. Após relatarem a pergunta sobre a qual deveriam

discorrer, expliquei um dos pontos que poderiam achar relevante refletir, perguntando sobre o significado das expressões do enunciado e o que isso poderia ser relacionado com o pensamento dos teóricos da Sociologia. Disse que essa explicitação dos conceitos de enunciado é importante em qualquer disciplina, da Sociologia à Física. A professora retornou à sala de aula e, em seguida, o período chegou ao fim.

Depois de o sinal indicar o início do segundo período, alguns alunos atrasados chegaram e logo se sentaram em seus lugares. Quando descobriram que haveria prova, alguns dos alunos recém-chegados saíram da sala, dizendo que não realizariam o teste, embora logo tenham desistido da ideia e retornado à sala de aula. Com a chegada dos alunos – totalizando agora sete alunos presentes – a professora precisou sair para buscar outros livros didáticos, deixando comigo as provas. Os alunos brincaram comigo, pedindo que passasse as respostas do teste. Retornando à sala, a professora distribuiu os livros e as avaliações para os alunos, que iniciaram imediatamente sua realização.

Do mesmo modo que a *prova perdida* realizada no dia 27 de agosto, essa era formada por um aviso de seis linhas contendo instruções para a realização da prova e por quatro questões. Em todas as questões o valor da constante eletrostática foi informado. Na primeira questão, uma carga pontual idealizada criava um campo elétrico de valor conhecido em determinado ponto do espaço, cuja distância à carga pontual era conhecida, sendo o objetivo da questão a determinação do valor da carga geradora. A segunda questão apresentava duas situações em que uma partícula carregada com carga conhecida se encontrava em pontos a diferentes distâncias de um corpúsculo carregado com o mesmo sinal da partícula, sendo requisitado o cálculo da energia potencial nesses dois casos e do trabalho necessário para levar a carga do ponto mais distante para o mais próximo. A terceira questão solicitava, dado o valor da carga geradora e da carga pontual de prova, calcular a energia potencial associada às configurações de três diferentes distâncias entre os corpos. A última questão tinha como objetivo determinar a energia potencial elétrica de um sistema de duas partículas, cujos valores de carga e distância entre os objetos fossem conhecidos.

Os alunos encontraram dificuldades ao buscar as respostas no livro didático. Assim que acabavam a prova, um a um eles a entregavam. A professora permitiu que os alunos deixassem a sala e ficassem no corredor. Após quinze minutos de prova, apenas dois alunos realizavam a prova. A professora organizava seus materiais. Faltando dez minutos para o fim do período, o último aluno terminou a prova. Após recolhida a prova, deixei a sala junto da professora, despedindo-nos dos alunos.

A descontração das relações escolares conviveu com a tensão associada às práticas avaliativas empregadas. Os momentos de avaliação da aprendizagem podem acarretar efeitos aversivos nos alunos, principalmente quando a avaliação é única e final, avaliando resultados do

ensino e servindo-se como fim em si mesma (LEITE; KAGER, 2009). Todas as questões tinham como finalidade a aplicação de fórmulas e a realização de cálculos, sem reflexões sobre a teoria ou sobre os resultados matemáticos obtidos. Embora pudessem utilizar seus materiais didáticos (livro e anotações no caderno), não obtiveram progresso. A observação dessa prova me fez refletir sobre o trabalho conjunto que tanto docentes quanto discentes precisam realizar para que uma avaliação reflita um caminho de aprendizagem, não apenas um depósito de conhecimentos – ainda assim, não sei se consegui realizar na minha própria atividade avaliativa um caminho muito diferente.

Esta aula foi de grande importância na construção da Unidade de Ensino, de modo a me dar conta de como deveria planejar minhas aulas. Percebi um baixo número de alunos da turma 311 presentes no primeiro período de aula – e após conversas com a professora Susana, descobri que esse é um comportamento habitual dos alunos. Embora inicialmente tenha escolhido essa turma para realizar a regência, percebi que precisaria de um cronograma flexível o suficiente para que se adaptasse às duas turmas, caso esse hábito não fosse modificado até o dia de início da regência da turma.

#### **3.4.4. Dia 10/09**

##### *Turma 311 – 1º e 2º Períodos (7h30min - 9h10min)*

A aula começou com um atraso de dez minutos. Quando entramos, estavam presentes quatro alunos. A professora Susana os cumprimentou, enquanto conversavam entre si sobre um trabalho de Química. Ela deixou a sala de aula brevemente, deixando os alunos aos meus cuidados. A professora de Literatura, ao passar pela sala, parou para cumprimentar os alunos. Avisei a ela que não se preocupasse pela ausência da professora. Os alunos começaram a conversar sobre a partida de futebol que ocorreu no dia anterior, até o retorno da professora cinco minutos depois. Outros alunos chegaram, totalizando sete alunos presentes no primeiro período.

Ao retornar para a sala, a professora estava acompanhada de um aluno da turma 310. A conversa entre os dois – mais tarde descobri – se tratava sobre a possibilidade de não precisar fazer a atividade de recuperação, nomeada Plano Pedagógico Didático de Apoio (PPDA). O tom da conversa entre professora e aluno se intensificou a ponto de se tornar uma discussão. Os alunos da turma, ao prestar atenção na conversa, buscaram amenizar o clima através de piadas. A professora Susana dispensou o aluno, avisando que ele deveria fazer o PPDA. Parecendo abalada após o embate com o aluno, passou a organizar seus materiais e a realizar a chamada. Novamente deixou a sala, em busca de álcool para limpar a sua mesa. Ao retornar, chamou-me para que pudessemos conversar sobre nosso cronograma de aulas, avisando que não estaria presente em muitas das minhas aulas.

Enquanto conversávamos, uma aluna apresentou suas dúvidas sobre a questão 34 do livro didático, já apresentada nas duas turmas algumas aulas antes. A professora tentou auxiliá-la, mas ela não pareceu entender. Busquei auxiliá-la também, pedindo para que redesenhasse as duas situações separadas, e não como a imagem apresenta. A feição da aluna pareceu indicar que compreendia, e retornou a seu lugar. Logo após, o sinal indicou o fim do primeiro período e a professora saiu novamente para buscar as provas dos alunos que realizariam o PPDA.

Após retornar com as provas, Susana as distribuiu para todos os alunos presentes. Outros três alunos chegaram, totalizando sete alunos presentes. A prova de recuperação foi exatamente igual à prova realizada na aula anterior. A professora novamente deixou a sala, e fiquei com a turma. Alguns dos alunos expressaram que desistiriam da prova, mas insisti para que tentassem mais um pouco. Durante todo o período, auxiliei os alunos em relação a dúvidas acerca de unidades de medida (em especial os prefixos indicativos de intensidade *centi-*, *mili-* e *micro-*) e interpretação das questões. Quando me perguntavam sobre as respostas, apenas dizia que não poderia dá-las, por não ser justo e por não tê-las comigo. Os alunos entregaram as provas um a um ao longo do período, e permiti que ficassem do lado de fora da sala.

#### *Turma 310 – 3º Período (9h10min – 10h)*

A turma estava agitada no momento em que entramos em sala. Estavam presentes dezesseis alunos. Após os cumprimentos iniciais, a professora distribuiu as provas de recuperação e folhas em branco aos alunos, e pedindo para que os estudantes assinassem um protocolo de recebimento das provas. Um aluno gritou “Procura as fórmulas! Procura as fórmulas!” em tom de brincadeira, arrancando risos do restante da turma. Após entregar as provas e permitir que os alunos iniciassem a prova, a professora deixou a sala para comunicar à Direção que não estaria presente no próximo período, e que, portanto, eu precisaria observar a aula de outro professor. Enquanto isso estive cuidando das turmas durante a realização das provas. Em menos de cinco minutos, três alunas entregaram a prova em branco, deixando a sala sem que eu pudesse insistir para que realizassem melhor a prova. Uma das alunas deixa a sala em busca de uma calculadora. Da mesma maneira que na turma 311, auxiliei na interpretação das questões, elucidando dúvidas quanto às unidades de medida (principalmente relacionadas aos prefixos indicativos de intensidade *centi-*, *mili-* e *micro-*) e, diferente da última turma, quanto à questões matemáticas, expondo no quadro-branco as regras de produto e divisão de potências de dez. Os alunos entregaram as provas, um a um, e permiti que deixassem a sala. Quando a professora Susana retornou, os últimos alunos já entregavam as provas. Mesmo antes de terminar o período, nos despedimos da turma e fomos para a sala dos professores.

*Turmas 310 e 311 – 4º Período (10h15min - 11h05min)*

Durante o intervalo das aulas, conversei com a professora de matemática das turmas 310 e 311, pedindo para observar a aula que adiantaria. Dessa forma, as duas turmas foram concentradas na sala da turma 311. Os alunos conversavam bastante, com um total de vinte e cinco presentes na sala de aula. Quando a professora começou a falar, explicando o motivo da mudança de horários, a turma silenciou. A professora seguiu para o conteúdo, relembrando o que viram até aquele momento. O conteúdo das aulas era Geometria Analítica.

A professora passou a realizar um exercício com os alunos, dando a resposta antes de iniciá-lo e enfatizando a importância do desenvolvimento do raciocínio para a resolução da questão. Deixou claro aos alunos que só deveriam copiar o exercício em seus cadernos após o término da resolução. A questão solicitava a distância entre dois pontos localizados no plano  $xy$  e foi desenvolvida junto com os alunos. Ela constantemente perguntou aos alunos o próximo passo para o prosseguimento da questão. Ao terminar, ela realizou a chamada, dando tempo para que os alunos copiassem o exercício. Os alunos copiavam e conversavam ao mesmo tempo. Quando terminaram a cópia, a professora iniciou um segundo exercício, cujo objetivo era a determinação do perímetro de um triângulo cujos vértices eram dados por pontos no plano  $xy$ . O exercício foi desenvolvido da mesma maneira que o anterior. Quando aos alunos se entediavam e se concentravam no celular, a professora chamava a atenção, pedindo para que voltassem sua atenção ao desenvolvimento do exercício.

Um terceiro exercício foi realizado junto com os alunos. Este, por sua vez, solicitava o valor de uma coordenada desconhecida de um dos pontos do plano  $xy$ , tendo como informação todas as coordenadas de outro ponto e a distância entre esses pontos. Enquanto a atividade era realizada, muito de matemática básica foi revisado com os alunos – como produtos notáveis, equações de segundo grau e o método de resolução por soma e produto. Ao final do exercício, o sinal indicou o término da aula. A professora se despediu dos alunos da turma 311, levando a turma 310 de volta para sua sala.

Apesar de ter sido inesperado, observar as turmas sob a regência de um diferente professor foi uma experiência que auxiliou a compreender melhor a dinâmica da turma. Um dos pontos altos foi perceber que os alunos podem gostar de realizar exercícios, quando bem conduzidos pelo professor e incentivados a realizá-los e, portanto, essa opção segue aberta para as aulas de minha regência. Também pude perceber como a professora, deixando tudo claro para os alunos e não tendo medo das suas reações, pode negociar com eles sua atenção e seu respeito.

### 3.4.5. Dia 17/09

*Turma 311 – 1º e 2º Períodos (7h30min - 9h10min)*

Quando chegamos à sala, apenas uma aluna esperava o início da aula. Após os cumprimentos, a professora escreveu no quadro-branco o título *3º Trimestre* e o subtítulo *Capítulo 3*. Enquanto isso, a aluna escutava música utilizando fones de ouvido. A professora deixou a sala de aula, para ir à Vice-Direção. Após alguns minutos, outro aluno chegou à sala de aula. Depois de dez minutos, a professora retornou com os livros didáticos para os alunos. A sala de aula permaneceu em silêncio, com ocasionais barulhos vindos do corredor. Após anotar a página do livro para que os alunos abrissem, a professora escreveu no quadro-branco onze perguntas:

- 1) Como era explicada a corrente elétrica antigamente?*
- 2) Explique o transporte de cargas elétricas nos sólidos e nos fluidos.*
- 3) O que é corrente elétrica?*
- 4) Qual o significado da intensidade da corrente elétrica?*
- 5) Escreva a equação e explique cada grandeza.*
- 6) Explique os dois tipos de corrente.*
- 7) O que é resistência elétrica?*
- 8) Qual é a equação da 1ª Lei de Ohm? Dê o nome das grandezas.*
- 9) O que é um gráfico de um resistor ôhmico? E não ôhmico? Faça também o gráfico.*
- 10) Qual o significado da resistividade elétrica?*
- 11) Escreva a equação da resistividade explicando cada grandeza.*

Parte das questões se tratava do conteúdo que eu iria abordar – *resistência elétrica*. Comentei com a professora essa situação. Avaliamos que o melhor seria trabalhar só a parte inicial das questões, embora não houvesse necessidade de apagar aquelas que não fariam parte da discussão, pois ficariam apenas com uma prévia dos próximos conteúdos. Enquanto escrevia, outro aluno chegou – totalizando os três alunos presentes em sala no primeiro período. A professora organiza seu material e, enquanto isso, uma aluna respondia às questões. Ao fim da chamada, a sala permaneceu em silêncio até o fim do período.

Quatro alunos chegaram logo no início do período, e a professora anotou seus nomes na chamada. Um aluno de outra turma entra em sala e conversa com os colegas sobre um campeonato de futebol – a professora não se incomodou com a situação. Embora os alunos que chegaram atrasados continuassem conversando sobre o campeonato de futebol, pegaram os livros para realizar a atividade proposta.

Dirigi-me à turma, avisando que estava disponível para tirar qualquer dúvida ou dificuldade que tivessem. A professora pediu para que eu tomasse conta dos alunos, pois precisou se retirar da sala de aula. Verifiquei os exercícios que os alunos estavam realizando. Não fui perguntado sobre qualquer dúvida. Faltando quinze minutos para o final da aula, a professora pergunta pelos exercícios. Os alunos que acabaram levantaram-se para mostrar o caderno à professora. A professora avisou que continuaria na próxima aula a matéria.

A aula transcorreu de maneira calma, na minha percepção. Mais uma vez, pude estar responsável por uma das turmas observadas. Esses momentos foram de grande importância para o desenvolvimento da minha própria postura e presença em sala, confiante de que poderia estar ali responsável por aqueles alunos e auxiliando-os a compreender os conhecimentos de Física.

#### *Turma 310 – 3º e 4º Períodos (9h10min - 11h05min)*

A professora cumprimentou a turma. Como de costume, a sala estava repleta de conversa, estando presentes quinze alunos. A professora escreveu no quadro-branco as atividades que realizarão durante os dois períodos de aula, em especial escrevendo as onze perguntas. Docente e discentes interagem com bom humor. Avisei que estava disponível para auxiliar nas respostas. Uma das alunas pergunta sobre como entender a segunda pergunta. Iniciei a resposta diferenciando fluidos (gases e líquido) de sólidos, com base na maior mobilidade dos átomos que compõem o material. Depois, perguntei quem seriam os portadores de carga nos dois casos, e a aluna respondeu que tanto íons quanto elétrons seriam carregados. Alertei que os elétrons mais externos poderiam se mover bem nas duas situações, mas que no caso dos sólidos, os núcleos (caso formassem íons) não conseguiriam se mover, por estarem presos na estrutura.

Vinte minutos depois do início da aula, enquanto eu terminava de explicar a dúvida da aluna, a Supervisora Pedagógica da escola entra em sala de aula. A visita teve dois objetivos: alertar os alunos e professora sobre um sábado letivo, que ocorreria dia 22 de setembro, e conversar com os alunos a respeito das conversas do conselho de classe. Depois do primeiro aviso, a supervisora solicitou à professora que se retirasse por conta da conversa que iriam ter. Solicitei permanecer em sala. Por conta do sigilo exigido, e do fato deste trabalho ser um documento público, omitirei grande parte da conversa. Apenas importa o fato de que se tratava da desmotivação dos alunos, o grande número de faltas, o baixo rendimento escolar e, sobretudo, a relação professor-aluno. A conversa durou até cinco minutos antes do fim do período. Enquanto a conversa acontecia, refleti sobre a complexidade das relações entre alunos e professores, sobre os conflitos cognitivos, as diferentes perspectivas de vida, os diferentes objetivos em uma sala de aula, as dificuldades de comunicação – sobretudo, percebi um problema de falta de empatia mútua, que arrisco dizer que faz

parte de um problema social muito maior do que a sala de aula em que estava imerso. Quando a professora retornou à sala de aula, comentou que continuariam as perguntas no próximo período.

A aula começou com dez minutos de atraso. A professora deixou mais alguns minutos para que os alunos terminassem a atividade. Voltei para a monitoria, trabalhando com a dúvida de outra aluna quanto à condução de corrente elétrica em sólidos e fluidos. Depois de quinze minutos, a professora pediu para que os alunos mostrassem a atividade realizada. Todos os que haviam concluído ao menos parte dela levantaram-se e mostraram o caderno. Após isso, a professora realizou a chamada. Após a metade do período, a professora Susana iniciou a discussão sobre efeitos da corrente elétrica. Comentou sobre o efeito químico (falando de reações químicas que poderiam ocorrer caso uma corrente elétrica percorresse determinada substância), o efeito luminoso (associando-o com as lâmpadas incandescentes), o efeito térmico (chamando-o de Efeito Joule) e o efeito magnético (associando campos magnéticos às propriedades dos elétrons). Ao final da explicação, dispensou a turma.

Da mesma maneira que as experiências de estar responsável pela turma nos momentos de ausência da professora, os momentos de monitoria foram de grande crescimento. Em especial, pois proporcionaram uma proximidade com alunos reais, com dificuldades e pensamentos reais, buscando realmente encontrar atribuir um sentido àqueles conhecimentos científicos apresentados nas aulas. Sobretudo, esse período de monitoria me permitiu perceber que, como professor, não devo deixar de exercitar empatia<sup>19</sup> para com meus alunos, buscando sempre me colocar no lugar deles, considerando suas dificuldades (não importa quais sejam) como dignas de importância e atenção.

### **3.4.6. Dia 24/09**

#### *Turma 311 – 1º e 2º Períodos (7h30min - 9h10min)*

Entrei em sala às 7h35min, a fim de esperar a professora para a aula. Não havia aluno presente – provavelmente devido ao dia muito chuvoso. A professora chegou 7h45min, alegando prever que os alunos se atrasariam devido à chuva. Durante todo o período, aluno algum chegou à sala de aula. A professora e eu conversamos sobre a regência até o fim do período, repassando o cronograma, e adiamos em uma semana a minha entrada como professor da turma. Também combinamos para a segunda-feira do dia 01/10/2018 uma última observação das turmas, a fim de falar com a turma sobre o problema de frequência. Até o dia primeiro, a turma 311 seria a turma que eu escolheria para a prática de regência, mas devido a uma nova infrequência no primeiro

---

<sup>19</sup> Empatia é aqui compreendida como o ato humano de vivência própria do alheio, a fim de compreender a perspectiva do outro e identificá-lo como semelhante a mim enquanto pessoa, seguindo a perspectiva da filósofa Edith Stein (BAREA, 2015, p. 38).

período, preferi mudar para a turma 310 – que embora tenha o recreio dividindo os períodos da turma, apresentava maior número de alunos. Essa mudança foi, possivelmente, a melhor decisão que tive que tomar sob pressão em minha trajetória de Estágio.

No segundo período, a professora de Inglês e a professora de Matemática entraram em sala, a fim de conversar sobre a falta de frequência da turma no primeiro período. A professora de Inglês comentou que possui o primeiro período da turma em dois dias da semana, o que dificultou o trabalho da turma ao longo do ano letivo. Após dez minutos do início do período, um aluno chegou. Ele perguntou sobre o restante da turma, comentando que não havia sido combinado pela turma que todos os alunos faltassem no mesmo período, como já havia acontecido anteriormente. Foi solicitado ao aluno que continuasse com as questões apresentadas pela professora na aula passada, e que para isso ele deveria buscar o livro na sala da Vice-Direção. Quando retornou, dispus-me a ajudá-lo nas questões em que tivesse dificuldade. Ele logo apresentou dúvidas sobre a “lei de O-H-M”, pronunciando cada letra separadamente. Após corrigir a pronúncia, dizendo que se tratava do sobrenome de um cientista reconhecido por seus trabalhos com eletricidade, comentei o que significava cada grandeza relacionada na equação  $\Delta V = R \cdot i$ , apresentando a resistência elétrica com a dificuldade ou oposição à passagem de uma corrente elétrica, sendo estabelecida uma diferença de potencial entre as extremidades de um dispositivo elétrico. O aluno continuou a realizar suas atividades, até o término do período.

Que fatores levam um aluno a se dirigir a sua escola? Além da obrigatoriedade da presença para a aprovação e conclusão dos estudos básicos para o desempenho de atividades na sociedade – que é o que parece se esperar da educação escolar - haveria outros motivos? Amizades? Dar importância aos conhecimentos que podem ser construídos em sala de aula? Encontrar um lugar que seja diferente da própria casa? E o que leva um aluno a não ir para a sala de aula? Ou toda uma turma a não ir para a sua aula? Será que havia sido o tempo chuvoso, ou as condições educacionais, o que mais motivaram a turma a não comparecer na sala de aula? A essas perguntas, que me ocorram ao longo desses dois períodos, não consegui nenhuma resposta em minhas reflexões durante o período de estágio docente.

#### *Turma 310 – 3º e 4º Períodos (9h10min - 11h05min)*

A professora entrou na sala de aula, deixou seu material e saiu para ir à Vice-Direção. A sala permaneceu em silêncio. Estavam presentes dez alunos. Retornou carregando os livros didáticos, e os distribuiu aos alunos. Ela anotou no quadro-branco o título da aula como sendo “Intensidade da Corrente Elétrica” e começou a explicar o conteúdo lembrando cargas elétricas e sua repulsão ou atração de acordo com o sinal da carga. Em seguida, passou a comentar sobre choques provocados

por correntes elétricas, atribuindo a eles a repulsão dos elétrons. A fala da professora foi confusa, e imprecisa do ponto de vista conceitual de Física.

Um aluno questionou sobre as cobranças de energia elétrica caso não haja nenhum dispositivo conectado às tomadas. A professora respondeu negativamente, afirmando que nesse caso os elétrons estão disponíveis para uso nos diferentes materiais – afirmação que poderia abrir espaço para a consolidação de concepções alternativas sobre a movimentação dos elétrons em circuitos elétricos, em especial a de que os elétrons da fonte de tensão são os únicos a se deslocar pelo circuito, e que são eles os únicos responsáveis pelo funcionamento dos dispositivos elétricos. Outro aluno questionou o motivo de tomarmos choques no banho de vez em quando. A professora respondeu de maneira confusa, explicando o resistor do chuveiro com sendo um semicondutor, e não como um condutor. Continuou comentando com a turma sobre os perigos associados às instalações elétricas realizadas de maneira precária, devido ao risco de curtos-circuitos.

A professora retornou ao conceito de intensidade da corrente elétrica. Comentou a equação para a intensidade da corrente elétrica

$$i = \frac{Q}{\Delta t} \quad (1)$$

explicando o significado de cada uma das grandezas física, com  $i$  representando a corrente elétrica,  $Q$  a quantidade de carga elétrica e  $\Delta t$  o intervalo de tempo. Em seguida, perguntou se uma corrente elétrica de 30A poderia ser considerada uma corrente elétrica de intensidade alta. Ela comenta sobre o número de portadores de carga que atravessam uma seção reta por unidade de tempo, utilizando a equação da quantidade de carga elétrica

$$Q = N_e \cdot e \quad (2)$$

onde, embora a professora Susana não tenha lembrado,  $N_e$  representa a quantidade de elétrons e  $e$  a carga do elétron, tendo valor aproximado de  $e = 1,6 \times 10^{-19} C$ . Os alunos pareceram não entender aquilo que foi proposto, como pude perceber a partir de suas expressões faciais. O período foi concluído com a fala da professora: “a eletricidade é muito nossa amiga, mas se a gente a subestimar, ela pode nos matar”.

Voltamos do recreio com dez minutos de atraso. A professora solicitou aos alunos que realizassem dois exercícios<sup>20</sup> do livro e também dois exercícios escritos no quadro-branco. Os exercícios do livro solicitavam o cálculo da intensidade da corrente elétrica e a interpretação de um gráfico de corrente elétrica alternada que solicitava a frequência de oscilação da corrente elétrica.

<sup>20</sup> Exercícios 4 e 5, da página 49 do livro didático (VÁLIO et al., 2016).

Os exercícios passados no quadro-branco solicitavam a interpretação de um gráfico de corrente elétrica contínua por tempo, tendo como objetivo determinar a quantidade de carga e o número de elétrons que atravessava uma determinada seção reta em um intervalo de tempo.

Após o solicitado, a professora pediu que eu cuidasse dos alunos, e se retirou da sala. Anunciei que estava disponível para poder auxiliar com os exercícios. Muitos alunos pediram ajuda, em especial com a interpretação dos gráficos. Com cada um deles, analisei as grandezas contidas em cada eixo, o significado de cada gráfico – onde a cada instante de tempo está representado o valor da intensidade da corrente elétrica – e propus um meio de organizar as informações contidas nos enunciados das questões – separando-as em *informações que eu possuo, informações que eu desejo conhecer, e relações teóricas que eu conheço e que considero úteis no problema*. Alguns dos alunos não quiseram participar do exercício. Mesmo com insistência de minha parte, não os realizaram. O auxílio tomou todo o período de observações.

Esse foi o último dia de observações. No dia 01/10/2018, dia esperado de início de regência no primeiro dos cronogramas de regência, estive na escola apenas para verificar se a turma 311 estaria realmente presente, de modo a poder assumi-la. Naquele dia, porém, nenhum dos alunos esteve presentes em sala de aula no primeiro período – impossibilitando que eu assumisse a turma e deixando o início do período de regência para o dia 08/10/2018, com a turma 310.

#### 4. PERÍODO DE PLANEJAMENTO

Em paralelo ao período de observações e monitoria, em que acompanhava o trabalho da professora Susana, ocorreu o período de elaboração da Unidade de Ensino e o planejamento das atividades realizadas no período de regência de turma. Nele se deu a avaliação do calendário de atividades da professora Susana e a seleção do conteúdo da Unidade Didática, Circuitos Elétricos, dando continuidade aos conteúdos trabalhados pela professora com a turma. Após a escolha do tema da Unidade de Ensino, foram escolhidos os referenciais teóricos de aprendizado, epistemológico e metodológico que fundamentaram teoricamente a construção de todas as atividades de regência e, ao final do período de planejamento, foi definida a escolha da turma de regência conforme os relatos contidos na observação da subseção 3.4.6.

Os conhecimentos de Física que fizeram parte da Unidade de Ensino – com tema de Circuitos Elétricos – foram escolhidos a partir das indicações da legislação brasileira (BRASIL, 2002, p. 99) e da leitura do livro didático utilizado pela escola, Válio *et al* (2016), e pelos livros didáticos escritos por Knight (2009), de Luz e Luz (2011) e de Pietrocola *et al.* (2011), voltados tanto para o ensino médio quanto para o ensino superior. As Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares (PCN+) especificam que

“A compreensão do mundo eletromagnético que permeia nosso cotidiano é indispensável para possibilitar o uso adequado, eficiente e seguro de aparelhos e equipamentos, além de condições para analisar, fazer escolhas e otimizar essa utilização.” (BRASIL, 2002, p. 99)

e, para isso, orienta o estudo do eletromagnetismo para a compreensão dos conceitos físicos e modelos científicos que o compõe (BRASIL, 2002, p. 99) sem distanciar-se da realidade e do uso dos equipamentos elétricos no cotidiano, de modo a poder “avaliar o impacto dos usos da eletricidade sobre a vida econômica e social” (BRASIL, 2002, p. 100). Os conceitos físicos centrais desta Unidade de Ensino foram Circuitos Elétricos, Diferença de Potencial Elétrico, Fontes de Tensão Elétrica, Corrente Elétrica, Resistência Elétrica, Resistividade Elétrica e Potência Elétrica, sendo interpretados como conhecimentos científicos de acordo com as Visões Epistemológicas Contemporâneas. Além disso, os Circuitos Elétricos foram interpretados enquanto sendo Modelos Científicos, de acordo com a perspectiva bungeana – dando-se atenção sobretudo às idealizações e representações utilizadas no processo de reconstrução conceitual da realidade.

Por fim, a Unidade de Ensino foi moldada pela conciliação do possível entre o perfil e os interesses dos alunos demonstrados nas respostas dos alunos ao *Questionário de Preparação para as Aulas*, contido no Apêndice A deste documento, e os conhecimentos e objetivos didáticos. As

atividades de planejamento resultaram em um Cronograma de Regência de sete aulas, que se encontra no Apêndice B.

