

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE
LICENCIATURA EM FÍSICA**

Porto Alegre

2013

Mariana Costa Torres

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE
LICENCIATURA EM FÍSICA**

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

Orientador: Ives Solano Araujo

Porto Alegre
2013

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	5
2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel	5
2.2 O método da Instrução pelos Colegas (IpC)	8
3. OBSERVAÇÃO E MONITORIA	11
3.1 Caracterização da escola	11
3.2 Caracterização das turmas	12
3.3 Caracterização do tipo de ensino	13
3.4 Relato das observações em sala de aula.....	15
4. REGÊNCIA.....	43
4.1 Cronograma de regência	43
4.2 Planos de aula e relatos de regência.....	44
5. CONCLUSÃO	78
6. REFERÊNCIAS	80
APÊNDICE 1– FOTOS DA ESCOLA: INSTITUTO ESTADUAL PROFESSORA GEMA ANGELINA BELIA.....	81
APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO.....	84
APÊNDICE 3 – GRÁFICOS - AULA 1	85
APÊNDICE 4 - QUESTÕES DO MÉTODO IpC - AULA 1	86
APÊNDICE 5 – TRABALHO DE CASA - AULA 2	88
APÊNDICE 6 - QUESTÕES DO MÉTODO IpC - AULA 2	91
APÊNDICE 7 – ROTEIRO DA ATIVIDADE PRÁTICA - AULA 3.....	93
APÊNDICE 8 – ROTEIRO DA ATIVIDADE PRÁTICA - AULA 4.....	94
APÊNDICE 9 - QUESTÕES DO MÉTODO IpC - AULA 5	96
APÊNDICE 10 – EXERCÍCIOS - AULA 5	97
APÊNDICE 11 – TRABALHO AVALIATIVO - AULA 5	98

APÊNDICE 12 - EXERCÍCIOS - AULA 6	99
APÊNDICE 13 – QUESTÕES DO MÉTODO IpC - AULA 7.....	100
APÊNDICE 14 – EXERCÍCIO - AULA 7.....	102
APÊNDICE 15 – TRABALHO AVALIATIVO - AULA 7	103
APÊNDICE 16 – QUESTÕES DO MÉTODO IpC - AULA 8.....	104
APÊNDICE 17 – MATERIAL DE APOIO	105
APÊNDICE 18 – AVALIAÇÃO FINAL.....	109
APÊNDICE 19 – CADERNO DE CHAMADA	111

1. INTRODUÇÃO

Para concluir o curso de Licenciatura em Física oferecido pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) é necessário que o futuro docente adquira experiência como regente em uma turma de Ensino Médio. A disciplina responsável por proporcionar essa experiência é denominada Estágio de Docência em Física. Auxiliado por um professor orientador, o graduando tem a oportunidade de entrar em contato com a dinâmica de uma escola da rede pública de ensino e observar aulas de Física em turmas de Ensino Médio. A partir da observação, é feito um planejamento, com base em um referencial teórico, de no mínimo 14 horas-aula que depois é colocado em prática.

Assim, o seguinte trabalho está diretamente relacionado com a disciplina de Estágio de Docência em Física e apresenta um relatório sobre o período de estágio. Esse relatório é composto por uma exposição sobre as bases teóricas e metodológicas utilizadas para o planejamento das aulas, uma descrição do contexto escolar em que foi desenvolvido o período de regência e uma reprodução dos relatos adquiridos através de 27 horas-aula de observações. Além disso, estão expostos os planos de aula e os relatos de cada aula ministrada. Por fim, algumas reflexões são feitas sobre o trabalho desenvolvido.

A escola escolhida para a realização do estágio foi o Instituto Estadual Professora Gema Angelina Belia que fica localizada na Avenida Antônio de Carvalho, 495, bairro Jardim Carvalho em Porto Alegre. As observações foram feitas em três turmas de primeiro ano, duas turmas de segundo ano e duas turmas de terceiro ano, todas de Ensino Médio, durante os meses de agosto e setembro de 2013.

A regência foi realizada nos meses de outubro e novembro de 2013, totalizando 18 horas-aula, em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio. Antes de assumir a turma de regência, as aulas foram planejadas e, parte delas, apresentadas para os colegas e o professor orientador em períodos chamados de “microepisódios” de ensino. Depois de cada apresentação, os espectadores fizeram comentários e sugeriram possíveis mudanças, com o propósito de melhorar as atividades.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Ser professor é se deparar constantemente com o processo de ensino e aprendizagem. Entretanto, essa relação não é simples e nela há muitas variáveis envolvidas. Portanto, ao realizar o planejamento das aulas buscou-se na literatura uma forma de compreender como ocorre a aprendizagem e quais os fatores que a influenciam.