Entre as atividades realizadas ao longo do período de planejamento estão: a escrita dos Planos de Aula correspondentes aos sete encontros, de duas horas-aula cada, sob a orientação do professor orientador; a elaboração das atividades de demonstração experimental, empréstimo de materiais e instrumentos de medida e construção do aparato experimental para a comparação da resistência elétrica em diferentes fios condutores utilizado na Aula 3 – todos os materiais utilizados foram disponibilizados pela equipe dos Laboratórios de Ensino do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul; a elaboração das atividades avaliativas – a Lista de Exercícios para realização continuada e a Prova Trimestral, disponíveis junto com seus gabaritos no Apêndice C; os materiais disponibilizados para os alunos para a complementação das explicações em sala de aula – as tabelas de representações esquemáticas convencionais para os elementos de um circuito elétrico e de efeitos fisiológicos da corrente elétrica, disponíveis no Apêndice D; a elaboração das apresentações de *slides* utilizadas nas aulas 1 e 4, cujas lâminas principais estão localizadas no Apêndice E; e o desenvolvimento das questões para as atividades de *Peer Instruction*, utilizadas na aula 4. Também neste período foram realizados os Microepisódios de Ensino, nas aulas presenciais da disciplina de Estágio de Docência em Física. Essas atividades consistiram na elaboração e apresentação, em um intervalo de tempo de vinte minutos, daquilo que seria realizado em sala de aula. Após a apresentação, colegas e o professor orientador levantavam críticas e possibilidades de mudança para a aula, sendo de grande valor para uma percepção mais ampla das próprias criações, e para o seu posterior enriquecimento.

Por fim, a Unidade de Ensino contou com avaliações que permearam as sete aulas. Em primeiro lugar, a participação dos alunos em sala de aula – em especial, a participação nas atividades demonstrativas e nas atividades de resolução conjunta de exercícios. À participação foi atribuída, em consonância com o sistema escolar vigente, uma nota<sup>21</sup> com valor de 1,0 pontos. A segunda forma de avaliação foi pensada, inicialmente, como uma avaliação continuada na forma de Lista de Exercícios – a ser trabalhada ao longo das semanas pelos alunos, sanando a necessidade de um estudo extra pelos alunos para a Prova Trimestral. A Lista de Exercícios, contendo ao final 19 exercícios prioritariamente conceituais, foi atribuída um valor de 5,0 pontos. Por fim, a Prova Trimestral foi pensada de modo a ser coerente com a Lista de Exercícios e em consonância com o referencial ausubeliano, sendo realizada individualmente e com consulta a um resumo elaborado por cada aluno. Foi atribuída a ela um valor de 4,0 pontos.

---

<sup>21</sup> A ideia de atribuir notas, solicitada pela professora Susana, se encontra como um dos aprendizados mais difíceis desse período de Estágio Docente: nem sempre podemos mudar tudo o que não consideramos adequado de uma vez.

## 5. PERÍODO DE REGÊNCIA

O período de regência de turma, em que assumi a responsabilidade das aulas como professor estagiário da turma 310 do Colégio Estadual Protásio Alves, teve início no dia 08 de outubro de 2018 e término no dia 26 de novembro de 2018. A regência foi realizada em sete aulas, de duas hora-aula cada, totalizando uma carga horária de quatorze horas-aula. As aulas foram conduzidas de acordo com o trabalho desenvolvido no período de planejamento e com necessárias modificações exigidas pela concretização, na prática de sala de aula, dos planos de aula elaborados.

Cada uma das subdivisões dessa seção corresponde a um dos encontros, contendo as informações básicas da aula, o *plano de aula* que orientou as atividades em sala e o *relato de regência* com o detalhamento da minha perspectiva sobre o desenvolvimento das atividades didáticas previstas. Os parágrafos finais de cada relato de regência contêm uma reflexão pessoal sobre as vivências daquelas duas horas-aula.

### 5.1. Aula 1

Data: 08/10/2018

Horário: 09h10min às 11h05min (duas horas-aula, com recreio de 15min).

Assunto da Aula: Apresentação sobre o trabalho na Unidade de Ensino, Circuitos Elétricos e Natureza da Ciência.

Quantidade de Alunos Presentes: 17 alunos.

Local: Sala de Vídeo – Sala 306.

#### 5.1.1. Plano de Aula

*Objetivos de ensino:*

- Apresentar aos alunos o conteúdo e a forma como será trabalhado ao longo da Unidade de Ensino, tomando como base os resultados do questionário sobre atitudes em relação à Física aplicado aos alunos;
- Discutir o papel e a natureza da Ciência, vinculada às Visões Epistemológicas Consensuais;
- Discutir Modelos Científicos;
- Apresentar aos alunos a representação esquemática de circuitos, com seus principais elementos.

*Atividade Inicial (15min.):*

Chegarei à sala de vídeo antes do horário, de modo organizar o local para a aula. Sabendo do histórico da turma e da escola, buscarei utilizar esses minutos para criar um clima confortável para a convivência em sala de aula. Quando uma quantidade razoável de alunos estiver presente, iniciarei a exposição dialogada.

*Desenvolvimento (1h):*

Começarei me apresentando e falando de como cheguei àquela sala de aula, comentando minha situação como aluno da disciplina de Estágio de Docência em Física e meu período de observações em sala. Apresentarei o conteúdo da Unidade de Ensino (Circuitos Elétricos) utilizando questões norteadoras de fenômenos envolvendo-o, apresentando também para os alunos circuitos elétricos reais trazidos para a aula. Darei continuidade comentando sobre o modo como serão conduzidas as aulas, tendo como base as observações, conversas com alunos e o questionário sobre a relação com a disciplina de Física. Procurarei trazer falas dos alunos para ilustrar os tópicos, a saber: disciplinas que mais gostam ou menos gostam; compromisso mútuo e esforço conjunto em sala; diversidade metodológica; ressignificação dos cálculos; e, por fim, relação entre a teoria e o cotidiano. Deixarei clara minha intenção de rerepresentá-los à disciplina de Física.

A seguir, passarei a discutir qual nossa perspectiva em sala de aula. Para isso, demonstrarei que pretendo realizar um círculo de conversar sobre a Natureza da Ciência. Essa conversa será orientada por perguntas norteadoras, problemas sociais, passagens históricas e, quando conveniente, notícias dos jornais brasileiros. Será necessário que as motivações da discussão sejam relacionadas, na medida do possível, com os temas de Eletromagnetismo. As perguntas norteadoras e algumas motivações de discussão serão: *Existe diferença entre o conhecimento da experiência cotidiana e o conhecimento científico?* buscando discutir um pouco da natureza do conhecimento científico e de sua importância como uma nova contribuição para nossa própria visão de mundo, sendo trazida uma matéria sobre crise energética no país e diferentes posicionamentos; *O que significa dizer que algo é comprovado cientificamente?* dará continuidade à discussão da natureza do conhecimento, levando em consideração à importância que nossa sociedade dá ao conhecimento científico, sendo ilustrado com o percentual de cientistas da história que ainda estão vivos e com o exemplo do xampu com DNA vegetal; *Como o conhecimento chegou nos livros? Ele seria igual se fosse escrito há 200 anos?* busca continuar e identificar os processos históricos do conhecimento científico e suas simplificações para o ensino, ilustrando com a descoberta do elétron a menos de 150 anos atrás; *Quem faz Ciência? Quais as características de um bom cientista?* voltará a atenção para as características de um cientista, também buscando nos alunos algumas delas; *A sociedade tem*

*alguma influência na Ciência? A Ciência é neutra?* trará discussões sobre poder, prestígio, aspiração pessoal e todos os campos sociais, econômicos, culturais que também influenciam e são influenciados pela Ciência, com ilustração pertinente da chamada *guerra das correntes*.

Retornarei aos Circuitos Elétricos, mostrando novamente a eles os circuitos trazidos para a aula. Discutirei com os alunos o processo pelo qual a Ciência investiga o mundo, através da discussão de modelos científicos. Apresentando aos alunos a figura de um chimpanzé (*Pan troglodytes schweinfurthi*), de um manequim e de uma pintura humana, perguntarei qual o melhor modelo para um ser humano real. Após essa discussão, mostrarei que o mesmo processo de representação será feito com os Circuitos Elétricos, que para nós sua representação esquemática será suficiente para descrever aqueles elementos reais que pudemos ver, e também para responder às questões propostas anteriormente.

*Fechamento (15min.):*

Finalizarei a aula mostrando aos alunos como os circuitos elétricos podem ser representados, mostrando a representação de diversos elementos de um circuito. Mostrarei algumas características de como a corrente elétrica percorrerá os circuitos elétricos que estudaremos: os fios não oferecem qualquer dificuldade à passagem da corrente elétrica, a corrente elétrica é conservada ao longo do circuito elétrico e a diferenciação entre corrente real e corrente convencional. Darei destaque para a fonte de tensão do Circuito Elétrico, por ser o elemento que estudaremos mais atentamente na próxima aula.

*Recursos:*

Esta aula necessitará de uma apresentação de *slides* e, portanto, também necessitará de um projetor multimídia e de um computador. Para a problematização, será necessário um Disco Rígido de um computador e um carregador de celular com circuitos expostos, e para a discussão das metodologias utilizadas em sala, um conjunto de cartelas Plickers<sup>®</sup>.

### **5.1.2. Relato de Regência**

Cheguei à escola trinta minutos antes do início da aula, de modo que pudesse deixar tudo pronto para o início da regência. Busquei a chave para o acesso à sala 306 – a sala de vídeo – conseguindo-a após alguns contratempos. Ao abrir a sala, arrumei as cadeiras e liguei o computador e o projetor, deixando na projeção a apresentação, cujos principais *slides* estão contidos no Apêndice E. Os materiais a serem mostrados aos alunos e os cartões de votação para o teste de *Peer Instruction* foram deixados no interior de uma caixa, colocada sobre a mesa da frente. Após deixar

tudo pronto fui à sala da turma, a fim de avisá-los que a aula aconteceria na sala de vídeo. Minha primeira interação com a turma foi na sala 301 – a sala da turma – pouco antes do início do terceiro período. A turma estava bem agitada. Tive receio de interromper a professora, mas, assim que me deu a palavra, cumprimentei a turma e avisei que nossa aula seria na sala de vídeo. Os alunos perguntaram qual o material seria necessário ser levado, e respondi que poderia levar aquilo que desejassem, e que o que não precisassem seria deixado fechado na sala. Dirigi-me à sala de vídeo, enquanto alguns dos alunos me acompanhavam. Na sala encontrei a professora Susana, que me pediu para observar o primeiro período com a turma. Os alunos, pouco a pouco, entraram na sala de vídeo e ocupavam os lugares disponíveis.

À frente da turma, cumprimentei a todos novamente. Iniciei apresentando-me como estagiário da turma durante o terceiro trimestre. Apesar de já ser conhecido da turma, do período de observações e monitoria, disse meu nome, o curso de graduação que cursava e a disciplina à qual meu estágio se associava. Apresentei o tempo que estarei à frente da turma e meu *e-mail* para contato. Comentei sobre o fato de que, sendo professor estagiário, serei visitado pelo meu professor orientador, embora eles não devessem se preocupar com esse fato. Continuei mencionando que neste trimestre daríamos continuidade ao conteúdo, trabalhando com Circuitos Elétricos.

Separei para os alunos três pontos para tratarmos durante a aula: o conteúdo a ser trabalhado; o modo com se dará nossas atividades em sala de aula; e uma *discussão necessária* sobre como abordaremos os Circuitos Elétricos. Sem que explicasse o que são Circuitos Elétricos, comentei que vivemos rodeados deles. Mostrei aos alunos um carregador de celular aberto e um elemento de aquecimento de um chuveiro, evidenciando os Circuitos Elétricos envolvidos, deixando com que passassem os objetos entre si. Enfim, descrevi os Circuitos Elétricos como sendo um conjunto de dispositivos conectados por materiais condutores, que são alimentados por energia elétrica. Ilustrei o conceito com uma placa controladora de um HD, comentando sobre os Circuitos Elétricos nesse dispositivo eletrônico. Perguntei onde mais poderíamos ter Circuitos Elétricos. Os alunos se mostraram tímidos, mas após insistir uma vez, um deles apontou para o projetor de *slides* e uma aluna comentou sobre a rede elétrica da sala. Após confirmar as respostas, comentei que estudá-los seria interessante e nos ajudaria a refletir sobre situações que, de tão presentes no nosso cotidiano, chegam a passar despercebidas. Assim, comentei que responderíamos: como é possível o funcionamento de eletrodomésticos? Por que, ao queimar uma das lâmpadas de natal, outras também não acendem? Como funcionam as pilhas e as baterias? Por que elas fazem funcionar circuitos elétricos? Como os pássaros podem encostar nos fios de alta tensão sem ser eletrocutados? Por que é perigoso realizar gatos na rede de distribuição de energia elétrica? Por que não morremos eletrocutados enquanto tomamos banho? O que diferencia um material isolante de um condutor? Por que os fusíveis são tão úteis em nosso cotidiano? Perguntei aos alunos se haveria alguma dúvida

acerca dos conteúdos da Unidade de Ensino, mas, talvez por nervosismo, não dei tempo suficiente para que pudessem formular alguma questão e segui adiante com a apresentação.

Continuei com o segundo tópico da aula: como trabalharíamos durante a Unidade de Ensino. Afirmei que tudo aquilo que faríamos se tratará de uma consequência de tudo o que já vivemos juntos durante o período de observação e monitoria, que eu os escolhi pelo grande potencial que via neles, e que há muito tempo tenho me esforçado para realizar o melhor para cada um. Salientei, lembrando dos questionários respondidos no início do semestre, que também os *ouvi* através da leitura das suas respostas, opiniões sinceras e necessidades. Comentei sobre as disciplinas favoritas (Ciências Humanas e Biologia) e menos favoritas (Ciências Naturais e Matemática) dos alunos, comentando Ciência é atividade humana, diferenciando-se em Ciências Humanas e Naturais pelo seu objeto de estudo e métodos utilizados, e que mesmo a Física possui muito das outras disciplinas em si.

Como solução às respostas majoritariamente negativas à pergunta “Você gosta de Física?” propus darem um voto de confiança para que sejam reapresentados à disciplina. Ressaltei a importância de apresentarem as suas dúvidas, em todos os momentos que acharem necessário. Comentei que tentarei tornar mas simples a relação com a Física e que, para isso, buscarei realizar uma diversidade de metodologias: exposição dialogada, exercícios conjuntos, demonstrações experimentais e o uso de métodos ativos, nos quais terão maior protagonismo na própria aprendizagem. Expliquei os métodos ativos utilizados – o Método *Predizer, Observar e Explicar*<sup>22</sup> e o método *Instrução pelos Colegas*, salientando neste último a possibilidade de aprender com os colegas. Logo depois, apresentei para os alunos os cartões de votação e expliquei seu funcionamento, distribuindo-os entre os alunos. Realizei com eles um teste da metodologia *Peer Instruction*, que aparentemente agradou muito aos alunos. Após o teste, reforcei a ideia da necessidade de um compromisso mútuo para que as nossas aulas sejam produtivas e acrescentem algo na vida de todos. Dei destaque ao caráter conceitual que será priorizado e ao uso de demonstrações experimentais a serem realizadas em sala de aula. Quanto ao uso de matemática, baixando o tom de voz, brinquei com os alunos dizendo que não poderia ser escutado dizendo o que diria, mas que “Física não é Matemática”. Os alunos efervesceram após a declaração, mas pedi que se acalmassem. Após voltarem a atenção para mim, disse que a Matemática é uma ferramenta utilizada pela Física e que por isso ressignificaríamos o seu uso, não sendo ela um fim em si. Comentei que *pegaríamos leve* no uso da notação científica, e que priorizaríamos a compreensão de relações entre as grandezas físicas. Comentei que, na medida do possível, iríamos nos aproximar do

---

<sup>22</sup> O Método P.O.E., embora originalmente planejado para a Unidade de Ensino, acabou não sendo utilizado nas aulas e, por isso, não foi incluído nas descrições de Referenciais Metodológicos. Para maiores informações acerca do método, consultar o trabalho de Moreira *et al* (2011).

cotidiano durante o estudo. Ao finalizar esse segundo tópico da aula, comentei sobre as avaliações: a Lista de Exercícios que seria realizada ao longo da Unidade de Ensino, a participação dos alunos e a Prova Trimestral. Muitos alunos tiraram fotos das datas das avaliações. Perguntei aos alunos quais as suas dúvidas, deixando um tempo para pensarem, mas não houve nenhuma a ser respondida. Mesmo faltando dez minutos para o fim do período, liberei os alunos para o recreio, avisando para retornarem para a sala de vídeo no segundo período.

Após o recreio, os alunos se demoraram em retornar à sala. Essas atitudes aparentemente são normais no colégio, tanto por alunos quanto por professores. Quando um *quorum* mínimo foi satisfeito, dei prosseguimento à aula. Durante o período, realizamos uma discussão, orientada por perguntas, sobre a Natureza da Ciência. Comecei perguntando se algum deles já escutou a expressão *comprovado cientificamente* e onde foi escutada. Os alunos afirmaram já ter escutado, em diferentes contextos como jornais e *correntes* de aplicativos de troca de mensagens. Perguntei o que consideravam que significava a expressão: as respostas foram as mais diversas, sempre voltando para a ideia de que “a Ciência provava algo”. Comentei que a Ciência busca explicar as coisas, mas que nunca consegue provar algo como verdadeiro, embora possa juntar fatos que corroborem alguma teoria. Comentei que essa expressão mostra um pouco de como a Ciência tem prestígio em nossa sociedade, como associar-se a ela concede certa autoridade. E que muitas vezes isso é utilizado de maneira duvidosa, exemplificando com os casos do *pincel atômico* (ao que os alunos comentaram que todos os pinceis tem átomos), da água comprovada cientificamente que reduz o apetite (ao qual os lembrou do *efeito placebo*) e da técnica de perda de timidez comprovada cientificamente. Por volta desse momento, um dos alunos entrou na sala cantando música em voz alta – e solicitei para que se contivesse e se sentasse a fim de participar das discussões, e para espanto dos colegas ele obedeceu.

Perguntei se existe alguma diferença entre o conhecimento da nossa experiência cotidiana e o conhecimento científico. Após explicar melhor a pergunta, a pedido dos alunos, um dos alunos respondeu que o conhecimento científico era melhor do que o cotidiano. Perguntei se todos concordavam, e como uns discordavam, disse que realmente não havia como elencar uma escala de valores entre esses conhecimentos de modo simples, mas que eles eram sim diferentes – apresentei posteriormente quatro características do conhecimento científico como sendo consistente, útil, hipotético e provisório e evoluindo no tempo. Comentei com os alunos sobre como seria estudar eletricidade duzentos anos atrás, afirmando que o elétron ainda não havia sido encontrado ou mesmo teorizado nessa época.

Continuamos a discutir sobre quem fazia a Ciência. As falas dos alunos revelavam uma distância entre si e os cientista, à qual respondi que todos temos a possibilidade de buscar ser um cientista, desde que nos esforcemos na busca de uma profissionalização em uma área de pesquisa

científica. Conversamos sobre as características de um bom cientista e conseguimos elencar um equilíbrio entre traços mais *firmes* (como organização, precisão e objetividade) e *sensíveis* (criatividade, imaginação e persistência) dos cientistas, à qual complementei alertando sobre o perigo de idealizar um cientista que não seja humano e que tenha todas as qualidades possíveis. Continuei perguntando se os alunos achavam que havia um método infalível e único de obter conhecimentos científicos, e surpreendentemente muitos responderam que não, que achavam que havia muitos modos de fazer Ciência – posição que corroborei mas também alertando para o fato de que nem tudo é Ciência, de que deve ser reconhecido por toda uma comunidade de pesquisadores que aquele fato é científico. Nossa conversa continuou com o assunto da influência da Sociedade sobre a Ciência: parte dos alunos achava que não deveria haver influência, enquanto uma parte disse haver sim, e que deveria ser uma influência mútua. Corroborando esse pensamento, disse que a Ciência é feita com influência econômicas, sociais, religiosas, culturais, e que também influencia todos estes campos. Um aluno, Gustavo, discordou – perguntando se não se descobririam os conhecimentos científicos, já que “eles estariam lá”. A turma tinha se dispersado por uns momentos, e chamei a atenção de todos para a pergunta do aluno. Como ele havia utilizado o exemplo da gravidade, respondi que se pode considerar que ela está lá, mas que a Ciência se preocupa em criar formas de explicá-la, que podem ser diferentes como a “*força gravitacional*” ou a “*curvatura do espaço-tempo*”. Com o ganho da construção dos conhecimentos científicos e das disputas que os marcaram, expliquei sobre a Guerra das Correntes entre os físicos sérvio-estadunidense Nikola Tesla e o estadunidense Thomas Edison.

Finalizei a discussão com o modo como poderíamos estudar um fenômeno e, em especial, os Circuitos Elétricos. Ilustrei explicando que seria análogo ao aprender a cozinhar ou a tocar violão: a partir da simplicidade. Apresentei um Circuito Elétrico simples – lembrando a definição indicando os dispositivos, os fios condutores e a fonte de energia – e comentei que trabalharemos com representações desses Circuitos Elétricos, tratando-os como *modelos científicos*, ou seja, como simplificações da realidade. Apresentando a imagem de um chimpanzé, de um manequim e de um álbum de fotos de família, perguntei qual deles seria um melhor modelo para o ser humano. Após divergências entre as respostas, expliquei que é preciso pensar qual a finalidade do modelo: para pesquisar uma vacina, o melhor seria um chimpanzé; para produzir um vestido, o melhor seria um manequim; para fazer uma pintura, o melhor seria uma foto de uma pessoa. Comentei que, da mesma forma, poderíamos trabalhar com desenhos do circuito, mas que para nós as características dos elementos eram maior importância do que a sua representação gráfica detalhada. Apresentei o conjunto de convenções que utilizaremos para as aulas, comentando que enviaria os *slides* para cada um afim de que pudessem ter esse material. Representando o Circuito Elétrico simples com a representação convencional, passei a estudar a corrente elétrica que circula no Circuito Elétrico

quando a chave é fechada. Não me dando conta do horário, continuei explicando até ouvir o sinal indicando o término do período. Os alunos me lembraram de realizar a chamada, que com um pouco de inabilidade fiz apressadamente.

Minha primeira reflexão, feita logo após o último aluno deixar a sala de vídeo, foi a de que é muito difícil e muito instigante estar à frente de uma sala de aula como professor. Surpreendi-me com a disponibilidade dos alunos ao que foi solicitado, e em especial com o seu engajamento na discussão acerca da Natureza da Ciência e sua animação acerca do uso de uma nova metodologia em sala de aula e da realização de demonstrações experimentais.

Apesar do nervosismo característico e de certa inabilidade em algumas das práticas docentes – como a realização da chamada, lidar com as dificuldades características da precarização da escola pública, chamar a atenção dos alunos dispersos ou que causam dispersão em sala, desenvolver um equilíbrio entre os ritmos de trabalho dos alunos e o meu, a percepção e aproveitamento de vínculos entre as falas dos alunos e o conteúdo e decidir qual parte do conteúdo programado deixar para a próxima aula – sinto que realizei, junto com os alunos, um bom trabalho em sala.

Se eu pudesse escolher uma única discussão para que os alunos pudessem levar para a vida toda, seria a discussão que ocorreu nessa aula acerca da Natureza da Ciência e de Modelos Científicos. De início, os alunos estranharam a necessidade de debater ou dialogar em uma aula de Física. Como havia dito a eles, parte da Física que abordaríamos é relacionada à Filosofia. Ainda assim, muitos se interessaram em discutir sobre aquelas expressões utilizadas no dia a dia ou sobre qual seria mesmo a diferença entre um conhecimento científico e um conhecimento da experiência cotidiana – ou mesmo no interesse demonstrado por alguns dos alunos em carreiras científicas, que foi totalmente inesperado de minha parte. Creio que esse momento tenha oportunizado aos alunos uma nova perspectiva da Ciência e da Física – mais humana, marcada por aspectos sociais e culturais e, sobretudo, mais presente nas suas vidas.

## **5.2. Aula 2**

Data: 22/10/2018

Horário: 09h10min às 11h05min (duas horas-aula, com recreio de 15min).

Assunto da Aula: Fontes de Tensão Elétrica.

Quantidade de Alunos Presentes: 15 alunos.

Local: Sala de Aula da Turma – Sala 301.

### 5.2.1. Plano de Aula<sup>23</sup>

#### *Objetivos de ensino:*

- Apresentar aos alunos um vídeo sobre o mundo sem energia elétrica, a fim de discutir sua importância em nossas vidas.
- Revisar aspectos do conceito de corrente elétrica, estabelecendo sua ligação com o conceito de diferença de potencial
- Explicar o funcionamento das Fontes de Tensão Elétrica, com exemplos a partir de pilhas e tomadas.
- Fazer uma demonstração a respeito de uma pilha de Daniel para discutir o processo de manutenção da diferença de potencial elétrico entre polos.
- Apresentar aos alunos o *multímetro* em suas funções como *voltímetro* e *amperímetro*.

#### *Atividade Inicial (15min.):*

Iniciarei a aula lembrando com os alunos a definição de Circuitos Elétricos como *conjunto de dispositivos elétricos conectados entre si por materiais condutores e ligados a uma fonte de energia elétrica*, ilustrando com um circuito elétrico real. Distribuirei aos alunos uma tabela contendo as convencionais representações de elementos dos circuitos elétricos, conforme prometido na aula passada. Relembrarei das características da corrente elétrica que percorre o circuito elétrico quando fechado, que foi brevemente comentado na última aula. Restringirei nosso estudo da aula aos elementos que fornecem energia elétrica para o circuito elétrico, chamadas *fontes de tensão elétrica*.

#### *Desenvolvimento (1h10min.):*

Apresentarei um vídeo<sup>24</sup> aos alunos, contendo uma imagem do mundo sem energia elétrica. Perguntarei para os alunos explicarem o que acabaram de assistir. Comentando sobre a importância da eletricidade em nossa vida, perguntarei onde ela se encontra na vida de cada um, e como ela é utilizada. Com base nas afirmações, relembrarei que todos eles são circuitos elétricos, e de modo simplificado nosso estudo ajuda a entender o funcionamento de todos esses dispositivos.

Perguntarei para os alunos o que faz os diferentes eletrodomésticos funcionarem. Dependendo das respostas dos alunos, comentarei que, como no circuito elétrico, eles funcionam

<sup>23</sup> Em sua segunda versão, de modo a dar conta dos conteúdos programados, mas não abordados na aula anterior.

<sup>24</sup> “Como seria o mundo sem eletricidade?”. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=Mp0XdD4j83I>>. Acesso em nov. 2018. Por falha, o link foi omitido no texto do plano de aula.

quando estão “fechados” e uma corrente elétrica os percorre. Falarei então que, para que uma corrente elétrica percorra um circuito, é preciso estabelecer entre as extremidades dele uma diferença de potencial elétrico  $\Delta V$ , também chamada de voltagem ou de tensão elétrica, lembrando o conceito como sendo *a quantidade de energia que um campo elétrico precisa fornecer a um portador de carga para movê-lo entre dois pontos, por unidade de carga que possui*. Fazendo referência ao vídeo, pedirei para que os alunos digam qual equipamento ou dispositivo é capaz de estabelecer, nos diferentes equipamentos, a diferença de potencial necessária para que funcionem. Comentarei que são as diferentes *fontes de tensão elétrica*. Distinguirei fontes de tensão alternada e de tensão contínua, tomando como exemplo base para trabalhar com elas as tomadas e as pilhas e baterias. Por fim, apresentarei as tomadas, identificadas com tensões 110V/220V, como fontes de tensão alternada, estabelecendo no circuito elétrico uma corrente alternada.

Lembrando que as tomadas não são as únicas fontes de diferença de potencial elétrico em um circuito, trabalharei com as pilhas. Apresentarei o *multímetro* e explicarei seu funcionamento como *voltímetro* e *amperímetro*, a fim de verificar o estabelecimento de uma diferença de potencial entre dois pontos do circuito e a corrente elétrica que passa em um ponto do circuito elétrico. Continuarei a mostrar o funcionamento de uma pilha com o uso da história do desenvolvimento da pilha de Volta, mostrando um pouco do seu funcionamento. Farei a demonstração de uma pilha de Daniel utilizando limões, comentando o que acontece no interior das pilhas. Após ter mostrado como as cargas são acumuladas nas extremidades (polos) da pilha, mostrarei como esse elemento aparecerá num circuito elétrico simples, mostrando a representação esquemática da realidade, base da modelagem científica, como uma ferramenta poderosa: podemos representar todos os tipos de pilhas com apenas a diferença de potencial elétrico que são capazes de manter entre suas extremidades.

Mostrarei aos alunos que, ao ser conectado em um circuito elétrico, a fonte de tensão estabelece nele uma diferença de potencial elétrico igual à de suas extremidades – pois a diferença de potencial elétrico, por definição, não depende do caminho. Contrastando com a conservação de corrente elétrica, mostrarei que a diferença de potencial elétrico sofre quedas ao longo do circuito elétrico, quando passa por algum elemento do circuito elétrico. Para ilustrar, mostrarei um circuito elétrico com três lâmpadas, fazendo com eles um gráfico de diferença de potencial em relação à posição no circuito.

*Fechamento (10min.):*

Ao final, distribuirei aos alunos uma lista de exercícios que será avaliada, para ser entregue no dia da prova. Comentarei que as questões da prova serão coerentes com os exercícios da lista.

*Recursos:*

Será necessário imprimir a Lista de Exercícios e a tabela de representações convencionais dos elementos de um circuito elétrico, para ser entregue aos alunos. Para a revisão sobre circuitos, será necessário um circuito elétrico contendo uma lâmpada, fios e uma pilha. Para a apresentação do vídeo inicial, será necessário o uso de um computador, ou de um celular. Para a demonstração de uma pilha de limão, utilizarei uma moeda de cobre, um prego zincado, um diodo e um limão, bem como fios com extremidades do tipo “jacaré”.

### 5.2.2. Relato de Regência

Quando o sinal para o início do terceiro período soou, entrei na sala de aula, cumprimentando a turma. Enquanto os alunos conversavam calmamente, retirei da mochila os materiais que utilizaria em sala, a chamada e meu *notebook* – ligando-o e deixando pronto o vídeo para ser assistido em sala de aula. Escrevi no quadro-branco a data, meu nome e o tema da aula. Assumi a posição na frente da turma e, tomando a atenção da turma para mim, iniciei a fala sobre o conteúdo. Perguntei sobre o tema da nossa Unidade de Ensino, mas não tive respostas. Novamente apresentei o tema de circuitos elétricos, com a definição escolhida como *conjunto de dispositivos elétricos, ligados por condutores, que funcionam com a utilização de energia elétrica*. Apresentei aos alunos o circuito elétrico simples que utilizei como exemplo durante toda a aula: uma lâmpada pequena, com funcionamento apropriado para 2,2V, ligada a fios com conector de pino do tipo *banana*, e uma pilha de 1,2V. Mostrei como a definição utilizada dá conta do circuito elétrico simples que tinha em mãos, e ao fechá-lo, mostrei como ele funcionava com energia elétrica. Ao ligar o circuito elétrico, e poder ser visto o brilho da lâmpada, a turma demonstrou um maior interesse na aula. Escrevi no quadro-branco a definição escolhida, e vi que alguns alunos começaram a copiar.

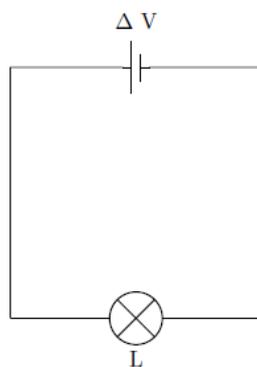


Figura 5 - Esquemática de um Circuito Elétrico Simples, utilizada nas aulas 2, 3 e 5. Todos os circuitos elétricos esquemáticos mostrados nesse trabalho foram construídos com o editor online *Overleaf*.

Expliquei que o circuito elétrico era percorrido por uma corrente elétrica e que, por isso, funcionava. Uma aluna apontou que o brilho da lâmpada acontecia por que os elétrons da pilha chegavam a ela, e a faziam funcionar. Comentei que essa visão não era a mais correta e, para explicar, liguei e desliguei as lâmpadas da sala de aula, comentando sobre a instantaneidade do funcionamento do equipamento elétrico, embora o deslocamento dos elétrons fosse muito mais lento. Com o auxílio do circuito elétrico, expliquei que todos os elétrons disponíveis para a condução da corrente elétrica – os mais afastados dos átomos – de todo o fio se moveriam para formar a corrente elétrica, e que esse movimento seria análogo a uma mangueira cheia de água ao ser ligada em uma torneira. Relembrei que, depois da discussão sobre a Natureza da Ciência, vimos que o conhecimento científico tem caráter representacional, provisório e como construção humana, construída através do processo de Modelagem Científica – e que uma consequência disso é o uso de representações esquemáticas para nosso estudo dos Circuitos Elétricos. Distribuí aos alunos a tabela de representações convencionais dos elementos de um circuito elétrico, contida no Apêndice D. Uma das alunas, Nicole, perguntou se a representação dos resistores se relacionava com as formas de batimentos cardíacos observados em eletrocardiogramas, e se o coração seria uma fonte de energia elétrica para o corpo humano, e respondi que a representação não se relacionava, sendo diferente em outros sistemas de representação, e que pesquisaria para a próxima aula responder sobre a questão do coração. Após isso, representei o circuito simples que utilizei de exemplo para a aula, fazendo a ligação entre os elementos reais e as suas representações, como na figura 5. Finalizei essa exposição inicial escolhendo o tema da aula: ao invés de trabalhar com todo o circuito elétrico, vamos nos focar em entender um desses elementos – a fonte de tensão elétrica.

Disse à turma que queria mostrar um vídeo sobre o mundo sem energia elétrica e que precisaria que todos se aproximassem para poder visualizá-lo no *notebook*. A turma demonstrou certo receio a se deslocar para visualizar o vídeo, mas fui firme e insisti para que viessem. Quando grande parte da turma se aproximou, iniciei o vídeo dizendo para prestarem atenção ao que fosse estranho nele. Foi muito interessante assistir às reações dos alunos – as expressões de curiosidade, de estranheza com os motores nos aparelhos elétricos, risos das situações mais engraçadas e o espanto de perceber que se tratava de um comercial de carros elétricos. Após fechar o vídeo e guardar o *notebook*, perguntei aos alunos o que haviam visto no vídeo – estes comentaram sobre o mundo sem energia elétrica e sobre as situações estranhas do vídeo. Comentei como nos acostumamos ao fato de utilizarmos energia elétrica em diversos dispositivos e em como muitas vezes não nos questionamos sobre a como podemos ter equipamentos capazes de fornecer energia elétrica a esses dispositivos. Com o uso do circuito elétrico simples, mas sem a pilha, pedi para que uma das alunas tentasse fechar o circuito e visse se conseguiria fazer o circuito elétrico funcionar. Após a tentativa, e a intervenção de alguns alunos de que faltava a pilha, questionei-os sobre como

poderíamos dar energia elétrica aos diferentes aparelhos que vimos no vídeo. As respostas apontaram para o uso de pilhas, baterias e tomadas. Perguntei o que seria necessário para fazer com que o circuito elétrico fosse percorrido por uma corrente elétrica e, após o esperado silêncio, comentei que seria necessário estabelecer uma diferença de potencial elétrico. Perguntei se já haviam visto o conceito alguma vez com a professora Susana, e a resposta foi negativa. Iniciei a explicação do conceito através da analogia com a massa: falei que gostaria de empurrar uma cadeira ao longo da sala, e depois empurrar duas cadeiras, e depois empurrar uma cadeira com um elefante em cima dela. Depois de rir da situação pensada, perguntei qual movimento eu precisaria de mais energia para realizar, e as repostas foram de que seria para movimentar a cadeira com o elefante. Comentei que isso se dava ao fato de a grandeza física massa ser maior nesse caso e que mesma coisa acontecia com a carga elétrica no circuito elétrico, deixando claro que se desejo que exista uma corrente elétrica, vou precisar fornecer energia para os portadores de carga (os elétrons, no caso) se movam entre dois pontos do meu circuito elétrico. Escrevendo no quadro-branco as letras  $\Delta E$  (representando a energia) e  $Q$  (representando a carga), sob a forma de fração, comentei que se precisar mover o dobro de cargas, precisarei do dobro de energia. Após repetir o processo com diferentes valores, comentei que a fração  $\Delta E/Q$  é constante, e que ganha o nome de diferença de potencial elétrico. Escrevi, logo abaixo, a definição de diferença de potencial elétrico como *sendo a energia necessária para que os portadores de carga se movam entre dois pontos do circuito elétrico, pela unidade de carga elétrica*, expressando-a de modo

$$\Delta V = \frac{\Delta E}{Q}, \quad (3)$$

onde, conforme expliquei,  $\Delta V$  representa a diferença de potencial elétrico entre dois pontos, e  $\Delta E$  representa a energia para mover uma quantidade de carga  $Q$  entre esses dois pontos.

Os alunos continuaram com dificuldade de compreender o conceito, e optei por avançar para a discussão da unidade de medida, que já haviam ouvido falar no dia a dia e que poderia ser útil para dar significado físico ao conceito. Comentei que as grandezas físicas geralmente são caracterizadas por unidades de medidas. Escrevendo em notação de colchetes, e indicando que representavam *a unidade de medida de*, lembrei as unidades de medida de energia (joule) e de carga elétrica (coulomb), e que poderíamos escrever a unidade de medida de diferença de potencial elétrico como joule por coulomb, que ganha o nome de volt. O nome da unidade fez com que os alunos ligassem o conceito com as tomadas, de 127V e 220V, e também mostrei a eles que as pilhas também tinha essa característica. Os alunos perguntaram por que alguns aparelhos tinha em suas descrições indicações de valores em volts, e respondi que isso indicava qual a tensão necessária

para a melhor utilização desses aparelhos. Reforcei que estabelecer uma diferença de potencial elétrico num circuito elétrico significava fornecer energia elétrica. Comentei que, quanto maior fosse a diferença de potencial elétrico, maior seria a intensidade da corrente elétrica que percorreria o circuito elétrico, e os alunos comentaram que essa é a causa de queimas de aparelhos fabricados para a utilização em 127V quando colocados em tomadas de 220V. Por isso, comentei que a corrente elétrica é proporcional à diferença de potencial elétrico, escrevendo  $\Delta V \propto i$ . Depois de comentar sobre o símbolo de proporção, diferenciei a ideia de proporcionalidade da ideia de igualdade. Comentei que, para que os circuitos elétricos continuassem a funcionar, seria preciso estabelecer continuamente uma diferença de potencial elétrico entre dois pontos do circuito, e que essa seria a função das pilhas, baterias e tomadas, que seriam as fontes de tensão elétrica. Escrevi no quadro-branco a definição desses como *dispositivos cuja função é estabelecer uma diferença de potencial elétrico entre dois pontos do circuito elétrico, fornecendo assim energia elétrica para seu funcionamento*. Ao terminar de escrever, verifiquei que faltavam cinco minutos para o recreio, e realizei a chamada dos alunos.

O retorno do recreio foi lento, como os alunos já alertaram. Depois de cinco minutos do início do período, fechei a porta e iniciei a explicação, mesmo com parte da turma ainda fora da sala de aula. Estes chegaram minutos depois, pedindo licença para entrar. Relembrei as ideias principais apresentadas no período anterior: a necessidade de energia elétrica para fazer com que uma corrente elétrica percorra os circuitos elétricos, fazendo-os funcionar, e de que para fornecer essa energia é preciso estabelecer uma diferença de potencial elétrico entre dois pontos do circuito elétrico, fornecida por uma fonte de tensão elétrica. Relembrei os exemplos de fontes de tensão elétrica, e as diferenciei entre fontes de tensão contínua (como a pilha) e alternada (como a tomada), ligando-as aos conhecimentos sobre corrente elétrica contínua e alternada, trabalhados pela professora Susana. Delimitei, por simplicidade, o estudo sobre as fontes de tensão contínua.

Desenhando uma pilha comum no quadro-branco, expliquei que a diferença de potencial elétrico presente nela se devia ao desequilíbrio de cargas elétricas em seu interior. Um dos alunos perguntou como seria possível separar as cargas no interior das pilhas, e respondi que esse seria nosso próximo questionamento, e que envolveria a construção de uma pilha. Perguntei aos alunos quando eles achavam que a primeira pilha foi criada – embora não tivesse respondido, quando respondi que a primeira pilha a efetivamente funcionar foi criada em 1800 pude perceber certo espanto. Expliquei que foi criada por Alessandro Volta, na Itália, e em sua homenagem a unidade de medida de diferença de potencial elétrico é o volt. Mostrando uma pilha comum, disse que a pilha voltaica era maior e não continha os mesmos elementos - que eram compostas de grandes discos de zinco, de feltro embebido de ácidos e de cobre, alternados seguindo essa ordem. Comentei que, embora fosse bem diferente, o princípio de funcionamento da pilha de Volta é muito similar ao

das pilhas de hoje em dia. Desenhando os discos no quadro-branco, com canetas de cores diferentes, expliquei que ao entrar em contato, o ácido reagia com os materiais dos diferentes discos, proporcionando reações químicas que transferiam os elétrons do cobre para o zinco. Após explicar aos alunos sobre as pilhas de Volta, perguntei aos alunos se realmente era possível estabelecer uma diferença de potencial elétrico entre dois metais utilizando um meio ácido. Nesse momento, a turma se eferveceu. Uma das meninas, no fundo da sala, disse em voz alta: “eu sei o que vamos fazer, sor!”, e após meu pedido para que contasse à turma, ela disse que faríamos uma pilha utilizando os limões (que seriam um meio ácido). Confirmei a respostas da aluna, dizendo que nosso objetivo seria na verdade ligar uma calculadora e realizar um cálculo nela. Mostrei a calculadora, dizendo que havia feito uma pequena adaptação, retirando suas pilhas e ligando fios às suas extremidades. Com o auxílio de uma pilha, liguei a calculadora conectando os fios aos polos da pilha. Concluí dizendo que antes, porém, teríamos que aprender a medir diferenças de potencial elétrico.

Mostrei para os alunos o multímetro, distribuindo alguns deles para que os alunos tocassem e vissem as funções. Expliquei que ele possuía funções de medida de tensão contínua, tensão alternada, e de corrente contínua e alternada. Escolhi com os alunos a função adequada de voltímetro e com a ajuda deles medi a diferença de potencial da pilha de 1,2V, e de outra pilha de 1,5V. Ao verem um sinal negativo, os alunos se questionaram sobre o que se tratava: respondi mostrando que quando a ponteira de entrada era posicionada em um ponto com maior quantidade de cargas positiva e a ponteira de saída num ponto maior quantidade de cargas negativas, o sinal indicado era positivo e, em caso contrário, o sinal era negativo. Mostrei que o voltímetro mediria a diferença de potencial elétrico entre dois pontos quaisquer, e com a ajuda dos alunos fechei o circuito elétrico simples do início da aula, de modo a medir a diferença de potencial elétrico entre as extremidades da pilha e compará-la com as da lâmpada. Como eram levemente diferentes, refleti com os alunos a característica das nossas idealizações nos circuitos elétricos, mostrando que os fios reais oferecem uma mínima dificuldade à passagem de corrente elétrica, mas que escolhemos desprezá-las no nosso estudo.

Após isso, mostrei aos alunos duas moedas de cobre e dois parafusos zincados. Com o auxílio de uma faca sem ponta cortei um limão e realizei uma pequena fenda na sua superfície, a fim de inserir a moeda de prata. Medi com os alunos a diferença de potencial elétrico entre uma moeda e um parafuso, sem estarem inseridos no limão, indicando no voltímetro 0V. Ao inserir os dois objetos no meio ácido, a medida foi de 0,98V. Pedi para uma aluna ligar a calculadora, o que não foi possível. Questionei se seria um problema na calculadora, ou na pilha. Após conferir, disse aos alunos que o problema seria na diferença de potencial elétrico, que seria capaz de criar uma corrente elétrica muito pequena para que fosse possível fazer funcionar a calculadora. Lembrando dos controles remotos de casa, juntei duas pilhas e pedi para que os alunos verificassem a diferença

de potencial: ela era a soma das diferenças de potencial de cada pilha. Com essa conclusão, um dos alunos disse que seria preciso fazer outra pilha de limão. Após montada, mostrei aos alunos os cabos com extremidades do tipo *jacaré*. Conectei o polo positivo de uma pilha com o negativo de outra, e um cabo em cada uma das outras extremidades. Ao ligá-las na calculadora, essa acendeu – e os alunos comemoraram. Pedi para um aluno realizar um cálculo, que foi realizado corretamente. Ao final, expliquei que nossa representação dava conta de todos os elementos de uma fonte de tensão, indicando que o traço maior se referia ao polo positivo.

No final do período, distribuí aos alunos as Listas de Exercício, contidas no Apêndice C. Expliquei que seriam resolvidos ao longo dos dias, para serem entregues no dia 26 de novembro, junto com a prova. Os alunos ficaram um pouco receosos quanto à lista, mas ignorei suas reclamações. Disse que a lista ajudaria no estudo como um todo, e que as respostas deveriam ser entregues em uma folha separada, apenas indicando o número da questão. Depois disso, encerrei a aula e passei a organizar meu material. O sinal soou enquanto guardava os equipamentos utilizados na demonstração.

Esse dia foi o primeiro em que estive à frente da sala de aula em que a turma costumava ter suas aulas. O quadro-branco, a classe do professor, a preferência dos alunos pelos lugares nos cantos da sala – todas essas coisas cotidianas da vida de professor foram para mim novidade a partir da perspectiva de professor, e lidar com a ocupação dos espaços em sala de aula foi um desafio adicional não previsto, mas que foi superado de certo modo. Além disso, percebi que algumas das minhas decisões pedagógicas foram falhas – como a suposição de que o conceito de potencial elétrico fosse um subsunçor adequado para ancorar o conceito de diferença de potencial elétrico – ora adequadas – como o reconhecimento diante dos alunos de que eu-professor não possuía todas as respostas às suas perguntas, e que poderia busca solucioná-las em outras oportunidades.

Para o objetivo do trabalho proposto, com o uso de epistemologia em sala de aula, essa aula contém uma das discussões mais interessantes acerca do uso de representações úteis para nossos conhecimentos. Os alunos apresentaram dificuldades em perceber que as representações convencionais para os circuitos elétricos se tratam, de fato, de convenções – escolhas pictóricas realizadas para simbolizar os objetos do circuito elétrico. Depois de nossas conversas em sala de aula, eles pareceram perceber melhor essa ideia – em especial devido ao acompanhamento do raciocínio com o uso apenas das representações convencionais para os circuitos elétricos. Desse modo, quanto à *aprendizagem representacional*, pude perceber um ligeiro progresso entre os alunos. Da mesma maneira, as idealizações presentes nos Circuitos Elétricos estudados foram de uma certa dificuldade de compreensão para os alunos, o que é compreensível. Parece-me adequado esperar essas dificuldades, considerando que o discurso vigente acerca do conhecimento científico tende a reforçar seu *status* enquanto representante da verdade.

Por fim, a tendência da turma percebida durante o período de observação e monitoria, de perder a ligação cognitiva com uma atividade após algum tempo, realizando foi novamente percebida nesta aula. O planejamento de atividades alternadas – exposição dialogada, vídeo, discussão e atividade de demonstração experimental – auxiliou os alunos a manter um engajamento ativo durante a aula. As atividades demonstrativas experimentais em sala de aula tiveram grande apelo para os alunos, embora tenha sido fácil perceber suas dificuldades em acompanhar o raciocínio dessas demonstrações, sendo necessário retornar aos pontos básicos em muitos momentos. Ainda assim, possibilitaram a integração da turma e o engajamento cognitivo de muitos alunos, em especial daqueles menos participativos em aula.

### 5.3. Aula 3

Data: 29/10/2018

Horário: 09h10min às 11h05min (duas horas-aula, com recreio de 15min).

Assunto da Aula: Resistores e Resistência Elétrica.

Quantidade de Alunos Presentes: 15 alunos no primeiro período e 10 alunos no segundo período.

Local: Sala de Aula da Turma – Sala 301.

#### 5.3.1. Plano de Aula<sup>25</sup>

*Objetivos de ensino:*

- Realizar uma atividade experimental envolvendo a medição e comparação da intensidade da corrente elétrica em circuitos elétricos com diferentes resistores.
- Realizar uma exposição sobre o conceito de resistência elétrica e sobre resistores elétricos e sua função em um circuito elétrico;
- Traçar gráficos do tipo  $i \times \Delta V$  para resistores ôhmicos e não-ôhmicos, comparando-os e destacar a diferença entre a definição de resistência e a linearidade dos regimes ôhmicos;
- Destacar os fatores que influenciam na resistência elétrica de um resistor com o auxílio de um circuito elétrico com diferentes resistores.

---

<sup>25</sup>Em sua segunda versão, de modo a dar conta dos conteúdos programados, mas não abordados, nas duas primeiras aulas.

*Atividade Inicial (15min.):*

Iniciarei a aula lembrando os conteúdos da aula anterior e os complementando com a independência do caminho associada à diferença de potencial elétrico. Ressaltarei que nesta aula iremos compreender um pouco melhor a relação entre a diferença de potencial elétrico e a corrente elétrica por ela gerada. Distribuirei aos alunos uma tabela contendo os efeitos fisiológicos da corrente elétrica no corpo humano, em comparação com a intensidade da corrente elétrica associada ao choque elétrico. Mostrarei uma imagem de um chuveiro elétrico e, apontando para a tensão que ele apresenta, perguntarei por que não falecemos tomando banho, já que a corrente poderia muito bem passar para a água com que nos banhamos.

*Desenvolvimento (1h20min.):*

Relembrarei que existe uma relação entre a corrente elétrica e a diferença de potencial elétrico. Realizarei uma atividade experimental envolvendo a comparação entre circuitos elétricos montados utilizando três resistores diferentes. Trarei o conceito de *resistência elétrica* como a dificuldade que, estabelecida uma diferença de potencial elétrico em um circuito, se tem para criar uma corrente elétrica.

$$R \equiv \frac{\Delta V}{i} . \quad (4)$$

Apresentarei a unidade de resistência elétrica – o ohm,  $\Omega$ . Direi que todos os materiais apresentam uma determinada resistência, sendo essa muito grande para os materiais isolantes e baixa para materiais condutores. Comentarei que, em nossas idealizações, as resistências de fontes de tensão e de fios foram desconsideradas, por não se compararem às resistências dos outros elementos do circuito elétrico – como as lâmpadas. Responderei à problematização inicial. Para finalizar a definição, comentarei a questão 9 da Lista de Exercícios.

Comentarei sobre os resistores – elementos com resistência considerável no circuito, comentando suas funções de controle de intensidade da corrente e de dissipação de energia. Comentarei mais uma vez que a corrente elétrica é conservada no circuito, sendo igual antes e depois do elemento resistivo. Falarei sobre os usos de resistores no cotidiano: chuveiros, fornos elétricos, secadores de cabelo, elementos de placas eletrônicas, etc.

Seguirei apresentando que, se a resistência de um material, mantido à temperatura constante, não se alterar enquanto uma corrente elétrica o percorrer, então teremos o chamado *regime ôhmico*. Traçarei com os alunos o gráfico do tipo  $i \times \Delta V$  de um resistor ôhmico. A seguir, comentarei sobre *resistores não-ôhmicos*, traçando o gráfico do tipo  $i \times \Delta V$  e comparando-o com o anterior.

A seguir, perguntarei quais fatores são responsáveis pela resistência elétrica de um resistor. Após as possibilidades serem elencadas, as usarei para definir a resistência em termos geométricos e de propriedades do material. Utilizando um circuito composto por três resistores (fios de cobre e de outro material, de diferentes diâmetros), realizarei outra atividade experimental buscando evidenciar as relações de proporcionalidade entre a resistência elétrica  $R$  e o comprimento  $L$ , a área de secção transversal  $A$  e do tipo do material do resistor. Apresentarei o conceito de *resistividade* ( $\rho$ ). Apresentarei a equação que representa os comportamentos observados

$$R = \rho \frac{L}{A}, \quad (5)$$

alertando para as principais idealizações presentes – a homogeneidade do resistor, a constância da secção transversal.

*Fechamento (5min.):*

Ao final da aula, recapitularei os pontos importantes do que foi trabalhado em aula nesse dia.

*Recursos:*

Será necessário o uso do quadro-branco e de canetas apropriadas. Serão necessários para a primeira atividade experimental resistores de três diferentes resistências, uma pilha de 1,5V, dois multímetros e fios para conexão. Será necessário um aparato formado por uma régua de madeira com fios nela fixados, – o fio 1, feito de liga de níquel-cromo, com 0,25mm de diâmetro da secção transversal; o fio 2, feito de liga de níquel-cromo, com 0,40mm de diâmetro da secção transversal; e o fio 3, feito de cobre, com 0,25mm de diâmetro da secção transversal - e um multímetro.

### **5.3.2. Relato de Regência**

Entrei em sala, mas a turma ainda não havia chegado do Laboratório de Informática. Algumas alunas de outras turmas se encontravam em sala, e após conversar com elas solicitei para que voltassem às suas salas. Os alunos chegavam pouco a pouco. Retirei os materiais que utilizaria durante a aula da mochila e os organizei sobre as classes mais próximas. Ao ver que o professor orientador estava presente para a visita, fui cumprimentá-lo e entreguei a ele a pasta do estágio. Após cerca de três minutos, grande parte dos alunos estavam presentes em sala, e iniciei a aula. Cumprimentei a turma, e senti que estavam agitados e um pouco insatisfeitos, possivelmente devido

ao resultado das eleições presidenciais anunciado no dia anterior. Um dos alunos vestia uma camiseta promovendo o presidente eleito. Pedindo para que os alunos olhassem para o fundo da sala, apresentei o professor orientador, brincando com os alunos para que “seguissem o combinado” de bom comportamento.

Dei continuidade perguntando aos alunos sobre os temas de estudo das últimas aulas, enquanto escrevia no quadro-branco a data, meu nome e o título da aula no quadro-branco. Após insistir com os alunos, eles responderam sobre os diversos assuntos abordados: “pilhas”, “circuitos elétricos”, “fontes de tensão”. Relembrei os significados desses termos e em seguida complementei o assunto da última aula, explicando sobre a diferença entre corrente real e corrente convencional e sobre a queda de tensão ocorrida nos dispositivos elétricos. Para dar conta de alguns conceitos não abordados nas aulas 1 e 2, através do desenho de um circuito elétrico simples como mostrado na figura 5 utilizada na aula anterior, expliquei que a diferença de potencial elétrico não depende do caminho entre dois pontos e que, ao retornar ao mesmo ponto do circuito elétrico, a diferença de potencial elétrico é nula. Os alunos pareceram não compreender, e por isso voltei a relacionar a diferença de potencial elétrico com a energia para gerar uma corrente elétrica, dizendo que a energia fornecida pela fonte de tensão elétrica seria utilizada pelos dispositivos elétricos.

Continuei dizendo que, naquela aula, estudaríamos melhor como a diferença de potencial elétrico e corrente elétrica se relacionariam em um circuito elétrico e que, para isso, problematizaria com o chuveiro elétrico. Comentei que o chuveiro elétrico foi criado no Brasil, na década de 1930 – alguns alunos perguntaram sobre como se esquentava água antes disso e se nos outros países se utilizam chuveiros elétricos, respondida por outros alunos mencionando os chuveiros a gás, respostas confirmadas por mim, alertando para a diferença entre as matrizes energéticas brasileira e a de outros países. Mostrando um elemento de aquecimento de um chuveiro – “uma resistência”, comentou um aluno, ao qual respondi “será que é mesmo de uma *resistência*” – expliquei que, para aquecer o banho, ele deve ser percorrido por uma corrente elétrica enquanto mergulhado na água, no interior do chuveiro. Distribuindo aos alunos a tabela de Efeitos Fisiológicos da Corrente Elétrica contida no Apêndice D, comentei que um choque, em tempo considerável, acima de 1A tinha como consequência muito provável a morte. Disse aos alunos que a corrente elétrica típica que percorre os elementos de aquecimento do chuveiro elétrico é de 10A a 25A. Perguntei, então, por que não morreríamos ao tomar banho. Durante a explicação, senti a necessidade de chamar a atenção dos alunos muitas vezes, em especial dos que conversavam ou dormiam em sala.

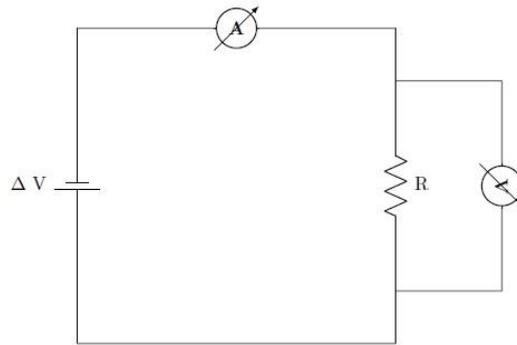


Figura 6 - Circuito Elétrico esquematizado na aula 3.

Disse que, para entender o problema e como ele se relacionava com a corrente elétrica e a diferença de potencial elétrico, iríamos realizar uma atividade experimental. Desenhei no quadro-branco o circuito elétrico que iríamos construir, mostrado na figura 6, e pedi para que me dissessem quais elementos estavam nele. Os alunos mencionaram “fonte de tensão”, “fios”, “amperímetro”, “voltímetro” e “resistor”, e complementei mostrando a função de cada um dos elementos. Mostrei aos alunos os resistores elétricos, distribuindo-os para que os pudessem visualizar. Disse que precisaria de ajuda de alguns deles, e alguns dos alunos se prontificaram em auxiliar.

Tabela 2 - Tabela, reproduzida no quadro-branco durante a atividade experimental.

Resistor	$i$ (mA)	$\Delta V$ (V)
1	2,4	1,5
2	5,0	1,5
3	15,0	1,5

Escrevi no quadro-branco uma tabela, conforme a tabela 2, relacionando as informações de corrente elétrica percorrendo três resistores e da diferença de potencial elétrico a eles aplicados, explicando que essas medidas seriam realizadas para cada resistor, de acordo com as informações fornecidas pelo amperímetro e pelo voltmímetro. Pedi para que os alunos me auxiliassem a montar o circuito elétrico e substituíssem os resistores para as posteriores medidas. Após conferir o circuito elétrico montado, pedi para que o fechassem. Anotei os resultados de cada medida na tabela, conforme mostrado na tabela 2. Agradei os alunos pela ajuda e pedi para que voltassem aos seus lugares.