Desta maneira, a fundamentação teórica escolhida para a realização deste trabalho foi a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Além disso, para proporcionar uma dinâmica diferente às aulas e, com isso, diversificar a metodologia utilizada, foi usado o método da Instrução pelos Colegas.

2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel

O conjunto de ideias que um indivíduo possui e a forma como elas estão organizadas é denominado estrutura cognitiva. Assim, segundo Moreira e Ostermann (1999, p. 47),

Ausubel vê o armazenamento de informações na mente humana como sendo altamente organizado, formando uma espécie de hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimentos são ligados (e assimilados por) a conceitos, ideias, proposições mais gerais e inclusivos.

Desta forma, a aprendizagem significativa acontece quando a nova informação interage com um aspecto relevante presente na estrutura cognitiva, chamado de subsunção. O resultado dessa interação, Ausubel identificou como assimilação. Nesta, tanto o conhecimento prévio quanto a nova informação passam por transformações e não se encontram da mesma maneira como existiam anteriormente (Moreira e Ostermann, 1999).

Portanto, para que os alunos aprendam significativamente deve-se ensinar de acordo com o seu conhecimento prévio. Essa tarefa não é trivial e, levando em consideração que as turmas de Ensino Médio são numerosas, seria inviável mapear a estrutura cognitiva de cada aluno.

Entretanto, indícios de conhecimentos prévios podem ser encontrados, por exemplo, através dos discursos dos estudantes e das correções de exercícios. Ao observar a turma de regência, durante o período de observações, pode-se ter acesso a esse tipo de informação.

Então, para preparar as aulas, e levar em consideração os conhecimentos prévios, uma contextualização foi realizada antes da apresentação de cada conteúdo. Assim, assuntos

mais gerais e temas que estavam de alguma maneira relacionados com aspectos presentes na estrutura cognitiva dos aprendizes, foram valorizados. Isso, pois, segundo Araujo (2007, p. 4):

Sob a perspectiva ausubeliana, o desenvolvimento de conceitos é facilitado quando os elementos mais gerais, mais inclusivos de um conceito são introduzidos em primeiro lugar e depois este é progressivamente diferenciado em termos de detalhes e especificidade.

Um exemplo pode ser visto durante a segunda aula, na qual o contexto escolhido, para o conteúdo de corrente elétrica, foi raios. Além desse, robôs e um miniórgão eletrônico foram usados como contexto sobre circuitos elétricos, durante a quarta aula.

Para relacionar o contexto com o conteúdo físico, valeu-se da problematização, que, segundo Ricardo (2010, p. 42): “consiste na construção de situações-problema que irão estruturar as situações de aprendizagem, dando-lhes um significado percebido pelos alunos”. Assim, um problema era exposto à turma e para respondê-lo, o conceito principal da aula deveria ser abordado. Nesse momento, o conteúdo era colocado em foco e esclarecido.

Por exemplo, um problema utilizado durante a sétima aula foi: “as lâmpadas de sua casa estão ligadas através de uma associação em série de resistores?”. Ainda nessa mesma aula, o seguinte questionamento foi feito: “por que não devemos ligar vários aparelhos em uma mesma tomada?”.

Isto vai ao encontro do que Ausubel chamou de diferenciação progressiva. Nesta, a nova informação se enquadra como uma especificidade da estrutura cognitiva e acaba sendo incorporada dentro de ideias mais abrangentes, já existentes. O subsunçor que serviu como ancoradouro para a nova informação se modifica e o seu significado se torna mais amplo (Moreira e Ostermann, 1999, p. 55).

Um exemplo de diferenciação progressiva pode ser visto durante a quarta aula em que, após a contextualização, os resistores se tornaram o centro da discussão.

Realizada a análise do conteúdo físico, esse era, então, novamente ligado a assuntos mais gerais. Isto está intimamente relacionado ao que Ausubel chamou de reconciliação integrativa. Ela acontece quando ocorre a recombinação de elementos previamente existentes na estrutura cognitiva em função da assimilação de uma nova informação (Moreira e Ostermann, 1999, p. 55).

Neste trabalho a reconciliação integrativa se torna presente quando, por exemplo, depois da discussão sobre os resistores, durante a quarta aula, um circuito contendo lâmpadas foi apresentado e analisado.

É importante salientar que a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa são processos que acontecem simultaneamente. Assim, ao longo de uma aula esses processos se intercalam e ajudam na organização da estrutura cognitiva dos alunos.