Perguntei aos alunos quais informações se poderiam extrair dos resultados. Responderam que a corrente elétrica havia mudado, sem que mudasse a diferença de potencial. Confirmei a resposta, dizendo que se concluía que a corrente elétrica não era uma propriedade da fonte de tensão

elétrica, mas que dependia de todos os elementos do circuito elétrico. Disse que o resistor 1 oferecia maior dificuldade à passagem da corrente elétrica no circuito elétrico, mesmo sendo estabelecido nele a mesma diferença de potencial elétrico que nos outros. Complementei definindo o conceito de resistência elétrica, escrevendo no quadro-branco que se tratava da *grandeza associada à oposição à (ou dificuldade de) passagem de corrente elétrica quando estabelecida uma diferença de potencial elétrico* e escrevi a expressão da equação (4) que a expressa matematicamente no quadro-branco. Com o uso da equação, mostrei que a unidade de medida de resistência elétrica seria a unidade de medida da diferença de potencial (V, volt) dividida pela unidade de medida da corrente elétrica (A, ampère), resultando em uma nova unidade de medida, o ohm ( $\Omega$ ). Disse que esse é o motivo pelo qual não morremos durante o banho: a resistência elétrica oferecida pela água é muito grande, impedindo que uma corrente elétrica considerável passe através dela e chegue a nós.

Utilizando a equação, busquei mais uma vez relacionar os conceitos físicos, atentando para uma intuição da Física da situação – mas os alunos ainda pareceram não compreender totalmente. Voltando à tabela escrita no quadro-branco, movi as informações da coluna *resistores* para o lado esquerdo, adicionando uma coluna com título de *resistência elétrica*. Pedi para que os alunos calculassem os valores das resistências elétricas dos resistores, dividindo os valores de tensão pelos valores de corrente elétrica. Quando perceberam os valores de resistência elétrica maiores para os de menor corrente elétrica, alguns alunos exclamaram um “AH! Agora entendi!”. Continuei explicando as funções dos resistores no circuito elétrico como o de controle da corrente elétrica no circuito e o de uso da energia elétrica fornecida pelas fontes de tensão elétrica. Faltando cinco minutos para o recreio, decidi realizar a chamada com a turma. Durante o recreio, despedi-me do professor orientador, e fiquei na sala organizando os materiais para o segundo período, desenhando os eixos de dois gráficos de corrente elétrica por diferença de potencial elétrico e interagindo com os alunos que ficaram em sala e com alguns que entraram na sala vindos de outras turmas.

Quando iniciou o segundo período da aula, alguns alunos retornaram e solicitei para que os alunos de outras turmas voltassem para suas salas. Quando se passou cinco minutos do fim do recreio grande parte da turma não havia retornado à sala, mas ainda assim fechei a porta e continuei com o cronograma da aula. Expliquei que, além de desenvolver teorias e conceitos que auxiliem a compreender os fenômenos físicos, outra tarefa importante em Física é a representação da informação sobre esses fenômenos. Destaquei o papel dos gráficos como elementos que guardam grande quantidade de informação, presentes no cotidiano, e que na Física também são utilizados. Expliquei como analisar um gráfico, observando seus eixos, com as grandezas neles representadas, suas unidades e suas relações de dependência - o eixo das ordenadas, ou eixo y, possui valores dependentes dos valores do eixo das abscissas, ou eixo x. Mostrando um ponto no gráfico, disse que

ele representa a corrente elétrica correspondente que percorre um resistor quando aplicada uma diferença de potencial. Mostrei aos alunos uma dispersão de pontos, formando uma dependência linear entre as grandezas, e comentei que nesse caso a resistência elétrica não seria alterada, caracterizando um regime ôhmico. Adicionando mais duas linhas, de diferentes inclinações, mostrei aos alunos que o resistor representado pela distribuição linear de pontos com maior inclinação apresentava menor resistência, pois para uma mesma diferença de potencial estabelecida a corrente elétrica que o percorreria seria a maior. No outro gráfico, mostrei duas dispersões em que a resistência elétrica se alterava, diminuindo ou aumentando, conforme a diferença de potencial aumentava, caracterizando um regime não-ôhmico.

Após, perguntei para a turma como seria possível construir um resistor. Especifiquei a pergunta, relacionando-a aos fatores que influenciam na resistência elétrica de um resistor. Citei três fatores que poderiam influenciar: comprimento do resistor, área da seção transversal e o tipo do material. Desenhei no quadro-branco uma representação esquemática do resistor, destacando as características anteriormente citadas e as idealizações presentes, como a homogeneidade do material e a inexistência de imperfeições geométricas. Perguntei aos alunos como esses fatores influenciariam a resistência, e houve divergência de opiniões. Então, propus realizar outra atividade experimental, a qual necessitaria novamente da ajuda de todos. Após, mostrei o objeto que utilizaríamos para as medidas: uma régua, na qual foram fixados três fios – o fio 1, feito de liga de níquel-cromo, com 0,25mm de diâmetro da seção transversal; o fio 2, feito de liga de níquel-cromo, com 0,40mm de diâmetro da seção transversal; e o fio 3, feito de cobre, com 0,25mm de diâmetro da seção transversal. Pedindo para que os alunos se aproximassem, expliquei que realizaríamos as medidas para comparar as diferentes grandezas entre dois fios, buscando não mudar as outras grandezas. Assim, utilizaríamos o fio 1 para medir a resistência elétrica para diferentes comprimentos; os fios 1 e 2 para medir a resistência elétrica em diferentes valores de área de seção transversal, mas mantendo igual o comprimento do fio; e os fios 1 e 3, mantendo mesmo comprimento do fio, para comparar o efeito de diferentes materiais na resistência elétrica.

Com o auxílio do multímetro em função *ohmímetro*, solicitei aos alunos que colocassem um dos cabos com extremidades do tipo jacaré em um ponto, e ligassem o outro cabo num ponto do fio 1 a 10cm, sendo medido  $3,0\Omega$ . Ao dobrar e triplicar a distância, os valores de resistência dobraram e triplicaram. Mesmo sem que eu pedisse, os alunos se expressaram dizendo que a resistência elétrica é proporcional ao comprimento do resistor elétrico. Realizamos a segunda medida, comparando os valores anteriores com os medidos no fio 2. Os alunos disseram que, quando a área aumenta, a resistência elétrica diminui – complementei esse pensamento dizendo que se tratava de uma proporcionalidade inversa. Após, pedi que realizassem as medidas de resistência no fio 3. Os alunos encontraram dificuldades em obter medições de resistência elétrica, tendo apenas uma medida de

$0,01\Omega$  em todo o fio. Perguntei aos alunos por que o fio de cobre era diferente; eles souberam expressar uma resposta. Mostrei para os alunos que o valor que eles encontraram se tratava, na verdade, do erro de leitura do aparelho e que a resistência elétrica do cobre era tão pequena que não era possível medir com aquele instrumento. Concluí dizendo que o tipo de material influenciava diretamente na resistência, e que a isso se associava o conceito de *resistividade elétrica*. Escrevi no quadro-branco a definição de resistividade elétrica como a *grandeza associada à oposição à (ou dificuldade de) passagem de corrente elétrica, oferecida por um material específico, quando estabelecida uma diferença de potencial* e comentei que a unidade de medida de resistividade elétrica era o  $\Omega\cdot m$ . Escrevendo no quadro-branco as diferentes observações acerca das medidas realizadas, expliquei aos alunos que eles se relacionariam de acordo com a expressão da equação (5).

Ao olhar o horário, decidi não realizar o exercício que havia programado. Ao final do período, distribuí aos alunos que não possuíam a Lista de Exercício e novamente comentei sobre ela. Anotei no quadro-branco a data em que deveria ser entregue e, a pedidos de alunos, mostrei até que questão seria possível resolver no momento. Despedi-me dos alunos, desejando boa semana e avisando que a próxima aula seria na sala de vídeo.

A visita do professor orientador me auxiliou a perceber dois aspectos importantes das minhas próprias práticas. O primeiro e mais relevante deles é o da centralidade da minha atenção para o aluno, e não para o desempenho de uma *performance* em que todas as ideias são articuladas de maneira precisa e impessoal. Pude perceber esta orientação das minhas atitudes em sala de aula pelo fato de ter me esquecido da presença do professor assim que concluí sua apresentação para a turma, concentrando-me apenas nos alunos e em como estavam reagindo às atividades propostas. Antes do período de regência, meu receio era não conseguir ter essa sensibilidade com o aluno, e muito me alegro perceber que ele não se concretizou.

O segundo aspecto percebido nessa aula é que ainda preciso melhorar minhas práticas enquanto professor. O professor orientador, após as aulas, alertou-me ao fato de não ter dado atenção às perguntas dos alunos sentados no fundo da sala de aula – às quais de fato não escutei. Meu esforço para crescer como profissional, como educador, certamente envolverá melhorar a capacidade de escuta àquilo que os alunos têm a dizer.

Por fim, a aula de hoje representou uma tímida aproximação entre o uso de equações e o processo de representação da realidade. Depois das muitas atividades em que as equações eram utilizadas apenas como locais de substituição de números, pareceu-me que os alunos se esforçaram para visualizá-las de outra maneira – enquanto ferramentas teóricas para a articulação de conceitos e desenvolvimento de modelos científicos. Entretanto, julguei mal ao considerar o nível em que esse esforço havia levado os alunos – elevando demais o nível na aula seguinte.

## 5.4. Aula 4

Data:05/11/2018

Horário: 09h10min às 11h05min (duas horas-aula, com recreio de 15min).

Assunto da Aula: Potência Elétrica.

Quantidade de Alunos Presentes: 15 alunos no primeiro período e 8 no segundo período.

Local: Sala de Vídeo – Sala 306.

### 5.4.1. Plano de Aula

*Objetivos de ensino:*

- Explicar a unidade kWh como unidade de energia.
- Explicar o conceito de potência, bem como expressá-la em termos das grandezas próprias da eletrodinâmica.
- Desenvolver as equações da potência elétrica dissipada para resistores elétricos.
- Explicar o Efeito Joule, interpretando-o microscopicamente.

*Atividade Inicial (15min):*

Iniciarei a aula retomando alguns pontos das aulas anteriores. Direi que hoje continuaremos a trabalhar com energia elétrica e como ela é dissipada por dispositivos no circuito elétrico. Problematizarei o uso de energia elétrica na sociedade, o problema dos apagões e do consumo de energia elétrica por cada um de nós. Comentarei sobre iniciativas de redução de consumo de energia elétrica e questionarei sobre quais os aparelhos elétricos de nossas casas mais a consomem. Passarei para a análise de uma conta de luz e da unidade de medida kWh, comentando que se trata de uma unidade de medida de Energia e como, com essas medidas, se realiza o cálculo do preço a ser pago.

*Desenvolvimento (1h15min):*

Analisarei cada uma das componentes da unidade de medida. Comentarei que o *watt* se trata de uma unidade de potência e definirei com os alunos essa grandeza física, expressando-a

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t}, \quad (6)$$

Explicarei que realizaremos durante a aula uma série de atividades com o método *Peer Instruction*. Explicarei como funciona o método, enfatizando o compromisso assumido com as questões e o processo de aprendizagem em conjunto com os colegas. Distribuirei aos alunos os

cartões de votação. Passarei duas questões conceitual nesse momento, seguindo as indicações próprias do método.

Após a questão sobre potência, tratarei com os alunos de como expressar a potência em termos das grandezas próprias do nosso estudo – diferença de potencial elétrico, intensidade da corrente elétrica e resistência elétrica. Relembrei com os alunos quais as equações representam cada uma das grandezas. A partir das definições de diferença de potencial elétrico e de corrente elétrica expressas nas equações (4) e (1), respectivamente, determinarei que a potência de um equipamento elétrico é dada por:

$$P = \Delta V \cdot i . \quad (7)$$

Relembrando que, em resistores, a intensidade da corrente elétrica e a diferença de potencial elétrica a qual são submetidos estão relacionadas pelo conceito de resistência elétrica, expressarei a potência elétrica em função da resistência dos resistores. Após a breve explicação, proporei mais duas questões utilizando o método *Peer Instruction*.

Concluirei apresentando a dissipação de energia na forma de energia térmica. Perguntarei aos alunos em quais eletrodomésticos a energia elétrica é transformada em energia térmica. Comentarei aprofundadamente sobre o funcionamento de um fusível e de uma panela ferromagnética. Concluirei mostrando que em todos esses exemplos ocorre o chamado Efeito Joule, conceituando-o e explicando-o microscopicamente com o auxílio de um GIF<sup>26</sup>. Após esta breve explicação, proporei outras duas questões utilizando o método *Peer Instruction*. Finalizarei resumindo o que foi visto na aula como um todo.

#### *Fechamento (15min.):*

Perguntarei aos alunos se apresentam alguma dúvida em relação aos exercícios da lista. Pedirei para que tragam dúvidas dos exercícios para a aula seguinte, quando teremos um tempo maior para a resolução de exercícios e dúvidas.

#### *Recursos:*

Serão necessários, para a aplicação do *Peer Instruction*, o uso de um projetor de *slides*, um computador, a impressão dos cartões de votação, a confecção de questões no aplicativo e um celular com acesso à internet.

<sup>26</sup> GIF disponível em: <<http://4.bp.blogspot.com/-bPaV6gYERYRA/V1j0NW0loAI/AAAAAAAAA3-I/-K-D-xJdPek3nNOB4k8kn5eFnPjuRGWQCLcB/s1600/driftvelocity.gif>>. Acesso em nov. 2018.

### 5.4.2. Relato de Regência

Cheguei mais cedo, de modo a preparar a sala de vídeo e a apresentação, cujos principais *slides* se encontram no Apêndice E. O projetor estava desconfigurado, com excesso de brilho – minha tentativa de configurá-lo novamente foi falha. Fui à sala da turma avisar que a aula seria na sala de vídeo. Os alunos não estavam na sala, estando em uma atividade de Literatura. Deixei um recado no quadro-branco da sala, informando o local da aula e a necessidade de levar material de escrita, e me dirigi à sala de vídeo. Encontrei alguns alunos durante o percurso e os avisei sobre o local da aula. Pouco a pouco, foram chegando à sala de vídeo. A professora Susana, aparecendo na porta da sala, solicitou assistir um período da aula – pedido que aceitei imediatamente. Quando a turma inteira chegou, depois de cinco minutos, fechei a porta, cumprimentei a todos e iniciei a aula, apresentando os conteúdos das últimas aulas. Os alunos, naquele dia, se mostraram muito agitados ou cansados, após a realização do ENEM. Necessitei pedir sua atenção muitas vezes, e ainda assim pude perceber um baixo engajamento cognitivo na maior parte da aula. A sala se encontrava abafada, mesmo com a porta aberta. Os ventiladores não poderiam ser utilizados devido ao ruído excessivo, pois eu estava com uma intensa dor de garganta que me impedia de falar alto sem sentir dor.

Comentei que na primeira aula estudamos os circuitos elétricos como modelos que nos auxiliam a melhor conhecer a grande quantidade de circuitos elétricos reais existentes na nossa vida, como a rede elétrica das nossas casas, nos computadores e nos eletrodomésticos. Comentei que discutimos um pouco da Natureza da Ciência, percebendo que os conhecimentos científicos têm caráter provisório, consistente, hipotético e útil. Continuei comentando que na segunda aula nos voltamos para estudar o papel das fontes de tensão elétrica nos circuitos elétricos, e como o estabelecimento de uma diferença de potencial elétrico é capaz de gerar uma corrente elétrica no circuito elétrico. Resumi a aula anterior, mostrando que nela havíamos estudado o conceito de resistência elétrica – uma propriedade dos resistores, que se relacionava com a oposição à passagem de uma corrente elétrica no circuito elétrico. Por fim, disse que naquela aula iríamos estudar como se dá o uso de energia elétrica no circuito.

Segui enfatizando a Energia Elétrica como sendo uma questão social, devido à sua grande importância na configuração da sociedade atual. Ilustrei com exemplos da indústria e da medicina hospitalar, contrapondo-os com o apagão ocorrido em março de 2018<sup>27</sup>. Levei os alunos a refletir sobre a matriz energética de eletricidade no Brasil, enfocando a hidroeletricidade. Nesse momento, a professora pediu para falar – e dei a palavra para ela. Ela perguntou sobre as causas dos apagões, e

---

<sup>27</sup> O apagão ocorrido em 21 de março de 2018, atingindo cidades de 14 Estados, especialmente das regiões Norte e Nordeste do Brasil, foi documentado pelos jornais de grande circulação do país. Um exemplo se encontra na matéria disponível em: <<http://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/queda-de-energia-afeta-todos-os-167-municipios-do-rio-grande-do-norte-segundo-companhia-de-energia.ghml>>. Acesso em nov. 2018.

respondi que poderiam ser diversas, em especial as falhas nas subestações e nas usinas hidrelétricas. Continuei comentando sobre as hidrelétricas no Brasil, evidenciando casos de crise energética devido especialmente às secas. Esclareci que consumir Energia Elétrica necessitava de uma consciência pessoal, não sendo possível pensar que se pudesse consumir à vontade – e que para isso seria muito importante economizar seu consumo. Uma das alunas brincou, dizendo “até por que tem que pagar” – concordei com ela, bem-humorado. Continuei a problematização perguntando “E como podemos fazer nossa parte para a economia de energia elétrica?”.

Disse que, como havia sugerido a aluna, poderíamos pensar nisso a partir do bolso – olhando uma conta de luz. Mostrando a conta de luz, identifiquei seus principais aspectos, e seu consumo em kWh. Continuei mostrando aos alunos que a unidade kWh seria uma unidade de energia, não pertencente ao Sistema Internacional de Medidas, mas relacionada ao *joule*. Comentei que, sendo composta de outras unidades, ela deveria ter uma dimensão de energia. Assim, analisei a unidade, identificando o prefixo *quilo*, a unidade de tempo *hora* e a unidade *watt* como necessitando ser uma unidade de energia por unidade de tempo. Assim, descrevi a grandeza física *potência* como *a grandeza física que quantifica a quantidade de energia transformada/transferida/dissipada em uma unidade de tempo*, expressando-a através da equação (6). Discuti com os alunos seu significado através de alguns exemplos – como o da energia utilizada por uma lâmpada ou por um motor em determinado intervalo de tempo, e sobre a comparação entre potências desenvolvidas ao subir uma escada devagar e correndo. Os alunos pareceram acompanhar o raciocínio.

Continuei dando início à primeira rodada de *Instrução pelos Colegas*, distribuindo entre os alunos os cartões de votação. Discuti o objetivo do exercício: formular um pensamento para chegar à resposta correta que convença os colegas – em um primeiro momento se comprometendo com a resposta escolhida. Embora eu tenha enfatizado que isso aconteceria em um segundo momento, os alunos já partiram para uma discussão, necessitando da minha interrupção. Apresentei a primeira questão, envolvendo determinar a relação entre a potência de dois motores, a li com os alunos e dei um intervalo de tempo de um minuto e meio para a formulação das respostas e passei para a votação. A turma se equilibrou entre respostas certas e erradas, e por isso escolhi partir para a discussão entre os colegas. Os alunos não se motivaram a sair dos locais para a discussão, mas debateram com seus colegas mais próximos. Ao realizar uma nova votação, os alunos convergiram para a resposta certa – a qual eu complementei com uma possível solução. Passei para uma segunda pergunta, envolvendo a mudança na potência necessária para que uma chaleira elétrica aquecesse um litro de água na metade do tempo em que aqueceria normalmente. Dessa vez, os alunos votaram, em grande maioria, na alternativa correta, fazendo-me ficar satisfeito com o progresso e passar ao próximo conteúdo.

Suponho que, devido a um salto cognitivo muito grande ou à má escolha de perguntas para o *Peer Instruction*, o próximo conteúdo não tenha sido compreendido pelos alunos. Continuei dizendo que o conceito de potência se tratava de processo energéticos em geral, mas que nos interessavam aqueles que envolviam energia elétrica. Por isso, deveríamos tratar buscar o uso das grandezas do nosso estudo de circuitos elétricos para descrever a potência elétrica. Assim, com os conceitos de diferença de potencial e de corrente elétrica, como expresso nas equações (3) e (1), continuei descrevendo o que aconteceria com a multiplicação dessas grandezas. Assim, obtive com os alunos a expressão da potência elétrica como expressa na equação (7), e prossegui com uma nova rodada de *Peer Instruction*. Como nas outras vezes, apresentei uma questão – que envolvia a comparação da potência elétrica de dois resistores, submetidos a diferentes diferenças de potencial elétrico e percorridos por diferentes intensidades de corrente elétrica – a li com os alunos e deixei um intervalo de tempo para que se empenhassem na sua resolução. Apesar disso, os alunos se mostraram desmotivados em realizar uma nova questão. Ao votar, nenhum obteve a resposta correta. Expliquei novamente a teoria, de modo mais simples, mas senti que havia perdido a turma – necessitando chamar a atenção constantemente e pedir que alguns alunos fizessem silêncio. Ao realizar novamente a mesma questão de *Peer Instruction*, se manifestou pouco interesse por parte de alguns alunos em participar da atividade, e mais uma vez os alunos não conseguiram se decidir pela resposta correta. Olhei o relógio e, vendo que faltavam dois minutos para o fim do período, liberei os alunos – e busquei utilizar o recreio para pensar em uma nova forma de expressar a potência elétrica aos alunos.

Decidi retirar o conteúdo de potência elétrica em resistores, por perceber que ele não seria aproveitado durante o período. Esperei aproximadamente dez minutos após o fim do recreio, mas apenas oito alunos retornaram para a sala de aula. Mais uma vez expliquei o conceito de potência elétrica, avaliando as potências de chuveiros e secadores de cabelo, comparando as intensidades das correntes elétricas ao serem estabelecidas as tensões de 127V fornecidas pelas tomadas. Disse que, se a corrente elétrica que passasse por eles dobrasse, por sobrecarga, eles queimariam, pois dissipariam o dobro de energia por unidade de tempo. Continuei com uma nova questão utilizando o método *Peer Instruction*, seguindo a forma de apresentação, leitura e tempo disponível para a formulação de um raciocínio. Após o resultado equilibrado da votação, pedi para que os alunos trocassem ideias com os colegas – como eram poucos, permiti que conversassem sem se levantar para ir até o colega. Ao realizar a segunda votação, o número de alunos que se decidiu pela resposta correta diminuiu – e, após perceber isso, resolvi a questão com os alunos.

Continuei falando que um dos processos mais importantes de transformação de energia elétrica se dava com o chamado *Efeito Joule*. Expliquei que consistia na dissipação de energia térmica através da passagem de corrente elétrica por um condutor. Exemplifiquei dizendo que esse

efeito era observado em chuveiros, torradeiras, secadores de cabelo e em muitos aparelhos domésticos. Mostrei sua existência em fusíveis e em painéis ferromagnéticos, explicando seu funcionamento nesses aparelhos. Disponibilizei um fusível para os alunos, de modo que pudessem compreender melhor sua estrutura. Busquei, então, explicar como o Efeito Joule ocorria na estrutura dos condutores. Com o auxílio de uma simulação computacional, mostrando a movimentação de elétrons sendo estabelecida ou não uma diferença de potencial elétrico, mostrei aos alunos que os elétrons se movimentando formariam a corrente elétrica, e que se chocariam eventualmente com os átomos que formam a estrutura do condutor; e transfeririam energia para eles, aumentando a temperatura do condutor. Perguntei se haviam dúvidas, mas os alunos não responderam ao questionamento.

Finalizei a aula com uma questão de *Peer Instruction*, procedendo da mesma maneira com que realizei as anteriores. Envolveria perceber em qual dos eletrodomésticos listados o Efeito Joule era indesejável. Após o resultado da votação, pedi para que os alunos trocassem ideias com os colegas. Novamente, os alunos convenceram-se de uma alternativa que não era correta – elegendo o fusível como o dispositivo em que o Efeito Joule era indesejável para seu perfeito funcionamento. Expliquei o equívoco, dizendo que mesmo que o Efeito Joule seja danoso no caso da alternativa marcada, ele era fundamental para o funcionamento do fusível – e expliquei que no caso da alternativa correta, o forno micro-ondas simples, esse efeito era realmente indesejável, pois não contribuía para o aquecimento dos alimentos. Terminei a explicação mostrando aos alunos como *poderíamos fazer nossa parte*, a partir dos conhecimentos da aula, diminuindo o tempo de consumo de equipamentos de grande potência elétrica, ou privilegiando os que melhor aproveitassem essa potência elétrica – e neste caso expressei que seriam os equipamentos mais eficientes, identificado com a marca A de eficiência pelo Inmetro. Ao final, realizei a chamada da turma e, assim que o sinal marcou o final do período, dispensei-os.

*Sou culpado pela falta de engajamento dos meus alunos, verificada na aula de hoje? Falhei como professor nessa aula? Não me esforcei o suficiente? O método falhou?* Essas perguntas povoaram minha mente desde o momento em que descia as escadas da escola para ir embora até o momento em que pude chegar ao Campus do Vale, para assistir a um seminário ministrado por um doutorando em Ensino de Física – sem que nesse período de uma hora e meia fosse possível chegar a alguma resposta satisfatória para mim mesmo. Só pude fazê-lo de maneira adequada após um período maior de reflexão, após a escrita deste relato e das conversas tidas com colegas e o professor orientador, na aula presencial da disciplina associada ao estágio docente. Minha conclusão foi de que não, não sou culpado – até por que talvez não se trate de culpa. Pude crescer um pouco na compreensão de que meu trabalho como professor não diz respeito à aprendizagem dos alunos de uma maneira tão simples quanto pensava, que não sou inteiramente responsável por ela, mas diz

respeito ao me esforçar por dar bases adequadas para que uma aprendizagem significativa por parte dos alunos possa acontecer. Isso eu posso dizer que sim, que fiz. A motivação do aluno é um dos pré-requisitos para a aprendizagem significativa conforme o referencial adota – e para mim esse princípio se aprofundou um pouco mais, deixando um significado de *o professor deve motivar seu aluno para aprender* para assumir um significado de *aprender envolve escolhas que não são apenas do professor*. Neste dia, os alunos não estavam dispostos em alguns momentos – e essa escolha foi feita e são muitos os fatores que podem ter conduzido a ela, como os citados no início desse relato. E isso não invalidou o trabalho que estamos desenvolvendo.

## 5.5. Aula 5

Data: 12/11/2018

Horário: 09h10min às 11h05min (duas horas-aula, com recreio de 15min).

Assunto da Aula: Associação de Resistores em Série.

Quantidade de Alunos Presentes: 17 alunos.

Local: Sala de Aula da Turma – Sala 301.

### 5.5.1. Plano de Aula<sup>28</sup>

*Objetivos de ensino:*

- Comparar circuitos elétricos em série e em paralelo.
- Apresentar a equação da resistência elétrica equivalente do circuito elétrico para associações de circuitos em série.
- Realizar exercícios com os alunos sobre os conteúdos vistos até aqui.

*Atividade Inicial (20min.):*

Iniciarei a aula revisando o conceito de Potência Elétrica visto na aula anterior, enfocando o modo como se pode determinar o consumo energético de aparelhos eletrônicos. Após, comentarei sobre a simplicidade dos circuitos com que trabalhamos até agora, e que há uma necessidade de aproximá-los mais da realidade, adicionando mais elementos resistivos. Compararei os circuitos elétricos da rede elétrica de uma residência com os de um conjunto de lâmpadas decorativas natalinas, perguntando quais as diferenças entre eles. Após, mostrarei que há dois modos de associar os resistores: em série e em paralelo, representando-os esquematicamente no quadro-branco.

---

<sup>28</sup> Em sua segunda versão, refeita inteiramente após os acontecimentos da Aula 4.

*Desenvolvimento (1h10min):*

Falarei que, por motivos de tempo, não trabalharemos a fundo nos circuitos associados em paralelo, como os da rede elétrica de nossas casas. Comentarei que suas principais características são o fato de o circuito não se fechar quando um dos resistores sofrer algum dano, a divisão da corrente elétrica respeitando a sua conservação e a igualdade da diferença de potencial elétrico a que estão submetidos os resistores.

Direi que outro tipo é o de resistores associados em série, associando-o com os circuitos de um conjunto de lâmpadas natalinas. Direi que nessa aula trabalharemos com o primeiro tipo de associação. Realizarei no quadro-branco uma esquematização simples de um circuito em série. Mostrarei quais informações sabemos sobre esse circuito, pretendendo me deter nas afirmações de que todos os resistores são percorridos por uma corrente de mesma intensidade  $i$ , de que cada uma tem uma resistência elétrica diferente, de que a diferença de potencial elétrico no circuito é igual à diferença de potencial na fonte e que, em cada um dos resistores há uma queda de potencial elétrico proporcional à sua resistência elétrica. Por fim, mostrarei que se pode trabalhar com o circuito de modo a obter uma chamada *resistência equivalente*, dada por

$$R_e = R_1 + R_2 + \dots \quad (8)$$

Explicarei para os alunos o significado da equação (8). Comentarei que se trata da redução de um caso complexo a um caso mais simples. Realizarei com os alunos um exercício sobre associação de resistores em série, tirando qualquer dúvida que tenham.

No segundo período, permitirei que os alunos realizem exercícios da Lista de Exercícios. Tirarei suas dúvidas e, caso seja necessário, realizarei uma ou duas questões no quadro-branco com a turma.

*Fechamento (20min.):*

Relembrarei os alunos sobre a Prova que será realizada em duas semanas, apresentando a necessidade de elaborar um Resumo para ser consultado durante a prova, confeccionado em metade de uma folha A4.

*Recursos:*

Será necessário o uso do quadro-branco e de canetas apropriadas. Para a aula será necessário um conjunto de lâmpadas decorativas natalinas, para ilustrar o exemplo e a confecção meia folha de ofício para exemplificar o resumo a ser realizado pelos alunos.

**5.5.2. Relato de Regência**

Um acidente ocorrido nas proximidades da escola fez com que o trânsito da capital estivesse congestionado na maior parte daquela manhã de segunda. Por isso, busquei chegar mais cedo na escola, a fim de evitar qualquer atraso. Além disso, a escola se encontrava em regime de períodos reduzidos, de 40 minutos cada, como forma de resistência à falta de pagamentos dos salários dos professores. Cheguei à escola alguns minutos antes do início do período que teria com os alunos.

Entrei na sala da turma antes do início do terceiro período, pois os alunos estavam no Laboratório de Informática. Escrevi no quadro-branco a data, meu nome e o tema da aula. Anotei, para melhor aproveitar o tempo em sala, a revisão do conceito de potência elétrica, abordado na aula anterior. Após o sinal marcar o início do terceiro período, os alunos começaram a entrar em sala, pouco a pouco – cumprimentei-os enquanto entravam em sala. Quando todos os alunos chegaram, fechei a porta e iniciei a aula. Os alunos estavam agitados, o dia estava quente e os ventiladores da sala de aula, além de não darem conta de tornar a sala agradável, emitiam um ruído que se sobrepunha a minha voz. Necessitei chamar a atenção dos alunos muitas vezes, com tom de voz rígido.

Iniciei lembrando o conceito de potência elétrica, associando-a aos eletrodomésticos comuns às residências dos alunos. Comentei que, sabendo a potência elétrica dos aparelhos e o tempo de seu uso, podemos determinar qual a energia por eles utilizada e que, se não soubermos sua potência, podemos determiná-la pelo produto da diferença de potencial elétrico pela corrente elétrica que percorre o aparelho – considerando uma aproximação para uma corrente elétrica contínua. Perguntei aos alunos se havia alguma dúvida, e eles responderam que não. Avisei, então, que seguiríamos com o último conteúdo do nosso trabalho. Comentei que, até o momento, os circuitos elétricos trabalhados com os alunos eram circuitos elétricos bem simples, contendo uma fonte de tensão e um resistor – os alunos demonstraram concordância com suas expressões. Desenhei esquematicamente o circuito elétrico simples da figura 5, desenhado na aula 2, e relembré as relações entre diferença de potencial elétrico, corrente elétrica e a resistência elétrica do resistor, reescrevendo no quadro-branco a definição de resistência elétrica representada na equação (4). Novamente retornando aos eletrodomésticos presentes em casa, comentei que esses circuitos eram

mais complicados por conterem mais elementos, e em especial mais resistores. Disse, então, que iríamos dar um passo a mais, adicionando mais elementos aos circuitos elétricos.

Iniciei uma comparação entre dois circuitos elétricos – os circuitos da rede elétrica de nossas casas e um circuito elétrico de lâmpadas decorativas natalinas. Sobre o primeiro dos circuitos, perguntei aos alunos se, ao queimar uma lâmpada em seus quartos, todas as outras lâmpadas da casa deixavam de funcionar – os alunos responderam negativamente. Deixei claro que todos os elementos do circuito da rede elétrica das residências tinham a mesma fonte de tensão na rede de distribuição elétrica municipal. Perguntei se, ao desligar a geladeira da tomada, ainda seria possível assistir televisão. Os alunos responderam que sim, dizendo que os aparelhos estavam como que independentes. Complementei o comentário dizendo que, ao retirar um elemento da rede elétrica da residência, ela não era interrompida definitivamente.

Em seguida, mostrei para os alunos o circuito decorativo natalino, ligando-o à tomada da sala. Os alunos comentaram sobre as decorações natalinas – não os interrompi, mas logo voltei aos circuitos elétricos. Segurando uma das lâmpadas, perguntei aos alunos o que aconteceria se apenas ela fosse queimada ou removida do circuito elétrico. Os alunos ficaram indecisos entre *nada acontecerá, parte do circuito vai apagar e todo o circuito vai apagar*. Reduzindo nosso raciocínio para os circuitos decorativos mais antigos, disse que todas as lâmpadas apagariam. Concluí a comparação com a ideia de que havia algo de diferente entre os dois circuitos elétricos, não relacionada aos elementos (lâmpadas ou resistores), mas ao modo como eles estão ligados para formarem o circuito elétrico.

Expliquei que haveriam dois tipos de associações dos resistores nos circuitos elétricos: associação *em paralelo* e associação *em série*. Devido ao pouco tempo de aula com os alunos, comentei com os alunos que não nos aprofundaríamos no circuito em paralelo, mas apenas o explicaria conceitualmente. Alguns alunos estavam dispersos, conversando intensamente, e pedi para que prestassem atenção e fizessem silêncio. Desenhando o circuito mostrado na figura 7, disse que os dois resistores estavam associados em paralelo. A seguir indiquei como a corrente elétrica se comportava ao longo do circuito elétrico, dividindo-se entre os nós A e B, de modo que a soma de  $i_1$  e  $i_2$  resultava no valor de corrente elétrica total  $i$ .

Durante a explicação, o professor orientador chegou à sala de aula para uma observação – e, por erro meu, não foi informado do horário de início correto da aula. Continuei a explicação passando às associações de resistores em série, desenhando o circuito elétrico representado na figura 8. Comentei que, ao associar os resistores desta maneira, a corrente elétrica iria se manter igual ao passar por todos os elementos do circuito, nunca se dividindo ou se desgastando. Ressaltei essas condições como parte de uma conservação dos elétrons no circuito elétrico. Enquanto escrevia no quadro-branco essa observação, fui interrompido por uma aluna que solicitou que eu modificasse

o símbolo utilizado para listar o tópico, pois havia colocado igual aos títulos – atendi seu pedido em seguida.

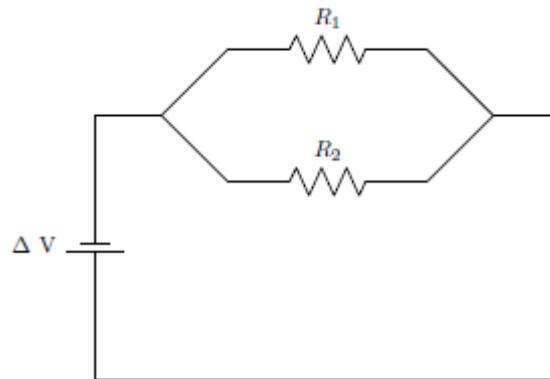


Figura 7 - Circuito Elétrico com Associação de Resistores em Paralelo, utilizado na Aula 5.

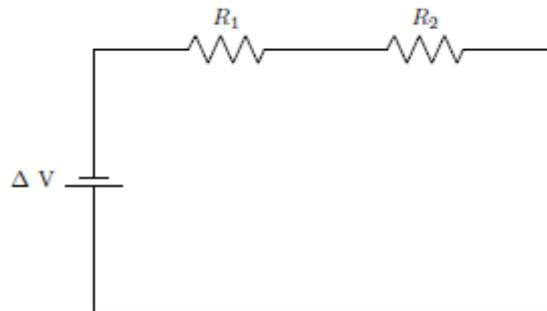


Figura 8 - Circuito Elétrico com Associação de Resistores em Série, utilizado na Aula 5.

Uma das alunas, Lívia, levantou a mão e perguntou como seria possível calcular a corrente elétrica, já que haveria mais de um resistor no circuito elétrico. Comentei que ela havia feito a pergunta principal e expliquei que um modo de solucionar a questão seria por uma substituição dos dois resistores por um único resistor, que tivesse uma resistência tal que a corrente elétrica seria a mesma nos dois circuitos elétricos. Concluí dizendo que esse resistor teria uma *resistência equivalente* aos outros resistores, e que seria possível expressá-la de acordo com a equação (8). Disse, então, que adicionar mais elementos resistivos ao circuito elétrico aumentaria a resistência equivalente, e que isso causaria uma diminuição da corrente elétrica – o que era possível compreender logicamente, pois se a resistência está relacionada com a oposição à passagem de corrente elétrica pelo circuito elétrico, então um aumento no número de resistores em série aumentaria essa resistência total do circuito elétrico. Após a explicação, os alunos comentaram

sobre as questões de Física, e em especial de Circuitos Elétricos, que haviam sido cobradas pelo ENEM no dia anterior.

Depois de comentar as questões do ENEM, traçando paralelos com o experimento da pilha de limão, escrevi no quadro-branco o seguinte exercício para ser realizado junto com os alunos:

1) O circuito elétrico abaixo é composto por dois resistores de  $100\Omega$ , ligados em série a uma pilha de 2V.

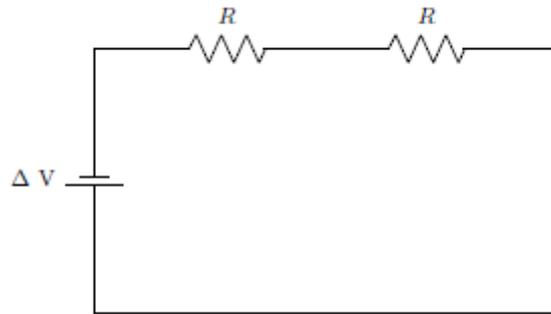


Figura 9 - Circuito Elétrico utilizado no exercício proposto aos alunos, durante a Aula 5.

- a) Qual o valor da corrente elétrica que percorre o circuito elétrico?
- b) O que acontecerá com a diferença de potencial elétrico e com a corrente elétrica se um terceiro resistor for adicionado ao circuito elétrico?
- c) O que acontecerá se um fio for ligado a um ponto entre  $R_2$  e  $R_3$  e ao polo negativo da pilha?

Após permitir um tempo para que os alunos copiassem o exercício e pensassem sobre ele, resolvi a primeira questão com os alunos, explicando passo a passo como obter uma solução – selecionando as informações fornecidas pelo enunciado e as relações conhecidas do nosso estudo de Física, de modo a combiná-las em um raciocínio coerente que possa levar à solução do problema. Avisei os alunos que continuaria a realizar o exercício no próximo período e que depois eles teriam tempo para realizar a Lista de Exercícios, e que somente faria a chamada ao final da aula. Dispensei os alunos, que se dirigiram para o recreio.

Com o término do recreio, os alunos retornaram pouco a pouco à sala de aula. Entretanto, a maior parte dos alunos não retornou à sala de aula após cinco minutos do fim do recreio. Decidi continuar a resolução dos dois outros itens do exercício, devido ao período reduzido. Desenhei com os alunos o que seria o novo circuito elétrico, adicionando o terceiro resistor, e expliquei que a diferença de potencial elétrico não seria alterada, pois dependeria apenas da fonte de tensão elétrica

que não foi alterada, e que a corrente elétrica iria diminuir, pois a resistência equivalente do circuito elétrico aumenta. Por fim, desenhei o fio conectado de acordo com o especificado no item *c* e expliquei, utilizando aquela idealização de que os fios não oferecem resistência elétrica à passagem de corrente elétrica, assumida nos primeiros dias de aula, a corrente não iria passar pelo terceiro resistor. Assim, comentei que retornaríamos ao caso do item *a* do exercício e que esse seria o princípio básico de um curto-circuito.

Depois de terminado o exercício, alguns outros alunos voltaram do recreio. Avisei que os alunos teriam tempo para iniciar ou continuar a Lista de Exercícios. Deixei os alunos trabalhando, passando de vez em quando para ver se realizavam os exercícios. Alguns realizaram a atividade como solicitado, e pediram auxílio nas questões que tinham dúvidas. Outros alunos, por mais que tivessem insistido e levantado motivos para que utilizassem o tempo em sala de aula para realizar a Lista de Exercícios (como a possibilidade de auxílio dos colegas e minha, e o fato de não ser um peso para ser realizada somente em casa), não se mobilizaram para a realização das atividades. Duas alunas solicitaram meu auxílio: uma delas perguntou como poderia expressar suas ideias sobre o que são circuitos elétricos e sobre o objetivo de funcionamento de uma fonte de tensão, às quais precisei complementar apenas a última pergunta; a outra aluna, que já havia realizado alguns dos exercícios em casa, disse não haver entendido como se diferenciavam os regimes ôhmicos e não-ôhmicos, e por isso expliquei a ela lembrando dos gráficos de corrente elétrica por diferença de potencial elétrico mostrando que em um a resistência elétrica era mantida constante, mas em outro ela era modificada conforme a diferença de potencial elétrico aumentava. Organizei o material trazido, nos momentos em que meu auxílio não era necessário ou enquanto não circulava pela sala.

Faltando dez minutos para o fim da aula, escrevi no quadro-branco um aviso sobre as próximas atividades da turma, indicando que na próxima aula continuaríamos a realizar exercícios da Lista e trazidos por mim e que, em duas semanas, seria realizada a Prova Trimestral. Mostrando meia folha de ofício com o escrito *Este é o meu Resumo*, avisei os alunos que eles deveriam confeccionar um resumo para ser utilizado como consulta durante a prova, e que seria descontado um ponto daqueles que não o apresentassem. Uma das alunas, Gianna, protestou sobre o desconto, e avisei que ele seria aplicado como um último recurso para que os alunos não deixassem de perder essa oportunidade de ter uma consulta para a prova – creio que consegui convencê-la de que não era uma pena injusta para a não realização do resumo. Depois disso, realizei a chamada da turma e me despedi ao final do período.

Acho que, nesta aula, pude aprender um pouco melhor sobre como equilibrar os diferentes momentos em uma sala de aula. Penso que há diferentes tempos dentro de uma aula – tempo de explicar, tempo de escutar, tempo de copiar, tempo de realizar exercício, tempo de aprofundar conhecimentos, tempo de ler, tempo de silêncio, tempo de passar exercícios no quadro-branco,

tempo de distração. Esses tempos são tanto dos fazeres discentes quanto docentes, e equilibrá-los parece ser uma das tarefas mais importantes da sala de aula. Nessa aula, creio ter conseguido realizar com os alunos um bom equilíbrio – proveitoso, em especial, para os alunos.

## 5.6. Aula 6

Data: 19/11/2018

Horário: 09h10min às 11h05min (duas horas-aula, com recreio de 15min).

Assunto da Aula: Exercícios.

Quantidade de Alunos Presentes: 17 alunos.

Local: Sala de Aula da Turma – Sala 301.

### 5.6.1. Plano de Aula<sup>29</sup>

*Objetivos de ensino:*

- Disponibilizar tempo para que os alunos realizem a Lista de Exercícios.
- Trabalhar com as dúvidas dos alunos.

*Atividade Inicial (5min.):*

Relembrarei a todos de que a aula será para retirar dúvidas antes da prova e realizar a Lista de Exercícios.

*Desenvolvimento (1h30min):*

Disponibilizarei o primeiro período para que os alunos possam realizar exercícios da Lista de Exercícios, retirando dúvidas um a um. No segundo período, realizarei com a turma as questões 13 e 16 da Lista de Exercícios e uma questão sobre associação de circuitos em série.

*Fechamento (5min.):*

Relembrarei sobre a Prova na semana que vem, solicitando e lembrando sobre a elaboração do Resumo. Relembrarei sobre a entrega da Lista de Exercícios junto com a Prova.

---

<sup>29</sup> Em sua segunda versão, totalmente reformulada após os eventos ocorridos na Aula 4.

### *Recursos:*

Será necessário o uso do quadro-branco e de canetas apropriadas, não sendo necessário o uso de recursos adicionais.

### **5.6.2. Relato de Regência**

Entrei em sala cumprimentando os alunos e, após organizar meu material sobre a mesa do professor, avisei aos alunos que teriam os dois períodos para realizar exercícios da Lista de Exercícios e que na semana seguinte realizaríamos a Prova Trimestral. Escrevi no quadro-branco os avisos de data da prova, os conteúdos a serem estudados, sobre o resumo que seria consultado na prova e elaborado por cada aluno e a entrega da lista de exercícios. Após, sentei-me para passar o caderno de chamadas a limpo. Enquanto isso estive atento ao andamento dos trabalhos dos alunos. Percebi que poucos aproveitavam para realizar os exercícios da Lista. Passei de classe em classe, perguntando se havia dúvidas ou não – as respostas foram majoritariamente negativas. As dúvidas que surgiram não se relacionavam com a Lista de Exercícios, mas com a prova e a elaboração resumo. Um dos alunos, Carlos, havia perdido a Lista de Exercícios, e por isso entreguei a ele a última cópia que eu possuía e que compunha a Pasta do Estágio. Voltei à classe do professor, a fim de dar mais tempo aos alunos para iniciar a atividade.

Após perceber que os alunos não se mobilizaram para a realização do exercício, assumi a frente da turma e solicitei sua atenção para a resolução de um exercício da Lista, não programado no Plano de Aula. Pedi para que cada um pegasse a sua Lista, e que um dos alunos lesse a questão número 9. Uma das alunas, Eduarda, não muito participativa nas aulas, se prontificou para ler o enunciado e o primeiro item. Uns dos alunos conversavam, e por isso solicitei para que parassem e escutassem a colega. Os alunos não conseguiram expressar uma resposta à questão, ficando indecisos entre sim ou não. Lembrei a eles que *resistência* se referia a uma propriedade do elemento resistivo, e não ao próprio elemento que chamamos de *resistor*.

Pedi novamente que alguém lesse o próximo item – e a mesma aluna se prontificou. Os alunos demonstraram não compreender o significado do elemento chamado de *diafragma*. Expliquei aos alunos a imagem do chuveiro elétrico e mostrei que a resposta da alternativa se dava por perceber que o diafragma é responsável por manter ou não os contatos ligados, fechando e abrindo o circuito elétrico dependendo da quantidade de água no interior da câmara em que o elemento de aquecimento está localizado. Um dos alunos, Joaquim, no fundo da sala, exclamou “Como um interruptor!” e confirmei a sua resposta. Li o enunciado do próximo item e relembrei com os alunos a definição de resistência elétrica através da equação (4). Os alunos explicaram que,

então, seria possível determinar a solução através da fração de 220V por 22A. Após ler o último item, perguntei aos alunos se lembravam daquele problema do chuveiro elétrico, trazido na terceira aula – alguns alunos manifestaram se lembrar, e expliquei que a solução era exatamente a mesma, dizendo que a resistência oferecida pela água que cai sobre nós é muito maior que a do restante do circuito, dificultando a circulação de corrente elétrica através do nosso banho. Após terminar a correção desse exercício, deixei que os alunos fossem para o intervalo.

Durante os quinze minutos de intervalo da turma, escrevi no quadro-branco o seguinte exercício:

2) *Dado o circuito elétrico representado abaixo, contendo lâmpadas  $L$  e interruptores  $S$ . Quais lâmpadas brilharão quando:*

- $S_1$  estiver aberto?*
- $S_1$  estiver fechado e  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$  e  $S_5$  estiverem abertos?*
- $S_1$  e  $S_2$  estiverem fechados e  $S_3$ ,  $S_4$  e  $S_5$  estiverem abertos?*
- $S_1$ ,  $S_3$  e  $S_4$  estiverem fechados e  $S_2$  e  $S_5$  estiverem abertos?*
- Em qual dos casos as lâmpadas brilham com maior intensidade?*

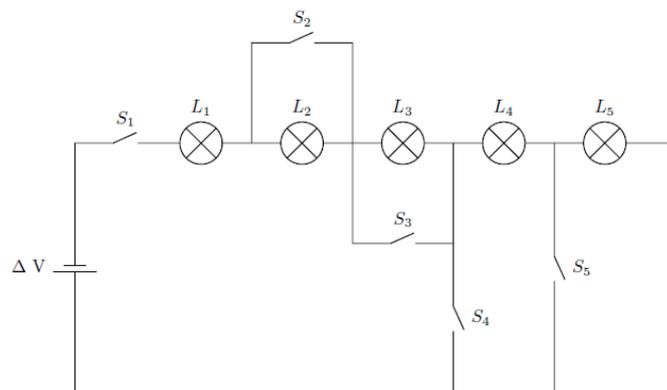


Figura 10 - Circuito Elétrico utilizado na questão 2, apresentada na Aula 6.

Quando alguns dos alunos retornaram do recreio, avisei que continuaríamos fazendo exercícios. Relembrei que as questões 20 a 24 da Lista de Exercícios não deveriam ser realizadas, e por isso realizaríamos outro exercício utilizando nossos conhecimentos de associação de resistores em série. Pedi para os alunos que pensassem nas respostas para que pudessem resolvê-lo. Quando se passou cinco minutos do fim do recreio, fechei a porta e iniciei a resolução conjunta do exercício, pedindo para que os alunos expressassem seus raciocínios. Os alunos se mostraram interessados, em geral, e responderam corretamente todas as questões, percebendo que a corrente elétrica não poderia

circular nem pelos interruptores abertos nem pelas lâmpadas em curto-circuito. Apenas senti a necessidade de lembrar que a intensidade do brilho de todas as lâmpadas acesas seria igual, pois a corrente elétrica não se desgastaria ao longo do circuito elétrico, e que a intensidade da corrente elétrica dependeria da resistência equivalente do circuito elétrico.

Em seguida, avisei para os alunos que poderia continuar os exercícios da Lista de Exercícios. Nesse momento, os últimos alunos já haviam retornaram do intervalo. Sentei-me à mesa do professor e realizei a chamada da turma. Esperei ainda cinco minutos, e perguntei para os alunos se gostariam que eu realizasse em conjunto alguns dos exercícios da Lista – e fui solicitado para realizar as questões 13 e 16, já previstas no Plano de Aula. Iniciei com a resolução da questão 13: solicitei que um aluno lesse a questão e, em seguida, desenhei no quadro-branco um circuito elétrico como o da figura 5 e explicitiei as relações úteis para tentar encontrar a solução – a relação inversa entre a corrente elétrica e a resistência elétrica e as relações entre resistência e seus fatores geométricos e da constituição do material expressa na equação (5). Feito isso, os alunos expressaram compreensão e sugeriram que seria necessário analisar todos os casos antes de responder a questão – segui essa orientação dos alunos. Os alunos forneciam as informações contidas na tabela, enquanto as relacionava no quadro-branco, a fim de compará-las posteriormente. Após compará-los, selecionamos as resistências de maior e menor valor, a fim de apresentarem a menor e maior intensidade da corrente elétrica, respectivamente.

Por fim, realizei com a turma o exercício número 16. Os alunos disseram que não conseguiram nem começar este exercício. Separei o quadro-branco em duas partes, nomeando-as como *sem economia* e *com economia*, dizendo que é importante organizar as informações que nos são fornecidas pelos enunciados. Avaliei com os alunos as informações para cada situação (tempo de banho por pessoa, número de pessoas na residência, diferença de potencial elétrico fornecido pela rede elétrica residencial, corrente elétrica percorrendo o elemento de aquecimento do chuveiro e preço do kWh, também sugerindo utilizar um tempo médio de 30 dias por mês), avaliando quais informações mudarão e quais não serão alteradas. Lembrei das relações entre potência elétrica, diferença de potencial e corrente elétrica em um dispositivo elétrico, e como estas se relacionam com a energia elétrica utilizada em um intervalo de tempo. Ao realizar o raciocínio, passo a passo, os alunos pareceram não demonstrar muita dificuldade com a resolução matemática – mas essa impressão pode ter sido apenas momentânea, considerando o histórico da turma, ou o fato de ser uma questão considerada difícil da Lista de Exercícios. Antes que pudesse terminar o exercício, o período chegou ao fim, mas os alunos pediram para que eu pudesse concluí-lo. Ao comparar a diferença de valores economizada pela família do enunciado, os alunos se surpreenderam, discutindo entre si o valor de uma economia de apenas cinco minutos. Despedi-me dos alunos, solicitando antes que alguém apagasse o quadro-branco para que o próximo professor o utilizasse.

Refletir a experiência desses dois períodos de aula foi, para mim, de grande crescimento. Primeiro, por que me senti capaz de realizar uma intervenção inesperada nos planos de aula, que deu conta de um problema emergente na condução da minha aula. Ocorreu no momento em que, percebendo que grande parte dos alunos não se mobilizou para a realização das atividades, selecionei um exercício para realizar com os alunos – que passaram a participar da aula, mesmo que só por alguns momentos. Embora seja uma atitude muito simples e que poderia ter um efeito completamente diferente, foi importante para que refletisse sobre mim mesmo enquanto alguém que, durante esse semestre, cresceu na capacidade dar conta dos imprevistos da profissão, na capacidade de exercê-la nas dificuldades.

Em segundo, foi de grande crescimento por que foi uma experiência em que me deparei – em continuidade com a experiência relatada na aula 4 – de maneira mais concreta com essas dificuldades. Aquilo com que me deparei, percebi, são as mesmas contrariedades que a professora Susana enfrentava com suas turmas, durante o período em que a observava. Eu supunha, talvez, que comigo fosse ser diferente. Foi difícil encarar a indiferença em alguns momentos da aula. Os *tempos de sala de aula*, como refletia no relato de regência da aula anterior, são difíceis de equilibrar – em especial quando o tempo de distração parece ser mais convidativo do que o de realização de exercícios. Por isso, sinto que pude, além do passo da autoconfiança, dar um passo da empatia com meus futuros colegas de profissão.

## 5.7. Aula 7

Data: 26/11/2018

Horário: 09h10min às 11h05min (duas horas-aula, com recreio de 15min).

Assunto da Aula: Avaliação Final e Entrega das Listas de Exercícios.

Quantidade de Alunos Presentes: 13 no primeiro período e 10 no segundo período.

Local: Sala de Aula da Turma – Sala 301.

### 5.7.1. Plano de Aula

*Objetivos de ensino:*

- Revisar os conteúdos vistos, com base nas dúvidas sobre a lista de exercícios.
- Aplicar a *Prova Trimestral* aos alunos.

### *Atividade Inicial (20min.):*

Iniciarei a aula combinando como será realizada a prova: individualmente, com consulta apenas ao resumo, mudando o recreio para o final dos dois períodos. Perguntarei se os alunos ainda desejam retirar mais alguma dúvida sobre os conteúdos.

### *Desenvolvimento (1h):*

Relembrarei a importância de explicitar os raciocínios ao se realizar um exercício. Darei dicas aos alunos sobre como realizar uma prova (como procurar conceitos que se conhece, buscar questões simples primeiro, organizar os próprios conhecimentos), alertando também sobre a obrigatoriedade do resumo para a realização da prova. Entre quinze minutos e o fim do primeiro período, dependendo do modo como estiver acontecendo a revisão, pedirei para que os alunos se separem, a fim de realizar a prova. Não será permitida consulta, com exceção do resumo feito em meia folha A4. Após, distribuirei a prova.

### *Fechamento (20min.):*

Faltando vinte minutos para o fim do período, abrirei a possibilidade de entrega da prova aos alunos. Recolherei as provas, juntamente com os resumos e as listas de exercícios, daqueles que se prontificarem, grampeando-as para não perder informação. Conforme os alunos terminarem a prova, permitirei que saiam da sala de aula, agradecendo pessoalmente a possibilidade de ser seu professor.

### *Recursos:*

Para esta aula, será necessária a impressão das provas dos alunos e a confecção de um protocolo de recebimento e entrega de provas.

## **5.7.2. Relato de Regência**

Cumprimentei os alunos enquanto entrava na sala de aula e organizava meu material na mesa do professor. Devido a uma viagem de turma (*trip*) ocorrida nos dias imediatamente anteriores à aula, muitos dos alunos não compareceram à aula. Os que compareceram pareciam preocupados - e fiz questão de acalmá-los. Escrevi no quadro-branco o calendário da turma no final do ano, dizendo que esta seria a última aula em que estaria junto deles como professor estagiário da turma e que, na semana seguinte, a professora Susana retornaria para as aulas – realizando uma atividade de revisão e o PPDA. Durante a explicação, a professora Susana entrou na sala, solicitou observar a

aula – pedido que aceitei. Também escrevi no quadro-branco alguns avisos, sobre o dia de hoje: a realização da prova trimestral, a entrega da Lista de Exercícios e a elaboração do Resumo.

Combinei com a turma como se daria a prova, propondo aos alunos que o intervalo da turma fosse postergado ao final do quarto período. Embora alguns alunos tivessem aprovado a ideia, a grande parte dos alunos presentes discordou. Sugeri, então, que realizássemos a prova no segundo período, com a condição de que a turma estivesse presente na sala logo que o recreio terminasse. Combinamos que a prova iniciaria às 10h20min e que esse período seria para dúvidas que cada um trouxesse. Os alunos concordaram, e um deles logo perguntou sobre uma dúvida da Lista de Exercícios, quanto à questão número 5. Expliquei à turma toda, analisando os diferentes itens da questão, um a um, e identificando as suas inconsistências e a plausibilidade da alternativa correta.

Vendo que muitos alunos continuavam a realizar a Lista de Exercícios, concedi tempo a eles. Sentei-me à mesa do professor, de modo a organizar o caderno de chamada e separar as folhas de rascunho que foram utilizadas pelos alunos na prova. Solicitei aos alunos, duas vezes, se estavam com alguma outra dúvida. Durante o restante do período, os alunos trabalharam em silêncio na Lista de Exercício – àqueles que foram terminando a Lista de Exercício e que desejavam entregá-la, pedi para que a entregassem junto com a prova. Nos dez minutos finais, dei alguns outros avisos: lembrei aos alunos que deveriam estar na sala de aula para a prova até às 10h20min; lembrei que não se poderia consultar livros, aparelhos eletrônicos ou caderno, somente o resumo; pedi para que escrevesse todo o seu raciocínio, de modo que consideraria tudo que fosse escrito; lembrei que a prova seria individual e, por fim, do uso das Unidades de Medida. Após esses avisos, liberei os alunos para o intervalo. A professora Susana se despediu, dizendo que não assistiria à prova.

No retorno do recreio, os alunos chegaram pouco a pouco, até as 10h20min. Notei que alguns não haviam retornado. Pedi para que encontrassem lugares separados dos seus colegas, para a realização da prova. Quando todos já estavam em seus lugares, entreguei as provas e as folhas de rascunho aos alunos. Logo de início, ouvi reclamações sobre a dificuldade da prova – ainda assim, insisti com os alunos para que tentassem. Escrevi no quadro-branco algumas relações entre conceitos que poderiam os ajudar, caso ainda tivessem muitas dificuldades em realizar a prova. Passados quinze minutos de prova, alguns dos alunos que não chegaram no horário pediram para entrar na sala de aula. Alegaram estar na Vice-Direção – e por isso disse que eles poderiam entrar para realizar a prova se trouxessem um bilhete assinado pela vice-diretora. Esses alunos não retornaram para a prova. Os alunos que realizavam a prova estavam concentrados nas questões – pude notar que alguns estavam realmente empenhados na resolução das questões, quando passei pelas classes. Alguns alunos realizavam perguntas, e as respondi para toda a turma; por exemplo, sobre o significado da palavra *hipotético*. Uma aluna solicitou, assim que terminou a prova, continuar a realizar a Lista de Exercícios – e eu disse a todos que isso seria possível.

A partir de 10h45min, falei aos alunos que, se assim desejassem, poderiam entregar a Lista de Exercícios, o resumo por eles confeccionado e a Prova Trimestral. Conforme os alunos foram entregando as provas e listas, solicitei para que escrevessem seu nome em uma folha por mim fornecida, assinando após especificar quais dos dois documentos entregaram – de modo a ser a chamada da aula e para me certificar de quais alunos entregaram quais avaliações. Os alunos foram entregando a prova e a lista aos poucos, muitos utilizando até os últimos minutos para realizá-las. Quando o período chegou ao fim, os últimos alunos entregaram as avaliações. Por fim, despedi-me da turma – agradecendo pela experiência e por tudo o que cada um havia realizado.

O resultado das avaliações foi, em minha opinião, animador. Considerei cada raciocínio demonstrado pelos alunos, tanto na Prova Trimestral quanto na Lista de Exercícios. Apesar dessa animação, se percebeu a diferença de nível alcançado pelos alunos na resolução da Lista de Exercícios (muito superior) e na Prova Trimestral (inferior).

Creio ser útil comentar, de maneira geral, as respostas dadas pelos alunos às questões da prova. Quanto à primeira questão, a maior parte dos alunos soube se expressar coerentemente sobre o experimento da pilha de limão, realizada na segunda aula, e sobre a funcionalidade das fontes de tensão elétrica em um circuito elétrico. Entretanto, nenhum dos alunos foi capaz de associar o desequilíbrio entre a quantidade de elétrons nos polos das pilhas com a diferença de potencial elétrica que surge entre eles. Além disso, nenhum dos alunos deu-se conta de que para que a lâmpada fosse acesa seriam necessárias duas pilhas, construindo representações do circuito elétrico com os símbolos convencionais de modo adequado, porém incompleto. Quanto à segunda questão, os alunos tiveram dificuldade em expressar justificativas para as suas escolhas de corroborar ou falsear as afirmativas dos diferentes enunciados. Ainda assim, a grande maioria soube identificar afirmativas coerentes com as Visões Epistemológicas Contemporâneas e com o processo de Modelagem Científica como corretas.

Embora tenha sido parcialmente realizada junto com os alunos em sala de aula, a terceira questão da prova teve um baixo índice de tentativas de resolução. Embora muitos dos alunos não tenha conseguido diferenciar corretamente o elemento resistor da propriedade resistência elétrica, muitos souberam expressar corretamente a função do diafragma no circuito elétrico e, os que tentaram realizar o item em que seria necessário determinar o preço pago por um banho demonstraram utilizar corretamente os conceitos, embora com um desenvolvimento matemático precário. Por fim, a última questão apresentou, a despeito de uma posterior verificação da ambiguidade de sua solução, um retorno positivo – em especial na imaginação de situações acarretadas por modificações nos Circuitos Elétricos.

Dos dez alunos presentes no quarto período, Inês e Rafael<sup>30</sup> não entregaram a Lista de Exercícios no dia. Além disso, uma das alunas da turma, Bárbara, que não esteve presente no dia enviou através dos seus colegas sua Lista de Exercícios.

Tabela 3 - Avaliações dos alunos, conforme entregues no dia 26/11/2018.

<b>Aluno</b>	<b>Participação</b>	<b>Lista de Exercícios</b>	<b>Prova Trimestral</b>	<b>Nota Final</b>
Bárbara	1,0	3,5	-	4,5
Carlos	1,0	3,9	2,1	7,0
Gianna	1,0	4,1	2,3	7,4
Inês	1,0	-	0,4	1,4
Joaquim	1,0	2,9	3,2	7,1
Marcelo	1,0	4,3	3,1	8,4
Marina	1,0	3,7	3,2	7,9
Marta	1,0	3,7	1,9	6,6
Nathan	1,0	4,4	2,8	8,2
Nicole	1,0	4,4	2,3	7,7
Rafael	1,0	-	1,8	2,8
Médias:	1,0	3,4	2,3	6,2

A avaliação final foi realizada de modo que 1,0 ponto fosse atribuído aos alunos participativos em aula (todos os alunos que, de uma forma ou outra puderam ser avaliados até a data de entrega desse trabalho foram, de alguma forma, participativos nas aulas – embora não da mesma maneira em todas as aulas), 4,0 pontos fossem atribuídos à Prova Trimestral e 5,0 pontos fossem correspondentes à Lista de Exercícios. A tabela 3 mostra as notas atribuídas aos alunos que estiveram presentes nesse dia em aula, ou que entregaram a Lista de Exercícios através de colegas, tendo seus valores arredondados para a casa decimal superior, inclusive nas médias. A média da prova foi 2,3 de 4,0 – sendo acima da média da avaliação. Apenas dois dos alunos que realizaram a prova teriam a necessidade de realizar o PPDA. A média das listas entregues foi 3,5 de 5,0, consideravelmente superior à média da avaliação. Foi possível perceber que os alunos que realizaram os exercícios da Lista de Exercícios foram exatamente os que mais tiveram aproveitamento na Prova Trimestral. A média geral da turma, considerando todas as avaliações, foi de 6,3 – superior à média de 5,0 pontos exigida pela escola. Esses resultados, interpretados com base nas minhas percepções da sala de aula e da história de cada um dos alunos, me fazem

<sup>30</sup> Cabe ressaltar, mais uma vez, que todos os nomes de professores e alunos utilizados neste trabalho são pseudônimos.

reconhecer um crescimento muito grande entre aqueles que conseguiram entregar a Lista de Exercícios. Um crescimento para a vida, mais do que uma nota.

Nem todos os resultados da Unidade de Ensino me deixam contentes. Em especial, me preocupa o desinteresse demonstrado por alguns dos estudantes que não estiveram presentes ou que não realizaram a Lista de Exercícios – disponibilizada 35 dias antes do prazo de entrega, construída como recurso para orientar os estudos e ser realizada aula a aula. Entre os muitos fatores que posso imaginar poderem ter contribuído para esse fato estão: indiferença quanto aos conhecimentos escolar demonstrada muitas vezes durante as aulas; minha inabilidade enquanto professor em motivar a participação de todos em todos os momentos; problemas pessoais, de ordem física, psicoemocional e familiar; irrelevância do sistema avaliativo escolar para a aprovação no ano letivo; as dificuldades de relacionar a vida de estudante com as exigências de uma rotina de trabalho; uma cultura escolar em que a avaliação não é vista como parte integrante do processo de ensino-aprendizagem; ou mesmo os efeitos da viagem realizada nos dias anteriores. Seria necessário mais tempo e vivência para saber identificar quais deles mais contribuíram. Ainda assim, buscarei abrir, em diálogo com a professora Susana, uma nova oportunidade de entrega para que os alunos tenham uma última chance – que, por motivo de tempo, não será relatada nesse trabalho.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um pensamento curioso me ocorreu, em algum momento desse semestre, e o guardei para com ele iniciar essas últimas considerações acerca das experiências vividas no estágio docente. *Quanto mais longe avançamos na nossa jornada, mais devemos nos certificar de que não esquecemos onde ela teve início; e olhar para o que vivemos pode nos auxiliar a melhor compreender quem somos e trabalhar por quem seremos.* Ao final deste trabalho acadêmico, que marca a conclusão do Estágio de Docência e do curso de graduação em Licenciatura em Física, foi preciso, para mim, voltar ao começo.

Confesso que sempre considerei a volta ao lar como sendo a melhor parte de uma viagem, pois sempre voltei um pouco diferente do modo que parti, e assim a familiaridade do lar poderia ser sempre novidade. Há dois modos de se voltar para casa, diria G. K. Chesterton (2014, p. 9). O mais simples deles é não a deixar, enquanto o outro consiste em percorrer o mundo até que enfim se consiga retornar ao mesmo lugar que um dia foi deixado para trás. Eu optei por esse segundo caminho. Viajei o mundo apenas na cidade de Porto Alegre, em minha trajetória durante a graduação em Licenciatura em Física, durante o Estágio de Docência em Física e, por que não dizer, durante minha vida completa. Voltar para casa, aqui, significa a lembrança de como vivi o começo até aqui – e espero poder dizer que me ajudará a dar sentido àquilo que ainda viverei. Assim, para melhor entender a conclusão do Estágio de Docência em Física, é preciso que seja realizada uma explicação sobre o que me levou a estar lá, a desejar ser professor de Física, a desejar realizar as coisas como as fiz.

Nasci e cresci em uma família de classe média baixa, morando em uma casa pequena em um bairro periférico da capital gaúcha. Meus pais valorizaram muito a minha educação e, apesar das dificuldades financeiras e das longas rotinas de trabalho, nunca desistiram de lutar para que eu fosse alguém melhor do que eles tiveram a oportunidade de ser. Hoje percebo que este foi um dos mais importantes privilégios que tive a oportunidade de receber, ao longo da minha história de vida e de minha trajetória acadêmica. Por causa disso, também consigo entender que muitos jovens, em especial alguns dos alunos meus, não os tiveram; o que talvez possa justificar parte da suas atitudes, mas não todas.

Estudei em escolas públicas estaduais durante toda a escolarização básica – até a antiga quinta série (hoje sexto ano do ensino fundamental) em uma escola do bairro, logo após em uma escola no bairro vizinho e, por fim, o Ensino Médio uma escola no Centro Histórico de Porto Alegre. Era considerado pelos colegas e professores como o aluno que *vai bem* em todas as disciplinas, que *tem facilidade*, com o título de *inteligente* – dele, nunca gostei; considerava-o reducionista, deixando de fora muitas outras capacidades e habilidades daqueles que não eram considerados dessa maneira. Todas essas escolas possuíam as mesmas características daquelas

relatadas nos noticiários, e que também encontrei na escola de regência em que atuei – com as melhores iniciativas de alguns professores e funcionários, com possibilidades de se tornarem espaços de criação e de transformação da realidade social, mas ainda assim sendo relegadas a serem ambientes sucateados, muitas vezes permeados de excessivos sofrimentos e onde impera o desprezo pelos profissionais que ali exercem sua profissão.

Foi nos corredores da minha escola de Ensino Médio que, pela primeira vez, tive contato com experiências mais profundas acerca da docência: dei aulas particulares (para colegas com dificuldades em Ciências da Natureza e Matemática) e tive a oportunidade de ter proximidade com muitos professores, observando o seu trabalho além da sala de aula (tomando chimarrão na sala da Vice-Direção durante o intervalo, por exemplo, onde podia de vez em quando acompanhar conversas e afazeres administrativos – abrindo espaço a uma percepção de professor enquanto ser humano, do mesmo modo que eu). Foram momentos como esses que, hoje posso perceber, foram fundamentais para minha escolha profissional. Não é a profissão dos meus sonhos ou meu sonho realizado – como muitos tentam encarar suas escolhas profissionais hoje em dia – nem minha vocação<sup>31</sup>. É a profissão que escolhi desempenhar, no concreto da minha vida, e que a cada dia pode se configurar mais e mais à minha opção de vida. E que tem muito me encantado e da qual tenho me enamorado cada dia mais.

Mais cedo do que considero apropriado, tomei a decisão de escolha profissional. Eu não era o melhor dos alunos nas disciplinas de Física – e, verdade seja dita, não tive um Ensino de Física consistente durante os dois primeiros anos do Ensino Médio. Sempre tive interesses diversos, como Ciência, Religião, Filosofia, História e Desenho. Era uma pessoa muito tímida, muito mais que hoje, mas que já demonstrava algum interesse na educação. Embora nada parecesse convergir para uma escolha durante o último semestre do terceiro ano do Ensino Médio, cursado em 2013, tomei a decisão de prestar o vestibular para o curso de Licenciatura em Física na UFRGS – que parecia ser um curso interessante, sendo capaz de oportunizar o diálogo entre muitos dos meus interesses, mas que na hora não pude avaliar se havia sido a melhor decisão possível (hoje agradeço a Deus por tê-la tomado). Após quatro dias de prova, fui aprovado – e pude iniciar o curso de graduação no primeiro semestre de 2014.

Os primeiros dois anos do curso de graduação se constituíram de alguns aprendizados valiosos de conhecimentos da Física e da Educação; hoje percebo, porém, quanto foi difícil vivenciar as disciplinas, e quanto elas proporcionaram marcas na minha percepção acerca do Ensino de Física com as quais preciso ainda lidar. As disciplinas de Física Básica – tanto teóricas quanto experimentais – em geral, foram realizadas de maneira a reforçar concepções de ensino-aprendizagem tradicionais, sendo centradas no professor e tendo como foco o conteúdo a ser

---

<sup>31</sup> A essa palavra guardo o significado religioso de *chamado de Deus*.

estudado, incentivando prioritariamente a aprendizagem individual<sup>32</sup>. Também é importante relatar o desenvolvimento de um receio acerca das atividades experimentais, desenvolvidos nas disciplinas de Física Experimental dos primeiros semestres, marcadas pela realização de experimentos fechados, atividades de descoberta das equações científicas, da não atribuição de significado (por minha parte, na época) aos infundáveis cálculos de incerteza e de um número excessivo de relatórios que impedia sua realização com dedicação. Junto com essas dificuldades somava-se a pouca articulação entre os diferentes conhecimentos dessas disciplinas com os conhecimentos das disciplinas específicas da Área de Educação. A impressão que tinha era de que não chegaria à sala de aula como professor. Nunca me agradou essa relação dicotômica<sup>33</sup> – em especial por que, nesse período de tempo, vivia mais tempo na Faculdade de Educação (atuando no setor administrativo e como bolsista de iniciação científica acerca da Educação de Jovens e Adultos e Educação Profissional) do que no Instituto de Física (onde, na maior parte das vezes, apenas participava das aulas). Talvez por conta dessa percepção não aproveitei de modo adequado essa primeira parte do curso.

A partir da metade do curso, as disciplinas básicas e introdutórias cederam lugar às de caráter específico para o Ensino de Física. Essa mudança foi acompanhada de uma maior presença minha no Instituto de Física, acompanhando palestras e participando de eventos. Marcaram a minha caminhada, sobretudo, as disciplinas de *Políticas Públicas para o Ensino de Física*, favorecendo a reflexão acerca da educação enquanto atividade permeada por aspectos sociais, em especial políticos, em nível nacional, regional e municipal – na qual reavivei a esperança na educação enquanto atividade transformadora de vidas e de realidades sociais, sem por isso ser utópica; *Metodologia do Ensino de Física* (I e II), contribuindo com subsídios para que a ação do professor em sala de aula seja realizada de maneira refletida e consciente, e não modo acrítico; *Instrumentação para Laboratório*, disciplina responsável pelo início da modificação do meu olhar acerca da atividade experimental na Física e no seu ensino; *Pesquisa em Ensino de Física*, cujas reflexões foram de grande contribuição, me ajudando a compreender que eu sentia uma inclinação não só pelo Ensino de Física, mas também pela Pesquisa em Ensino de Física; e *História da Física e Epistemologia*, uma das disciplinas que mais desejava cursar durante a graduação, cujos conhecimentos me auxiliaram a compreender de maneira mais aprofundada a Ciência enquanto construção e atividade humana – cuja influência foi decisiva nas escolhas docentes para a elaboração da Unidade de Ensino descrita nas seções anteriores.

---

<sup>32</sup> É preciso mencionar a notável exceção da disciplina de Física Geral III, que serviu para compor um dos estudos da dissertação de mestrado de Oliveira (2016), na qual foram utilizados métodos ativos de inversão de sala de aula, como o *Peer Instruction*, o *Just-in-time Teaching* e o *Team Based Learning*.

<sup>33</sup> Hoje, após a reestruturação do currículo do Curso de Licenciatura em Física iniciada em 2016, o curso parece se encaminhar para um maior equilíbrio e uma melhor inter-relação entre os conhecimentos das disciplinas de ciências duras e disciplinas didático-educativas.

Ao longo desse período, minha participação enquanto acadêmico no Instituto de Física cresceu – em especial, integrando o Grupo de Ensino de Física como bolsista de iniciação científica, sob a orientação da professora Dra. Eliane Angela Veit. Participar dessa pesquisa foi, sem dúvida, uma das melhores experiências que tive durante a graduação – cujo referencial de Comunidade de Prática, proposto por Wenger (1998), profundamente modificou minha percepção acerca dos significados de aprender e ensinar e suas relações com identidade, participação, significação e comunidade<sup>34</sup>. Também, a partir desse período, pude perceber o quanto não apenas as disciplinas são capazes de nos formar enquanto profissionais, mas que essa formação decorre de todas as experiências (boas ou nem tanto) que vivenciamos ao longo da graduação.

Por fim, depois de cinco anos no curso, estive apto para realizar o Estágio de Docência em Física. Esse momento, para mim, só pode ser caracterizado como um mergulho na realidade da profissão, no cotidiano do ambiente escolar, na vida de estudantes e professores, de pessoas reais que passam grande parte das suas vidas na escola. Antes de iniciá-lo, sentia que ainda não estaria pronto, que nem toda minha caminhada no curso de Licenciatura em Física poderia dar conta de me preparar para toda a riqueza de situações que poderiam me esperar nessa etapa da graduação. Após terminá-lo, posso perceber que estava certo e também errado. Não estava plenamente preparado, mas de algum modo não precisava estar; poderia crescer, e cresci, ao longo desse semestre. Em especial, cresci na compreensão de que a experiência do Estágio de Docência em Física e da profissão são vivências compostas de momentos bons e ruins; de acordo com o modo em que essas experiências foram integradas na minha história, deixaram marcas importantes em quem sou e, certamente, em quem serei.

Durante esses quatro meses pude vivenciar momentos de *grandes pequenos* aprendizados. Aprender como utilizar o quadro-branco a seu favor, como realizar a chamada e manter a atenção às atividades dos alunos e como encarar o silêncio e a apatia. Aprender a olhar os estudantes nos olhos enquanto se busca manter um diálogo educativo, a ser compassivo com suas dificuldades de alunos e professores e aprender a exigir sem amedrontar. Aprender a estar atento às expressões faciais e interações em sala enquanto se realiza uma atividade ou outra, a escutar os alunos que se encontram mais afastados e a motivar a participação do aluno. Aprender a construir aparatos experimentais para realizar atividades demonstrativas experimentais em sala de aula, a conduzir uma discussão, a elaborar provas que estejam adequadas ao nível de ensino oferecido aos alunos. Aprender a contar a história, a partir da minha ótica, sendo fiel às descrições dos acontecimentos da sala de aula. Em especial, aprender a se aproximar do nível do aluno e equilibrar minhas expectativas em relação à docência com as expectativas dos alunos.

---

<sup>34</sup> Muitas das minhas reflexões neste trabalho levam em consideração a Teoria Social da Aprendizagem desse autor. Em especial, as reflexões do primeiro parágrafo da introdução.

Nesse período de vivências e convivências – entre aulas de estágio, observações planejamento de atividades e escrita de planos de aula, preparação e apresentação de microepisódios de ensino, regência de turma e escrita deste trabalho – talvez tenha chegado pela primeira vez a conseguir descrever (mesmo que de maneira imprecisa) o que significa ser um bom professor. Não significa ensinar de maneira perfeita ou mesmo criar uma lição que agradará a colorados e gremistas, ideal ao ponto de não precisar levar em conta o modo como ela se adequará ao concreto da sala de aula. Ser um bom professor, conforme pude refletir, significa ser um profissional que não desiste de ser melhor. Significa perceber que falhas ocorrem e que não são fatais, mas que podem ser experimentadas enquanto oportunidades de crescimento – *o fracasso é um bom professor*, brincávamos nas aulas presenciais de Estágio<sup>35</sup>. Significa buscar aprimorar-se cada vez mais enquanto professor, criando e explorando oportunidades de aprendizagem no hoje um pouco melhores do que as de ontem. Significa, sobretudo, não deixar de aprender.

Avalio que a perspectiva adotada para a construção, desenvolvimento e concretização da Unidade de Ensino foi adequada e, sobretudo, engrandecedora das interações em sala de aula. Apesar das dificuldades que os alunos demonstraram em compreender que a ideia de um conhecimento científico único, estável e completamente verdadeiro não corresponde à realidade do empreendimento humano que chamamos Ciência, pude perceber um progresso muito grande em relação a uma visão adequada da atividade científica. Embora a maior parte das discussões, acerca da Natureza da Ciência e do papel desempenhado pela Modelagem Científica enquanto mediadora entre teoria e realidade, ocorreram de maneiras simples entre explicações ou exemplos, elas aconteceram e pareceram ter sido de algum proveito para os alunos – e creio que as pequenas ideias contidas em sala de aula poderão ser aprofundadas ao longo da vida adulta de cada um. Ainda assim, apesar de considerar que a introdução de elementos de Epistemologia no Ensino de Física seja de grande valor, posso perceber que essa proposta metodológica encontra muitas dificuldades práticas em sua realização. Algumas delas foram enfrentadas por mim ao longo dessa construção dessa Unidade de Ensino – as limitações impostas pelo tempo em sala de aula, a necessidade de trabalho com os muitos conteúdos presentes no currículo e o grande esforço demandado para a elaboração de aulas utilizando essa abordagem.

Junto aos aprendizados construídos ao longo do semestre, em especial no período de regência da turma 310, pude também perceber que poderia ter realizado melhor ou de maneira mais adequada muitas das atividades que propus aos alunos. Creio que teria investido ainda mais na diversificação metodológica das atividades – seria essa necessidade de um constante estímulo novo, de uma paixão por novidade, um sintoma daqueles jovens específicos, ou algo presente na sociedade como um todo? Ainda não sei essa resposta, mas continuarei a refletir sobre a questão.

---

<sup>35</sup> Uma paráfrase de “maior professor, o fracasso é”, dita por Yoda, conhecido personagem da obra de George Lucas.

Dividiria as avaliações realizadas pela turma, realizando entregas ao longo da Unidade de Ensino e retornando suas avaliações mais cedo. Não que a avaliação tenha sido, para os alunos que a realizaram até o final da entrega desse documento, um desastre; mas sinto que teria sido mais adequado utilizar esse tipo de avaliação também em uma perspectiva de avaliação para a aprendizagem, não deixando-as inevitavelmente no final da Unidade de Ensino. Além disso, programaria períodos de atividade dedicadas exclusivamente à realização de exercícios (pois os exercícios programados para as aulas, em todos os casos, precisaram ser retirados por limitações temporais) ainda nas primeiras aulas, não os utilizando apenas no final da Unidade de Ensino. Percebo, agora, que um ensino que priorize a aprendizagem conceitual não significa relegar o status de apêndice para qualquer atividade em forma de exercício a ser realizada em aula. Por fim, investiria de modo diferente no uso do método *Peer Instruction* – ao perceber as dificuldades enfrentadas na Aula 4, tomei a má decisão de deixar o método de lado e de não o utilizar em outras aulas. Talvez pudesse ser realizado de modo mais pontual, e não em dois períodos seguidos? Ou mesmo em apenas um dos períodos? São possibilidades que poderia ter considerado.

*Tenhamos presente que aquilo que podemos fazer é simplesmente uma gota no oceano. E, no entanto, se faltasse essa gota, sem dúvida o oceano seria menor.* A epígrafe deste trabalho acadêmico não foi escolhida por acaso. Essas palavras – ditas pela religiosa albanesa, que vivia e atuava nos bairros extremamente pobres da cidade de Calcutá, na Índia, dirigidas às primeiras das religiosas que ousavam acompanhá-la no início da Ordem das Missionárias da Caridade – tiveram eco na minha mente e coração. E espero que também nas minhas ações. Ajudaram-me a ter consciência de que todo o trabalho realizado aqui é pequeno, extremamente pequeno. Apenas uma Unidade de Ensino, idealizada por um professor sem muita experiência com sala de aula e realizada ao longo de sete aulas no final da vida de estudos obrigatórios de alguns poucos alunos. Mas também me levam a refletir a grande importância das pequenas coisas – das pequenas atitudes, dos pequenos gestos. Com certeza, posso dizer que minha experiência nesse Estágio de Docência em Física é uma pequena parte da história dos sujeitos nela envolvidos, e menor ainda no oceano da história de toda a humanidade; mas, ainda assim, sem ela, essa história não seria tão completa.

Com o término dessa jornada, voltei para casa. Diferente. Um professor melhor que antes. Um educador mais humano. Pronto para um novo caminhar.

## 7. REFERÊNCIAS

- ARAUJO, I. S. Simulação e Modelagem Computacionais como recursos auxiliares no Ensino de Física Geral. 230 f. Tese (Doutorado em Física) – Programa de Pós-Graduação em Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.
- ARAUJO, I.S.; MAZUR, E. Instrução Pelos Colegas e Ensino Sob Medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de Ensino-Aprendizagem de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 30, n. 2, p. 362-384, ago. 2013.
- BRANDÃO, R. V.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. *Introdução à Modelagem Científica*. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, v. 21 n. 6, 2010. (Textos de Apoio ao Professor de Física)
- BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF, 1988.
- \_\_\_\_\_. *Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996*. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF, dez. 1996.
- \_\_\_\_\_. *Lei nº 11.274, de 6 de fevereiro de 2006*. Altera a redação dos arts. 29, 30, 32 e 87 da Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, dispondo sobre a duração de 9 (nove) anos para o ensino fundamental, com matrícula obrigatória a partir dos 6 (seis) anos de idade. Brasília, DF, fev. 2006.
- \_\_\_\_\_. *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais*. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. 2002.
- CAVALCANTI, C. J. de H.; OSTERMANN, F. *Roteiro para construção do Projeto (trabalho final da disciplina)*. Não publicado, 2012.
- CHESTERTON, G. K. (1925) *O Homem Eterno*. Campinas: CEDET, 2014.
- CONSELHO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO (RS). *Parecer CEEEd nº 545/2015*. Diretrizes Curriculares Gerais para a Educação Básica: educação infantil, ensino fundamental e ensino médio no Sistema Estadual de Ensino. 10 de julho de 2015.
- CUDMANI, L. C. de; SANDOVAL, J. S. de. Modelo Físico e Realidade. Importância epistemológica de sua adequação quantitativa. Implicações para a Aprendizagem. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.8, n. 3, p. 193-204, dez. 1991.
- DECLARAÇÃO UNIVERSAL DOS DIREITOS HUMANOS. Assembleia Geral das Nações Unidas em Paris. 10 dez. 1948. Disponível em: <<https://www.ohchr.org/EN/UDHR/Pages/Language.aspx?LangID=por>>. Acesso em: 22 nov. 2018.
- DITTRICH, A.; STRAPASSON, B. A.; SILVEIRA, J. M. da; ABREU, P. R. Sobre a observação enquanto procedimento metodológico na análise do comportamento: positivismo lógico, operacionismo e behaviorismo radical. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*. [online], vol.25, n.2 [cited 2018-11-02], pp.179-187, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-37722009000200005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-37722009000200005&lng=en&nrm=iso)>.

FORATO, T. C. de M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. de A. Historiografia e Natureza da Ciência na Sala de Aula. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.28, n. 1, p. 27-59, abr. 2011.

KNEUBIL, F. B.; KARAM, R. Keyhole: Equal signs as bridges between the phenomenological and theoretical dimensions. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 39, n. 2, 2013.

KNIGHT, R. D. *Física: uma abordagem estratégica: eletricidade e magnetismo*. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. v. 3.

LEITE, S. A. da S.; KAGER, S. Efeitos aversivos das práticas de avaliação da aprendizagem escolar. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*. [online]. 2009, vol.17, n.62, pp.109-134. ISSN 0104-4036. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-40362009000100006>.

LUZ, A. M. R. da; LUZ, B. A. R. da. *Física: contexto & aplicações*. 1 ed. São Paulo: Scipione, 2011. v. 3. (Física Contexto & Aplicações).

MACHADO, M. A.; OSTERMANN, F. *Unidades didáticas para a formação de docentes das séries iniciais do ensino fundamental*. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, v. 17, 2006. (Textos de Apoio ao Professor de Física)

MASSONI, N. T. A Epistemologia Contemporânea e suas contribuições em diferentes níveis de Ensino de Física: a questão da Mudança Epistemológica. 412 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Física, Universidade Federal do Rio Grando do Sul, 2010.

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.12, n. 3, p. 164-214, dez. 1995.

MAZUR, E. *Peer Instruction: a revolução da aprendizagem ativa*. Trad. Anatólio Laschuk. Porto Alegre: Penso, 2015.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares*. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011a.

\_\_\_\_\_. *Teorias de Aprendizagem*. 2. ed. ampl. São Paulo: EPU, 2011b.

\_\_\_\_\_. *A Teoria da Aprendizagem Significativa*. 2. ed. rev. Porto Alegre, 2016. (Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências).

MOREIRA, M. A., ARAUJO, I. S., HILGER, T. R.; PANTOJA, G. C. Atividades colaborativas presenciais: um exemplo em Física Geral. Porto Alegre: Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, v. 22, 2011. (Coleção Textos de Apoio ao Professor de Física).

NUSSBAUM, E. M.; SINATRA, G. M.; POLIQUIN, A. Role of Epistemic Beliefs and Scientific Argumentation in Science Learning. *International Journal of Science Educacion*, vol. 30. n. 15. p.1977-1999. dez. 2008.

OLIVEIRA, T. E. de. *Aprendizagem de Física, Trabalho Colaborativo e Crenças de Autoeficácia: um estudo de caso com o método Team-Based Learning em uma disciplina introdutória de*

Eletromagnetismo. 209 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grando do Sul, 2016.

OLIVEIRA, T. E. de; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Aprendizagem Baseada em Equipes (Team-Based Learning): um método ativo para o Ensino de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 33, n. 3, p.962-986, 2016a.

\_\_\_\_\_. Sala de Aula Invertida (Flipped classroom): Inovando as aulas de Física. *Física na Escola*, v. 14, n. 2, 2016b.

PIETROCOLA, M.; POGIBIN, A.; ANDRADE, R. de; ROMERO, T. R. *Física em contextos: pessoal, social e histórico: eletricidade e magnetismo, radiação e matéria*. 1. ed. São Paulo: FTD, 2011. v. 3.

RICARDO, E. C. Problematização e contextualização no ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P. de (org). *Ensino de Física*. São Paulo: Cengage CTP, 2010. p. 29 - 50. (Ideias em Ação)

RIO GRANDE DO SUL. *Lei nº 14.705, de 25 de junho de 2015*. Institui o Plano Estadual de Educação – PEE –, em cumprimento ao Plano Nacional de Educação – PNE –, aprovado pela Lei Federal nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Porto Alegre, RS, jun 2015.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado da Educação. Reestruturação Curricular. Ensino Fundamental e Médio. Documento Orientador. Porto Alegre, 2016.

SILVEIRA, F. L. da; PEDUZZI, L. O. Q. Três Episódios de Descoberta Científica: da caricatura empirista a uma outra história. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 23, n. 1, p.26-52, 2006.

VÁLIO, A. B. M.; FUKUI, A.; FERDINIAN, B.; OLIVEIRA, G. A. de; MOLINA, M. de M.; VENÊ. *Física: 3º ano*. 3. ed. São Paulo: Edições SM, 2016. (Ser Protagonista).

## APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO DE PREPARAÇÃO PARA AS AULAS

Este apêndice contém o instrumento utilizado como referencia para a compreensão da relação entre os alunos e a disciplina de Física, fundamental para o desenvolvimento da Unidade de Ensino.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
COLÉGIO ESTADUAL PROTÁSIO ALVES  
Questionário de Preparação para as Aulas

**Nome:**

**Idade:**

**Turma:**

Caro aluno, este questionário foi elaborado para que eu, professor Douglas Grando de Souza, pudesse conhecer melhor você e sua relação com a Física. Estas respostas são importantes, pois serão utilizadas para um melhor aproveitamento do período de regência de turma. Somente eu terei acesso a estas respostas. Por favor, responda-as com a maior atenção e dedicação possível.

1) **Qual sua disciplina favorita e qual você menos gosta? Por quê?**

---

---

---

---

2) **Você gosta de Física? Comente sua resposta.**

---

---

---

---

3) **Complete a sentença: “Eu gostaria mais de Física se...”**

---

---

---

---

4) **O que você acha mais interessante na Física? E menos interessante?**

---

---

---

---

Continua no verso...

5) **Que tipo de assunto você gostaria que fosse abordado nas aulas de Física?**

---

---

---

6) **Você vê alguma utilidade em aprender Física? Comente sua resposta.**

---

---

---

7) **Quais dificuldades você costuma ter ao estudar Física?**

---

---

---

8) **Você trabalha? Se sim, em quê?**

---

---

---

9) **Qual profissão você pretende seguir?**

---

---

---

10) **Pretendes fazer algum curso de Ensino Superior (faculdade)? Qual? Em que instituição?**

---

---

---

Muito obrigado pelas suas respostas!

## APÊNDICE B: CRONOGRAMA DE REGÊNCIA

Este apêndice contém o Cronograma de Regência desenvolvido ao longo do período de planejamento e modificado ao longo do período de regência, de modo a se ajustar ao efetivamente desenvolvido com a turma de regência.

A	Data	Local	Conteúdo	Objetivos de ensino	Estratégias de Ensino
1	08/10/18	Sala 306 (sala de vídeo, 3º piso)	Natureza da Ciência; Modelos Científicos; Circuitos Elétricos: elementos básicos e representação.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Apresentar aos alunos o conteúdo e a forma como será trabalhado ao longo da Unidade de Ensino, tomando como base os resultados do questionário sobre atitudes em relação à Física aplicado aos alunos;</li> <li>· Discutir o papel e a natureza da Ciência, vinculada às Visões Epistemológicas Consensuais;</li> <li>· Discutir o processo de Modelagem Científica;</li> <li>· Apresentar aos alunos a representação esquemática de circuitos, com seus principais elementos.</li> </ul>	Apresentação de <i>Slides</i> ; Exposição dialogada; Discussão em grupo.
2	22/10/18	Sala 301 (sala da turma, 3º piso)	Energia Elétrica; Fontes de Tensão; Tomadas; Pilhas e Baterias;	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Apresentar aos alunos um vídeo sobre o mundo sem energia elétrica, a fim de discutir sua importância em nossas vidas.</li> <li>· Explicar o funcionamento das Fontes de Tensão Elétrica, com exemplos básicos de pilhas e tomadas;</li> <li>· Apresentar aos alunos o multímetro em suas funções como voltímetro e amperímetro;</li> <li>· Fazer uma demonstração experimental a respeito de uma pilha de Daniel.</li> <li>· Discutir a diferença entre fontes contínuas e alternadas.</li> <li>· Distribuir a Lista de Exercícios a ser entregue na última aula.</li> </ul>	Apresentação de Vídeos; Discussão em grupo; Exposição dialogada; Demonstração experimental.
3	29/10/18	Sala 301 (sala da turma, 3º piso)	Resistores; Resistência Elétrica; Regime Ôhmico e Não-Ôhmico; Resistividade;	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Realizar uma atividade experimental envolvendo a medição e comparação da intensidade da corrente elétrica em circuitos elétricos com diferentes resistores.</li> <li>· Realizar uma exposição sobre o conceito de resistência elétrica e sobre resistores elétricos e sua função em um circuito elétrico;</li> <li>· Traçar gráficos do tipo <math>i \times \Delta V</math> para resistores ôhmicos e não-ôhmicos, comparando-os;</li> <li>· Destacar a diferença entre a definição de resistência e a linearidade dos regimes ôhmicos;</li> <li>· Realizar um dos exercícios da Lista de Exercícios;</li> <li>· Destacar os fatores que influenciam na resistência elétrica de um resistor com o auxílio de um circuito elétrico com diferentes resistores.</li> </ul>	Demonstração experimental; Resolução Conjunta de Exercícios; Exposição dialogada.

A	Data	Local	Conteúdo	Objetivos de ensino	Estratégias de Ensino
4	05/11/18	Sala 306 (sala de vídeo, 3º piso)	Energia Elétrica; Potência Elétrica;	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Discutir o consumo energético e iniciativas para sua redução;</li> <li>· Aplicar o Método <i>Peer Instruction</i> com os alunos.</li> <li>· Explicar o conceito de Potência Elétrica e de Energia Elétrica, bem como expressar a potência elétrica dissipada por resistores.</li> <li>· Explicar o Efeito Joule, interpretando-o microscopicamente.</li> </ul>	Exposição dialogada; Método <i>Peer Instruction</i> .
5	12/11/18  A aula iniciará às 8h50, e cada período terá duração de 40min.	Sala 301 (sala da turma, 3º piso)	Associação de Resistores; Associação de Resistores em Série; Resolução de Exercícios; Lista de Exercícios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Comparar circuitos elétricos em série e em paralelo.</li> <li>· Apresentar a equação da resistência elétrica equivalente do circuito elétrico para associações de circuitos em série.</li> <li>· Realizar exercícios com os alunos sobre os conteúdos vistos até aqui.</li> </ul>	Exposição Dialogada; Resolução conjunta de exercícios; Resolução individual de exercícios.
6	19/11/18	Sala 301 (sala da turma, 3º piso)	Resolução de Exercícios; Lista de Exercícios; Revisão.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Disponibilizar tempo para que os alunos realizem a Lista de Exercícios.</li> <li>· Trabalhar dúvidas dos alunos.</li> </ul>	Resolução individual de exercícios; Resolução conjunta de exercícios.
7	26/11/18	Sala 301 (sala da turma, 3º piso)	Prova.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Aplicação da Prova Semestral: prova individual, com consulta à folha de resumo elaborado por cada aluno.</li> <li>· Recebimento das Listas de Exercícios e da Prova Trimestral de cada aluno.</li> </ul>	Prova individual com resumo elaborado pelo aluno; Entrega da Lista de Exercícios.

## APÊNDICE C: AVALIAÇÕES

A quantidade e natureza das avaliações foi escolhida segundo as indicações da professora da turma. Neste apêndice se encontram a Lista de Exercícios, a Prova Trimestral e o Plano Pedagógico Didático de Apoio (PPDA, aplicado pela professora Susana), além dos seus respectivos gabaritos.

### LISTA DE EXERCÍCIOS



#### Lista de Exercícios

Prof. Douglas Grando

Nome:

1. O que é um circuito elétrico?
2. Qual a função de uma fonte de tensão elétrica em um circuito?
3. Como uma pilha consegue manter uma tensão elétrica em um circuito?
4. Como se relacionam a diferença de potencial elétrico e a corrente elétrica?
5. Na aula de Física, um jovem montou um circuito elétrico muito simples, constituído de uma pilha, uma lâmpada e um conjunto de fios, como na foto abaixo.



Fonte: EnergiaElétrica.net.

Se a queda de potencial elétrico nos fios e chave pudesse ser desprezada, qual das alternativas abaixo está correta?

- a) A diferença de potencial estabelecida no circuito é constante e alternada.
- b) Existem mais elétrons na corrente elétrica antes da lâmpada do que depois dela.
- c) A diferença de potencial elétrico estabelecida nas extremidades circuito elétrico é o dobro da fornecida pela pilha.

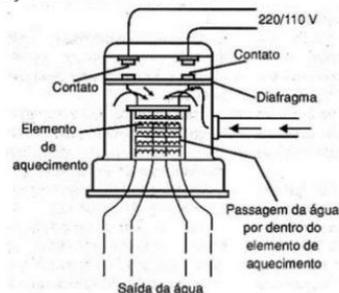
- d) Se trocássemos a pilhas por duas pilhas, a intensidade da corrente elétrica cairia pela metade.
- e) A diferença de potencial elétrico fornecida pela pilha é a mesma que a queda de potencial na lâmpada.

6. Represente esquematicamente, utilizando os símbolos convencionais, o circuito elétrico da figura do exercício anterior.

7. Como é definida a resistência elétrica de um dispositivo? O que ela representa e como pode ser equacionada?

8. Como se comporta a resistência elétrica com a variação da intensidade da diferença de potencial elétrico em regimes ôhmicos e não-ôhmicos? Para os dois casos, deixa de ser válida em algum momento a definição de resistência elétrica?

9. Um chuveiro comum, ou chuveiro elétrico, é composto por um circuito elétrico contendo um elemento de aquecimento, por uma peça móvel chamada *diafragma* e por uma câmara de armazenamento de água. A figura abaixo ilustra a constituição do chuveiro elétrico.



Fonte: Portal Eletricista.

a) O elemento resistivo de um chuveiro é comumente chamado de *resistência*. Considerando as discussões sobre Física feitas em

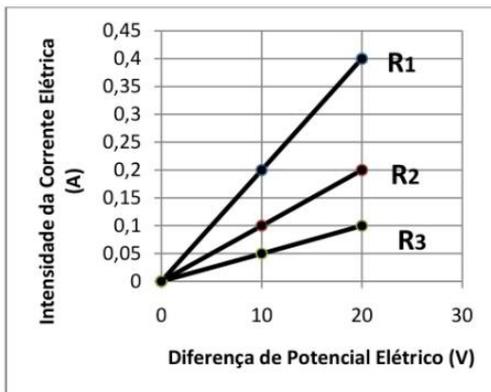
aula, essa nomenclatura é a mais adequada? Por quê?

b) Qual função do diafragma e como ele pode ser interpretado como um elemento do circuito elétrico associado ao chuveiro?

c) Se uma corrente elétrica de 22A percorre o resistor ligado à rede elétrica residencial de 220V, qual a sua resistência elétrica?

d) O elemento de aquecimento é mergulhado na água para que possa aquecê-la. Por que então não tomamos choques elétricos ao tomarmos banho?

10. O gráfico abaixo mostra o comportamento da corrente elétrica em função da diferença de potencial estabelecida em três resistores ôhmicos, quando se aplicam diferenças de potencial em cada um separadamente.



Qual das três resistências é a maior? Qual o seu valor?

11. O poraquê (*Electrophorus electricus*) é uma espécie de peixe-elétrico comum no Brasil. Possui células capazes de gerar uma diferença de potencial elétrico ao longo do seu corpo. Uma pessoa, totalmente imersa na água, tem de uma mão à outra uma resistência elétrica de aproximadamente 200Ω. Se o poraquê consegue estabelecer entre seu corpo uma diferença de

potencial elétrico de 250V, qual o provável efeito ocorrerá a uma pessoa que, desapercebida, encoste acidentalmente nessa espécie de peixe-elétrico com as duas mãos?

12. Quais fatores influenciam na resistência elétrica de um resistor? O que é resistividade?

13. Você tem a disposição para construir um circuito cinco resistores para montar um circuito elétrico, além de uma chave e uma fonte de tensão. Para montar o circuito elétrico, você utilizará apenas um resistor. As características dos circuitos são dadas na tabela a seguir:

Resistor	Resistividade	Comprimento	Área
1	$\rho$	2L	A
2	$2\rho$	L	2A
3	$\rho$	(0,25) L	2A
4	$(1,5)\rho$	2L	A
5	$4\rho$	(0,25) L	(0,5)A

a) Qual dos resistores você utilizaria se fosse necessário construir um circuito com a menor corrente elétrica?

b) Qual seria o resistor adequado para que a corrente no circuito fosse a maior possível?

14. O que é Potência Elétrica Dissipada e de quais fatores ela depende?

15. Explique com suas palavras o que é o Efeito Joule.

16. Um chuveiro elétrico é ligado à rede elétrica de uma casa (220V) e percorrido por uma corrente elétrica de 25A. Uma família de quatro pessoas utiliza o chuveiro para banhos diários, de 15min para cada pessoa. Determine a economia na conta de luz representada pela redução dos banhos diários de 15min para 10min, sabendo que o preço do kWh cobrado na residência é igual a R\$0,50.

17. Por medidas de segurança, muitos equipamentos eletrônicos possuem um dispositivo chamado *fusível*. Ele consiste em um pequeno fio

metálico, de ponto de fusão baixo, inserido em um tubo de vidro. Seu papel é proteger circuitos elétricos contra sobrecargas energéticas. Utilizando seus conhecimentos sobre Efeito Joule, explique como funciona um fusível.

**18.** (CEFET-SC - Adaptado) Um chuveiro elétrico não está aquecendo satisfatoriamente a água. Para resolver esse problema, fechamos um pouco o registro que regula a vazão de água para o chuveiro. Com esse procedimento, estamos:

- diminuindo a resistência elétrica do chuveiro.
- diminuindo a corrente elétrica que atravessa o chuveiro.
- gastando mais energia elétrica.
- diminuindo a massa de água que será aquecida por unidade de tempo.
- diminuindo a diferença de potencial nos terminais do chuveiro.

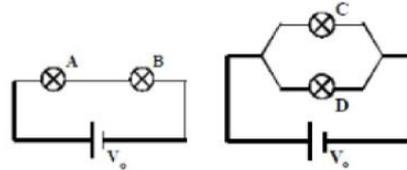
**19.** O que é um resistor equivalente?

**20.** Explique como se associam resistores em série e em paralelo.

**21.** Ao construir uma instalação elétrica, é mais vantajoso construir um circuito elétrico em que os elementos (como lâmpadas e chuveiro) estejam associados em série ou em paralelo? Explique.

**22.** Instalações elétricas antigas possuíam apenas uma rede elétrica, na qual todos os elementos se conectavam em paralelo. Um efeito comumente observado era a diminuição do brilho das lâmpadas quando se ligava algum dispositivo elétrico, como um chuveiro. Explique o que ocorre, desenhando um circuito simples para representar seu pensamento.

**23.** Dois circuitos elétricos são mostrados na figura a seguir



A fonte de tensão fornece a mesma tensão elétrica para os dois circuitos. Cada uma das quatro lâmpadas ideais (A, B, C e D) possuem a mesma resistência  $R$ . As intensidades de brilho das lâmpadas podem ser classificadas como:

- $A > B > C > D$
- $A < B < C < D$
- $B > A = D > C$
- $A = B < C = D$
- $A = B > C = D$

(P.S.: Lembre-se dos sinais de inequações:  $A > C$  indica que A é maior que C;  $A < C$  indica que A é menor que C.)

**24.** Um circuito elétrico é composto por 5 lâmpadas (A, B, C, D e E) e uma fonte de tensão elétrica. O modo como estão arranjados é tal que:

- Se A for removida, todas as outras lâmpadas se apagam.
- Se B for removida, apenas C apaga-se.
- Se D ou E for removida, nenhuma lâmpada se apaga, mas seus brilhos se modificam.

Com base nas informações dadas, desenhe esquematicamente o circuito elétrico, utilizando os símbolos convencionais de representação.

## GABARITO DA LISTA DE EXERCÍCIOS

1. Um circuito elétrico é um conjunto de elementos elétricos, componentes de aparelhos elétricos, que são conectados em geral por fios condutores e que funcionam transformando energia elétrica em outras formas de energia.

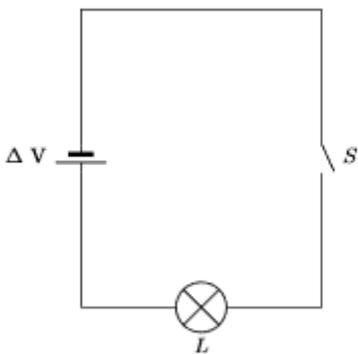
2. Estabelecer e manter a diferença de potencial necessária para gerar uma corrente no circuito elétrico, ou seja, fornecer energia elétrica para o funcionamento do circuito elétrico.

3. As fontes de tensão contínua mantêm um desequilíbrio na quantidade de elétrons através de reações químicas.

4. Ao estabelecer uma diferença de potencial elétrico em um circuito fechado faz-se com que surja uma corrente elétrica.

5. e) A diferença de potencial elétrico fornecida pela pilha é a mesma que a queda de potencial na lâmpada.

6.



7. Resistência elétrica é a capacidade que um dispositivo elétrico tem de oferecer oposição ou dificuldade à passagem de uma corrente elétrica ao ser submetido a uma diferença de potencial elétrico. É representada pela relação  $R \equiv \frac{\Delta V}{i}$ .

8. Nos regimes ôhmicos, a resistência elétrica é constante, sendo modificada em regimes não-ôhmicos. Para cada  $i$  e  $\Delta V$

correspondente,  $R$  continua a ser definida pela relação  $R \equiv \frac{\Delta V}{i}$ .

9. a) Não é adequado. Trata-se de um resistor, que tem como resistência uma das suas características.

b) Funciona como uma chave de circuito elétrico.

$$c) R \equiv \frac{\Delta V}{i} = \frac{220V}{22A} = 10\Omega$$

d) Por que a água oferece resistência elétrica muito grande, dificultando a passagem de corrente elétrica.

10. A maior resistência é a  $R_3$ , pois para um mesmo  $\Delta V$ , a intensidade da corrente elétrica que o percorre é menor. Seu valor é  $R = \frac{20V}{0,1A} = 200\Omega$ .

$$11. R \equiv \frac{\Delta V}{i}$$

$$i = \frac{\Delta V}{R} = \frac{250V}{200\Omega} = 1,25A$$

Essa corrente é suficiente para levar uma pessoa a óbito.

12. Fatores geométricos, fatores relacionados à constituição do material. Pode ser expressa como  $R = \rho \frac{L}{A}$ . Resistividade é uma característica associada ao material de que é feito o resistor, que oferece uma medida de quanto cada material oferece dificuldade à passagem de corrente elétrica.

13.

$$R_1 = \rho \frac{2L}{A} = 2R$$

$$R_2 = 2\rho \frac{L}{2A} = R$$

$$R_3 = \rho \frac{(0,25)L}{2A} = (0,125)R$$

$$R_4 = (1,5)\rho \frac{2L}{A} = 3R$$

$$R_5 = 4\rho \frac{(0,25)L}{(0,5)A} = 2R$$

- a) R4.  
b) R3.

**14.** É definida como a quantidade de energia elétrica que é dissipada por um elemento resistivo. Depende da diferença de potencial elétrico ao qual o elemento está submetido e a corrente elétrica que o percorre.

**15.** Efeito Joule é a dissipação de energia elétrica na forma de energia térmica. A ser estabelecida uma corrente elétrica, os elétrons dos condutores tem sua energia de movimento aumentada. Ao se chocar com a rede de átomos de um condutor, parte da sua energia cinética é transferida para a rede, aumentando a temperatura dela.

**16.** Com 15min

$$\frac{1}{6} \text{ h} \cdot \frac{4 \text{ pessoas}}{\text{dia}} \cdot 30 \text{ dias} = 30 \text{ h}$$

$$P = VI = 220\text{V} \cdot 25\text{A} = 5500\text{W} = 5,5\text{kWh}$$

$$E = P\Delta t = 165\text{kWh}$$

$$\text{preço} = 165\text{kWh} \cdot \text{R\$}0,50/\text{kWh} = \text{R\$}82,50$$

Com 10min

$$\frac{1}{6} \text{ h} \cdot \frac{4 \text{ pessoas}}{\text{dia}} \cdot 30 \text{ dias} = 20 \text{ h}$$

$$P = VI = 220\text{V} \cdot 25\text{A} = 5500\text{W} = 5,5\text{kW}$$

$$E = P\Delta t = 110\text{kWh}$$

$$\text{preço} = 110\text{kWh} \cdot \text{R\$}0,50/\text{kWh} = \text{R\$}55,00$$

Logo, a economia foi de R\$27,50.

**17.** Quando a corrente elétrica é excessivamente intensa, o fusível derrete, pois há muita dissipação de energia na forma de energia térmica (ou seja, pelo Efeito Joule). Quando derretido, o circuito elétrico é aberto e, por isso, podem-se evitar danos.

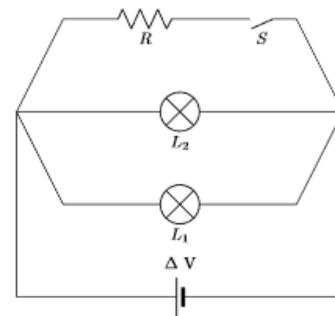
**18.** d) diminuindo a massa de água que será aquecida por unidade de tempo.

**19.** É um resistor (real ou não) que, com sua resistência elétrica, é capaz de substituir um conjunto de resistores associados em paralelo e em série.

**20.** Resistores elétricos em série são associados de modo que  $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$  e resistores elétricos em paralelo são associados de modo que  $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots$

**21.** Em paralelo. Pois danos em um dispositivo elétrico não comprometeriam a estrutura de toda a rede elétrica.

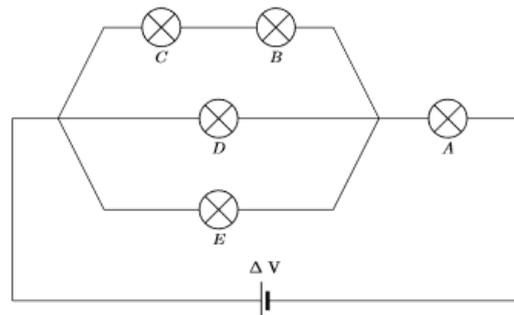
**22.**



Ao ligar o chuveiro, a quantidade de corrente elétrica que percorre cada uma das lâmpadas diminui, diminuindo assim seu brilho.

**23.** d)  $A=B<C=D$

**24.** B e C estão em série. BC está em paralelo com D e com E. O conjunto está em série com A.



## PROVA TRIMESTRAL



## Avaliação Trimestral

Nome:  
Prof. Douglas Grando

Data:

*Antes de tudo, boa prova! A avaliação vai ser realizada individualmente. Será permitida a consulta apenas ao resumo, que deve ser entregue e faz parte da avaliação. Não esqueçam das unidades de medida das grandezas físicas. **Todas as respostas devem ser justificadas, e os raciocínios apresentados.***

1. Durante nossa aula sobre fontes de tensão elétrica, realizamos uma demonstração experimental envolvendo o uso de um limão, de uma moeda de cobre e de um parafuso recoberto por zinco para a construção de uma pilha de limão. Durante a aula, foi possível ligar uma calculadora científica com o auxílio de duas dessas fontes de tensão elétrica construídas, o que também seria suficiente para ligar também uma lâmpada pequena no lugar da calculadora. Levando em consideração esse experimento, responda.

a) Qual a função de uma fonte de tensão elétrica em um circuito elétrico?

b) O que faz com que moedas e parafusos zincados, quando ligados no limão, possam constituir uma fonte de tensão elétrica?

c) Represente o circuito elétrico capaz de acender uma lâmpada pequena, usando a notação convencional de representação de circuitos elétricos.

2. Avalie as afirmativas a seguir, identificando-as como *verdadeira* (V) ou *falsa* (F). **Justifique a suas respostas:**

( ) A corrente elétrica em um circuito elétrico depende unicamente da diferença de potencial elétrico fornecida pela fonte de tensão elétrica.

( ) Quanto maior for a resistência elétrica de um resistor, menor será a corrente elétrica que ele permitirá conduzir quando estabelecida uma diferença de potencial elétrico entre suas extremidades.

( ) Os circuitos elétricos estudados em Física correspondem a modelos simplificados de circuitos elétricos reais.

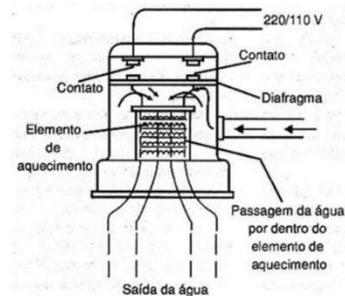
( ) Uma fonte de tensão alternada, como a tensão fornecida por uma pilha alcalina comum, é capaz de gerar uma corrente elétrica alternada em um circuito elétrico.



( ) Ao contrário da resistividade elétrica, que depende da geometria dos resistores elétricos, a resistência elétrica depende apenas das propriedades do material de que são feitos os resistores.

( ) Os conhecimentos científicos, como os conhecimentos acerca de circuitos elétricos, possuem, entre outras características, o fato de serem hipotéticos e se modificarem através do tempo.

**3.** Um chuveiro elétrico comum é composto por um circuito elétrico contendo um elemento de aquecimento, por uma peça móvel chamada *diafragma* e por uma câmara de armazenamento de água. A figura ao lado ilustra a constituição do chuveiro elétrico.



Fonte: Portal Eletricista.

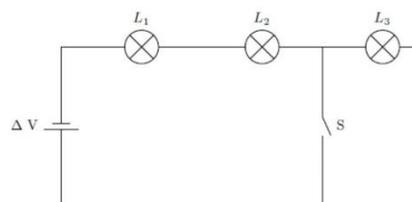
a) O elemento resistivo de um chuveiro é comumente chamado de *resistência*. Considerando as discussões sobre Física feitas em aula, essa nomenclatura é a mais adequada? Por quê?

b) Qual função do diafragma e como ele pode ser interpretado como um elemento do circuito elétrico associado ao chuveiro?

c) Se uma corrente elétrica de 20A percorre o circuito elétrico do chuveiro ligado à rede elétrica residencial de 220V, quanto custará um banho de 15 minutos se o preço do kWh é 50 centavos?

**4.** Complete as lacunas no texto:

Sabe-se que o brilho de uma lâmpada incandescente pode ser considerado, em situações ideais, é proporcional à corrente elétrica que a percorre. O circuito elétrico abaixo contém três lâmpadas ligadas em \_\_\_\_\_, uma fonte de tensão elétrica e um interruptor. O interruptor está aberto, como mostrado na figura, as lâmpadas brilham com intensidades \_\_\_\_\_, pois a corrente elétrica que as percorre é \_\_\_\_\_. Se o interruptor for fechado, a(s) lâmpada(s) \_\_\_\_\_ deixará(ão) de brilhar, enquanto que a(s) lâmpada(s) \_\_\_\_\_ brilhará(ão) \_\_\_\_\_. Isso ocorre por que a resistência elétrica equivalente do circuito elétrico \_\_\_\_\_ quando o interruptor é fechado.

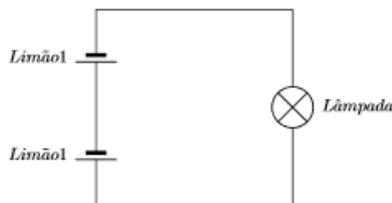


## GABARITO DA PROVA TRIMESTRAL

1. a) A função das fontes de tensão elétrica em um circuito elétrico é o fornecimento de energia elétrica para o circuito elétrico, através do estabelecimento de uma diferença de potencial elétrico.

b) Ao colocar esses dois materiais em um meio ácido, causa-se a transferência de elétrons do cobre para o zinco, de modo que o desequilíbrio de elétrons cause uma diferença de potencial elétrico entre os dois materiais.

c)



2.

(F) Depende da configuração inteira do circuito elétrico, bem como dos diferentes elementos como os resistores.

(V) Se a diferença de potencial é constante, a corrente elétrica é inversamente proporcional à resistência elétrica.

(V) A afirmação é coerente com as ideias de modelos científicos, como os circuitos elétricos estudados.

(F) As pilhas fornecem tensão contínua.

(F) É a resistividade que não depende de fatores geométricos como comprimento e área da seção transversal do resistor, devido à sua definição.

(V) Essas são características do conhecimento científico conforme estudado.

3. a) Não é adequado, pois resistência (elétrica) é a propriedade do elemento do circuito (resistor), não o elemento em si.

b) Funciona como um interruptor de circuito elétrico.

$$c) P = \Delta V \cdot i = 220V \cdot 20A = 4400W$$

$$E = P \cdot \Delta t = 4400W \cdot 14h = 1,1 kWh$$

$$preço = 1,1kWh \cdot 50 \text{ centavos/kWh} = 55 \text{ centavos}$$

4. Sabe-se que o brilho de uma lâmpada incandescente pode ser considerado, em situações ideais, é proporcional à corrente elétrica que a percorre. O circuito elétrico abaixo contém três lâmpadas ligadas em SÉRIE, uma fonte de tensão elétrica e um interruptor. Quando o interruptor está aberto, como mostrado na figura, as lâmpadas brilham com intensidades IGUAIS, pois a intensidade da corrente elétrica que as percorre é IGUAL. Se o interruptor for fechado, a(s) lâmpada(s) L3 deixará(ão) de brilhar, enquanto que a(s) lâmpada(s) L1 E L2 brilhará(ão) MAIS INTENSAMENTE. Isso ocorre por que a resistência elétrica equivalente do circuito elétrico DIMINUI quando o interruptor é fechado.

# PLANO PEDAGÓGICO DIDÁTICO DE APOIO



## Plano Pedagógico Didático de Apoio

Nome:

Data:

Prof. [REDACTED]

Prof. Estagiário Douglas Grandó

*Antes de tudo, boa prova! A atividade de recuperação vai ser realizada individualmente. Não será permitida a consulta. **Todas as respostas devem ser justificadas, e os raciocínios apresentados.***

**1.** Enumere a coluna da direita de acordo com os conceitos listados na coluna da esquerda.

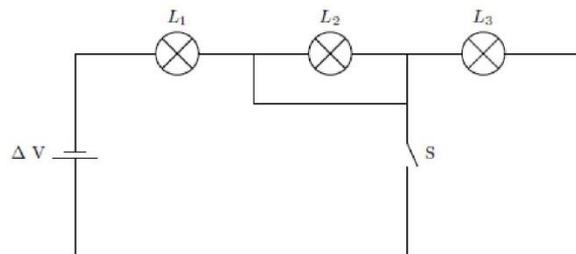
- |                                        |                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (1) Diferença de Potencial Elétrico    | ( ) Em um modelo científico idealizado de circuitos elétricos, eles não possuem resistência elétrica.                                                         |
| (2) Corrente Elétrica                  | ( ) Processo de dissipação de energia térmica devido à passagem de uma corrente elétrica.                                                                     |
| (3) Circuito Elétrico                  | ( ) Dispositivo elétrico com pequeno filamento incandescente no interior de um bulbo vítreo, capaz de emitir luz ao ser percorrido por uma corrente elétrica. |
| (4) Resistência Elétrica               | ( ) Energia fornecida para a movimentação de portadores de carga por unidade de carga.                                                                        |
| (5) Fios                               | ( ) Dispositivo de segurança de muitos circuitos elétricos                                                                                                    |
| (6) Fonte de Tensão Elétrica           | ( ) É medida experimentalmente com o auxílio de amperímetros.                                                                                                 |
| (7) Potência Elétrica                  | ( ) Elemento do circuito elétrico cuja característica mais importante é sua resistência elétrica.                                                             |
| (8) Associação de Resistor em Série    | ( ) Forma de associar resistores de modo que a corrente elétrica que os percorra individualmente seja a mesma que percorre todo o sistema.                    |
| (9) Associação de Resistor em Paralelo | ( ) Elemento como os interruptores.                                                                                                                           |
| (10) Resistor                          | ( ) Sua unidade de medida é o <i>watt</i> .                                                                                                                   |
| (11) Lâmpada                           | ( ) Forma de associar resistores através da construção de um nó pelo qual a corrente elétrica se dividirá.                                                    |
| (12) Fusível                           | ( ) Dispositivo capaz de estabelecer uma diferença de potencial elétrico em um circuito elétrico.                                                             |
| (13) Chave do Circuito                 | ( ) Conjunto de dispositivos elétricos, ligados por condutores e que utilizam energia elétrica para seu funcionamento.                                        |
| (14) Efeito Joule                      | ( ) Propriedade definida como $\frac{\Delta V}{i}$ .                                                                                                          |



2. Os circuitos elétricos estudados até aqui, conforme as discussões da primeira aula com o prof. Douglas, são representações simplificadas da realidade – conhecidos como modelos científicos. Um modelo num é a realidade em todos os seus ínfimos, pois não somos capazes de apreender plenamente o que é real (ou assumido como real) com nosso intelecto. Assim, os modelos científicos possuem muitas idealizações, ou seja, uma simplificação do objeto e fenômeno em si. Cite uma idealização presente nos circuitos elétricos estudados nas nossas aulas.

3. O poraquê (*Electrophorus electricus*) é uma espécie de peixe-elétrico comum no Brasil. Possui células capazes de gerar uma diferença de potencial elétrico ao longo do seu corpo. Uma pessoa, totalmente imersa na água, tem de uma mão à outra uma resistência elétrica de aproximadamente  $200\Omega$ . Se o poraquê consegue estabelecer entre seu corpo uma diferença de potencial elétrico de  $250V$ , qual a intensidade da corrente elétrica que percorre o corpo humano e qual a potência elétrica dissipada pelo peixe-elétrico?

4. Em relação ao circuito elétrico esquematizado abaixo:



- Quando a chave S estiver aberta, quais lâmpadas brilharão?
- Quando a chave S estiver fechada, quais lâmpadas brilharão?
- Em qual dos casos as lâmpadas acesas brilham com mais intensidade? Por quê?
- Faça um ajuste no circuito elétrico de modo que a lâmpada  $L_2$  permaneça acesa independentemente das posições (aberta e fechada) da chave S.

Algumas relações úteis.

---


$$R \equiv \frac{\Delta V}{i} \quad i = \frac{Q}{\Delta t} \quad \Delta V = \frac{E}{\Delta t} \quad P = \frac{E}{\Delta t} \quad P = \Delta V i \quad R_e = R_1 + R_2$$

## GABARITO DO PLANO PEDAGÓGICO DIDÁTICO DE APOIO

1. 5 / 14 / 11 / 1 / 12 / 2 / 10 / 8 / 13 / 7 / 9 / 6 / 3 / 4

2. Podem ser citadas: a resistência dos fios ser considerada nula; a homogeneidade da resistência dos resistores; a constância da diferença de potencial elétrico fornecida pelas fontes de tensão elétrica, etc.

3.

$$i = \frac{\Delta V}{R} = \frac{250V}{200\Omega} = 1,25A$$

4.

a) L1 e L3

b) L1.

c) No caso do item b, pois a intensidade da corrente é maior, devido a uma menor resistência equivalente do circuito elétrico.

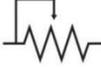
d) Retirar o seguimento de fio que liga a porção entre as lâmpadas L1 e L2 à chave S.

## APÊNDICE D: MATERIAIS FORNECIDOS AOS ALUNOS

Este apêndice contém o material fornecido aos alunos nas Aulas 2 e 3.

### Representação Esquemática Convencional para Circuitos Elétricos

Seguindo o modelo americano de representação.

Componente	Representação	Componente	Representação
Fio		Lâmpada	
Chave de Circuito ou Interruptor		Voltímetro	
Fonte de Tensão		Amperímetro	
Resistor		Potenciômetro	

### Efeitos Fisiológicos da Corrente Elétrica

O que acontece no corpo humano quando percorrido por uma corrente elétrica?

EFEITOS FISIOLÓGICOS DA CORRENTE ELÉTRICA	
Intensidade da Corrente Elétrica (A)	Efeitos Fisiológicos
Abaixo de 0,001	Imperceptível.
0,001 a 0,008	Pequenos Formigamentos.
0,008 a 0,01	Desconforto e sensação de pânico.
0,01 a 0,02	Contrações musculares, dor e dificuldade para respirar. Aparente morte, sendo ainda possível o socorro e o restabelecimento.
0,02 a 0,1	Asfixia, possível fibrilação ventricular e dor insuportável. Chance de morte, dependendo da demora no socorro.
0,1 a 1	Parada cardíaca e parada cardiorrespiratória. Provavelmente morte, sendo difícil o socorro.
acima de 1	Queimaduras graves, destruição de tecidos, parada cardíaca e asfixia imediata. Muito provavelmente morte, sendo o socorro praticamente impossível.

Os valores são estimados para um intervalo de tempo de 10s. Os valores podem variar dependendo da área do corpo pela qual percorre a corrente elétrica.  
 Fonte: <https://www.cursonr10.com/arquivos/efeito-da-corrente-eletrica.jpg>.

## APÊNDICE E: APRESENTAÇÕES DE *SLIDES*

Este apêndice contém os principais *slides* das apresentações de *slides* elaboradas para as aulas 1 e 4.

### PRINCIPAIS *SLIDES* DA APRESENTAÇÃO PARA A AULA 1

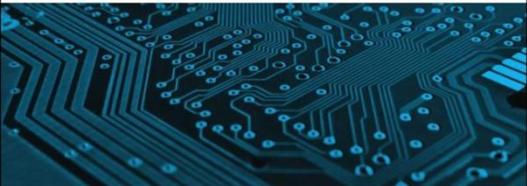
Unidade de Ensino  
**CIRCUITOS ELÉTRICOS**  
 Aula 1

**Prof. Douglas Grando**  
 Estágio de Docência em Física / UFRGS  
 Regência entre 08/10 e 26/11

[profdoug.fisica@gmail.com](mailto:profdoug.fisica@gmail.com)

**CIRCUITOS ELÉTRICOS**

Conjunto de dispositivos elétricos conectados por materiais condutores que são alimentados por energia elétrica.



fonte [https://content.ganexdirecto.com/Thumbnail/Subject/circuitos-elétricos\\_20170904172943.png](https://content.ganexdirecto.com/Thumbnail/Subject/circuitos-elétricos_20170904172943.png) cover

**CIRCUITOS ELÉTRICOS**

Conjunto de dispositivos elétricos conectados por materiais condutores que são alimentados por energia elétrica.



Como é possível o funcionamento de eletrodomésticos?

fonte [https://http2.milastoc.com/forra/altera-teste/altera-dsney-mickey-mouse-importada-eua-D\\_142\\_1P\\_022899-FILE25788-06888\\_0720-7-F.jpg](https://http2.milastoc.com/forra/altera-teste/altera-dsney-mickey-mouse-importada-eua-D_142_1P_022899-FILE25788-06888_0720-7-F.jpg)

**CIRCUITOS ELÉTRICOS**

Conjunto de dispositivos elétricos conectados por materiais condutores que são alimentados por energia elétrica.

Por que, ao queimar uma das lâmpadas de natal, outras não também não acendem?



fonte [https://cache.ihardigital.com/bf/api/v4/scene/\\_imagens/2015/2/20151201013057\\_640\\_420.jpg](https://cache.ihardigital.com/bf/api/v4/scene/_imagens/2015/2/20151201013057_640_420.jpg)

## CIRCUITOS ELÉTRICOS

Conjunto de dispositivos elétricos conectados por materiais condutores que são alimentados por energia elétrica.



Como funcionam as pilhas e as baterias? Por que elas fazem funcionar circuitos elétricos?

Fonte: <http://duasbrasil.com.br/3img/contido/elementos-tipos-pilhas-baterias-usadas-em-um-centro-nucloagem-em-julho-2013-em-barbo-0206448846c.jpg?ctgpf=1&maxsize=1000>

## CIRCUITOS ELÉTRICOS

Conjunto de dispositivos elétricos conectados por materiais condutores que são alimentados por energia elétrica.



Como os pássaros podem encostar nos fios de alta tensão sem ser eletrocutados?

Fonte: [http://oqparaninho.files.wordpress.com/2012/03/pararis\\_no\\_fio.jpg](http://oqparaninho.files.wordpress.com/2012/03/pararis_no_fio.jpg)

## CIRCUITOS ELÉTRICOS

Conjunto de dispositivos elétricos conectados por materiais condutores que são alimentados por energia elétrica.



Por que é perigoso realizar *gatos* na rede de distribuição de energia elétrica?

Fonte: <http://gpi.com.br/ey-content/gpi/usb/201401/gato-energia.jpg>

## CIRCUITOS ELÉTRICOS

Conjunto de dispositivos elétricos conectados por materiais condutores que são alimentados por energia elétrica.



Por que não morremos eletrocutados enquanto tomamos banho?

Fonte: [http://img2.mistral.com/Quero-eletric-mei-banho-c-cano-226v-5500w-lor-erent-0\\_HQ\\_HP\\_784035-1482995963136\\_092617-F.jpg](http://img2.mistral.com/Quero-eletric-mei-banho-c-cano-226v-5500w-lor-erent-0_HQ_HP_784035-1482995963136_092617-F.jpg)

## CIRCUITOS ELÉTRICOS

Conjunto de dispositivos elétricos conectados por materiais condutores que são alimentados por energia elétrica.



O que diferencia um material isolante de um condutor?

Fonte: <http://api.com.br/wp-content/uploads/2014/01/gto-energia.jpg>

## CIRCUITOS ELÉTRICOS

Conjunto de dispositivos elétricos conectados por materiais condutores que são alimentados por energia elétrica.

Por que os fusíveis são tão úteis em nosso cotidiano?



Fonte: <https://www.luxid.com.br/wp-content/uploads/2017/06/Assinvel-fusivel-de-vidro-prot%C3%A7%C3%A3o-20-AG-5-20mm-A-amperes-ampere-por-seg%C3%A7%C3%A3o-alente-3.jpg>

## COMO TRABALHAREMOS

O modo como procederemos é fruto de todo o trabalho que foi realizado até aqui.

*Observações, reflexões, conversas, planejamentos, estudo.*

o mais importante  
**OUVI VOCÊS**

▶

de algumas das respostas nos questionários

## Disciplina favorita?

A  
B  
C  
D  
E  
F  
G  
H  
I  
J  
K  
L  
M  
N  
O  
P  
Q  
R  
S  
T  
U  
V  
W  
X  
Y  
Z

“Filosofia”  
“Geografia”  
“Português”  
“História”  
“Educação Física”  
“Biologia”



Fonte: <https://static.wikia.nocookie.net/dokuwiki/images/4/4a/Alfabeto-alfabeto-1.png/revision/latest?width=300&height=300>  
<http://p-nmg.com/orig-na/931/6x17316x14041036x043003xufc30.jpg>



de algumas das respostas nos questionários

## Você gosta de Física?

“Muito complicada para mim”  
“Muito complicada e sem nexos”

*Pode parecer complicado e sem nexos, mas  
trabalharemos juntos para que não seja.  
Vamos diversificar nosso trabalho em sala de aula!*



## Algumas das dinâmicas

Exposições dialogadas  
Exercícios conjuntos  
Demonstrações experimentais  
Métodos Ativos de Ensino  
*Predizer, Observar, Explicar*  
*Instrução pelos Colegas*

*Compromisso mútuo!*



## Questão Teste

O nome do professor estagiário de Física da turma 310, no terceiro trimestre de 2018, é:

- a) André
- b) Bruno
- c) Carlos
- d) Douglas



de algumas das respostas nos questionários

## O que você mais gosta em Física?

“A teoria é bem elaborada”  
“A parte teórica”  
“A matéria”

*A compreensão conceitual será o mais importante!*



de algumas das respostas nos questionários  
**O que você mais gosta em Física?**

**“Experimentos, amo!”**  
*Vamos ter demonstrações experimentais!*



Fonte: <https://edisonrubstam.com.br/wp-content/uploads/2015/01/123.jpg>

de algumas das respostas nos questionários  
**Eu gostaria mais de Física se...**

**“...fosse mais fácil e não tivesse cálculos.”**  
**“...se não tivesse notação científica.”**  
**“... se fosse de escrever.”**

*Ressignificar o uso da matemática.*

de algumas das respostas nos questionários  
**Eu gostaria mais de Física se...**

**“...usasse no dia a dia.”**

*Vamos buscar trazer esses conhecimentos  
para situações familiares do cotidiano.*

***A Física não está distante!***

## **Avaliações**

Lista de Exercícios continuada (26/11);  
Participação em sala de aula;  
Prova Trimestral (26/11);

**Por que se usa tanto a expressão *comprovado cientificamente*?**



**Existe diferença entre o conhecimento da nossa experiência cotidiana e o conhecimento científico?**

**Quem faz Ciência? Quais as características de um bom cientista?**

**Há um método infalível de se obter um conhecimento científico?**

**A sociedade tem alguma influência na Ciência? A Ciência é neutra?**

**Como começar a estudar um fenômeno?**

**Como estudar os circuitos elétricos?**

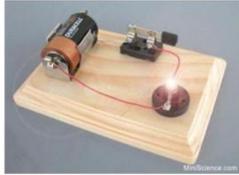
## **CIRCUITOS ELÉTRICOS**



**Vamos começar com circuitos reais mais simples!**

fonte: <http://img.chief.co/v2/170809/Tajima-Fabric-Intel-Server-Board-Socket-Socket-Lga-1155-201708090233.jpg>

## CIRCUITOS ELÉTRICOS



Ainda assim, como trabalhar com isso?  
Com modelos e representações!

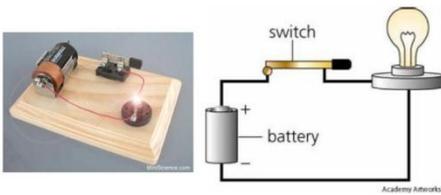
Fonte: [http://www.minisociedade.com.br/KitSECC/Simple\\_Electric\\_Circuit\\_ON\\_L.jpg](http://www.minisociedade.com.br/KitSECC/Simple_Electric_Circuit_ON_L.jpg)

## Qual o melhor modelo para um ser humano?



Fonte: <http://www.autodesk.com/products/angle/3d/clip-content/uploads/2017/02/circuit.jpg>

## CIRCUITOS ELÉTRICOS



Fonte: <http://www.autodesk.com/products/angle/3d/clip-content/uploads/2017/02/circuit.jpg>

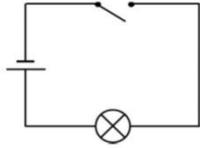
## CIRCUITOS ELÉTRICOS

Representação Esquemática Convencional  
*Idealizados e com características de interesse.*

Fio condutor		Interruptor	
Resistor		Lâmpada	
Reóstato		Voltímetro	
Pilha ou gerador		Amperímetro	

Fonte: adaptado de [http://www.mochapdf.com/arquivos/curso/eletrotecnologia/magn2\\_04.jpg](http://www.mochapdf.com/arquivos/curso/eletrotecnologia/magn2_04.jpg)

## CIRCUITOS ELÉTRICOS



► Este: <http://www.thunderbolt.co.za/Grade63-energy-and-change/energy4003.png>

PRINCIPAIS SLIDES DA APRESENTAÇÃO PARA A AULA 4

**Energia elétrica: questão social.**

Energia move a sociedade.



Fonte: <https://www.bandab.com.br/wp-content/uploads/2017/04/automotivo-960x1440.jpg>  
<https://00.wp.com/www.fotoide.com.br/wp-content/uploads/2017/04/operat-960x1440.jpg>

**Energia elétrica: questão social.**

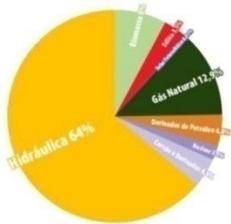


**Apagão em Março de 2018. 14 Estados Brasileiros sem luz.**

Fonte: <http://www.ambienteenergia.com.br/wp-content/uploads/2018/03/sem-luz-todos.jpg>

**Energia elétrica: questão social.**

Matriz elétrica brasileira  
2015



Fonte	Porcentagem
Hidráulica	64%
Gás Natural	12,9%
Biomassa de Pequena Escala	1,2%
Solar	0,2%
Eólica	0,2%
Nuclear	0,2%
Outras	18,3%

Fonte: site da QuattriniZM

**Usina Hidrelétrica de Itaipu, divisa entre Paraguai e Brasil.**



Fonte: site da QuattriniZM



## Potência

É a grandeza física que quantifica a *quantidade de energia transformada/transferida/dissipada em uma unidade de tempo.*

$$[P] = W = \frac{J}{s}$$

## Questão 1

Um motor elétrico M1 é dito como sendo mais potente que um motor elétrico M2. Isto significa que:

- a) A energia consumida por M1 é menor que a consumida por M2 no mesmo intervalo de tempo.
- b) A energia consumida por M1 é maior que a consumida por M2 no mesmo intervalo de tempo.
- c) A energia consumida por M1 é igual que a consumida por M2 no mesmo intervalo de tempo.
- d) Nenhuma das alternativas acima.

## Questão 2

Uma chaleira elétrica aquece 1L de água em um 4 minutos. Para que esse processo ocorresse na metade do tempo, seria necessário que a potência da chaleira fosse:

- a) A metade.
- b) O dobro.
- c) Quatro vezes maior.
- d) Nenhuma das alternativas acima.

## Potência Elétrica

Trabalhar com a Potência utilizando as grandezas do nosso estudo de eletricidade.

## Potência Elétrica

Trabalhar com a Potência utilizando as grandezas do nosso estudo de eletricidade.

$$\Delta V = \frac{\Delta E}{Q} \quad i = \frac{Q}{\Delta t} \quad R = \frac{\Delta V}{i}$$

Diferença de Potencial Elétrico      Corrente Elétrica      Resistência Elétrica

## Potência Elétrica

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

$$\Delta V \cdot i = \frac{\Delta E}{Q} \cdot \frac{Q}{\Delta t} = \frac{\Delta E}{\Delta t} = P$$

## Potência Elétrica

$$P = \Delta V \cdot i$$

A potência elétrica pode ser estimada a partir da diferença de potencial elétrico estabelecido no dispositivo e da corrente elétrica que o percorre

## Questão 3

Dois resistores, R1 e R2, estão ligados à pilhas. R1 está ligado à uma pilha que estabelece uma ddp de 3V, sendo percorrido por uma corrente de 1A. R2 é percorrido por 2A, mas está conectado à uma pilha que estabelece uma ddp de 1,5V. Qual deles é o mais potente?

- R1.
- R2.
- Os dois tem mesma potência.
- Não há informações suficientes para responder.

### Questão 4

Se um liquidificador tem sua potência elétrica igual ao dobro da de uma batedeira elétrica. Se esses dois dispositivos estão submetidos a uma mesma diferença de potencial, então:

- a) A corrente elétrica que percorre a batedeira é menor que a que percorre o liquidificador.
- b) A corrente elétrica que percorre a batedeira é maior que a que percorre o liquidificador.
- c) A corrente elétrica que percorre os dois dispositivos é igual.
- d) Não há informações suficientes para responder.

### Efeito Joule

**Dissipação de energia na forma de energia térmica, devido à passagem de uma corrente elétrica.**

**Perspectiva macroscópica.**

### Efeito Joule



Fontes: <http://www.steering.com.br/forquilha/7251239-12001200/forquilha-36-ferro-phico-2-51.jpg#6363022837422000>  
[http://img2.mtstatic.com/nuovo-elastico-maxi-banho-c-caso-220v-5500w-40resatao\\_C\\_NQ\\_P\\_P\\_764875-FLEB585953136\\_0500-7-f.jpg](http://img2.mtstatic.com/nuovo-elastico-maxi-banho-c-caso-220v-5500w-40resatao_C_NQ_P_P_764875-FLEB585953136_0500-7-f.jpg)

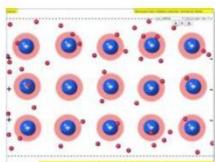
### Efeito Joule



Fontes: <http://evador.br/wp-content/uploads/empire-india.com-cooking.jpg>  
[http://img57222.exocores.com/9035302/magnum/meda/usa/lig/produco3/acha/1/magu/550x040x096/a35df13433887d74ae68WuKaveil\\_34.jpg](http://img57222.exocores.com/9035302/magnum/meda/usa/lig/produco3/acha/1/magu/550x040x096/a35df13433887d74ae68WuKaveil_34.jpg)

## Efeito Joule

**Perspectiva microscópica: colisões de elétrons na rede cristalina do condutor.**



Fonte: <https://4.bp.blogspot.com/SVv5g/EYRAVj0MMQ1a/AAAAAAAAA34/F-CuJjPa13rNc8B48B1v5e7PjRjGWCQc/Bv110056rbelocdy.gf>

## Questão 7

Em qual dos aparelhos a seguir o Efeito Joule pode ser considerado indesejável para seu pleno funcionamento?

- Ferro de Passar.
- Fusível.
- Forno Microondas Simples.
- Pistola de Cola Quente.

## Questão 8

Um chuveiro funciona ligado à rede elétrica de uma residência, aquecendo água utilizando o efeito joule como base do seu funcionamento. Para diminuir a temperatura da água afim de torná-la morna, nós abrimos o registro que regula a vazão de água para o chuveiro. Desse modo, estamos:

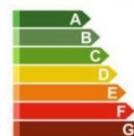
- Modificando a resistência do resistor do chuveiro.
- Modificando a corrente elétrica que percorre o resistor do chuveiro.
- Modificando a quantidade de energia dissipada através do Efeito Joule.
- modificando a quantidade de água a ser aquecida.

## Como podemos fazer nossa parte?

Utilizando melhor a energia elétrica, diminuindo o uso de dispositivos elétricos com grande potência elétrica.



Atentar para a eficiência do aparelho.



Fonte: <https://repositorio.cebras.br/odp/handle/documento/149444638472482292421d0f7202485.jpg>