Entretanto, existem condições para que ocorram as interações entre os subsunçores e a nova informação, gerando a aprendizagem significativa. Uma delas está ligada com o interesse que os alunos disponibilizam para aprender de forma eficaz. Visando despertar o interesse e a motivação da turma, contextos atuais, problemas instigantes, aulas práticas e demonstrações foram utilizadas. Um exemplo pode ser observado durante a segunda aula, na qual, utilizando um equipamento apropriado, foi realizada uma descarga elétrica através do ar.

Outra condição necessária para a aprendizagem significativa é que o material a ser aprendido seja relacionável à estrutura cognitiva do aprendiz. Um material com essas características é chamado de potencialmente significativo. Esse tipo de material foi usado durante as aulas para facilitar a compreensão dos alunos e propiciar a aprendizagem significativa. Desta forma, os *slides* e o material de apoio preparados seguiam uma sequência lógica e que fizesse sentido para os estudantes.

Ainda, há outro tipo de aprendizagem existente a qual recebe o nome de aprendizagem mecânica. Nessa, a nova informação não interage de uma maneira significativa com algum subsunçor presente na estrutura cognitiva do indivíduo. Neste sentido, Moreira (2009, p. 31) argumenta: “O novo conhecimento não se incorpora à estrutura cognitiva nem a modifica. O aprendiz não dá significado ao que aprende, apenas armazena mecanicamente a informação que recebe.”

Muito embora, a aprendizagem, em um primeiro momento, possa ser mecânica, com o passar do tempo, aquela pode se tornar significativa. Isto é, o conceito que foi aprendido mecanicamente pode servir de ancoradouro para a incorporação de novas ideias.

A compreensão de um conceito pressupõe a posse de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis. Então, para encontrar evidências da aprendizagem significativa, foram utilizados testes de compreensão escritos de maneira diferente daqueles apresentados no material instrucional. Da mesma maneira, questões conceituais foram apresentadas à turma para que os estudantes interagissem segundo o método da Instrução pelos Colegas, descrito na sequência.

2.2 O método da Instrução pelos Colegas (IpC)¹

Com o objetivo de fazer que os estudantes participem ativamente do processo de aprendizagem, esse método propõe discussões em grupos que possibilitam aos discentes a oportunidade de exporem o que estão pensando em relação aos conteúdos e ouvirem ideias diferentes das suas. Deste modo, o aluno passa mais tempo refletindo sobre o assunto da aula do que recebendo a informação passivamente. Assim, a organização e diferenciação da sua estrutura cognitiva são privilegiadas.

Além disso, o professor recebe um *feedback* praticamente instantâneo da compreensão que os estudantes obtiveram do conteúdo e pode propor estratégias que facilitem o entendimento da turma sobre o determinado assunto.

Pode-se analisar que o método propõe uma nova dinâmica para as aulas. Em um primeiro momento ocorre a exposição dialogada com foco nos conceitos principais, durante, aproximadamente, 15 minutos. Neste período, os alunos são incentivados a participar das discussões.

Na sequência, uma questão conceitual de múltipla escolha, referente ao conteúdo, é apresentada à turma. Um exemplo de questão conceitual usada durante a quinta aula é mostrada na Figura 1.

Considere o circuito mostrado na figura, quais lâmpadas se apagarão se desligarmos apenas a chave A?

- a) L_1, L_2 e L_3
- b) L_2 e L_3
- c) L_1

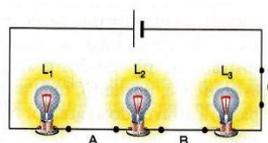


Figura 1: Exemplo de questão conceitual usada durante a quinta aula.

Então, o professor a lê em voz alta e a interpreta para que os alunos entendam o problema e não escolham a alternativa errada devido a uma má compreensão do enunciado da questão.

Em seguida, os estudantes são requisitados a escolher uma alternativa e pensar em um argumento que sustente a sua escolha. Passados, aproximadamente, dois minutos, o professor solicita que cada aluno vote em uma das alternativas. Para a realização da votação,

¹ Texto baseado em: Araujo, I. S. Mazur, E. **Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física.** Cad. Bras. Ens. Fís., v. 30, n. 2: p. 362-384, ago.2013.

neste trabalho, cada estudante possuía cinco *flashcards* (cartões de resposta), como mostrado na Figura 2. As letras impressas variavam entre A, B, C, D e E.



Figura 2: Cartão resposta (*flashcard*) com a letra "A" representando a alternativa escolhida (ARAÚJO e MAZUR, 2013, p. 368).

No momento da votação é importante que todos os alunos levantem as placas ao mesmo tempo, para que nenhum olhe a escolha do colega e mude a sua alternativa. Para isso, o professor pode sincronizar a votação, contando regressivamente a partir do “3”, e pedindo para que ao final todos os integrantes da turma levantem os *flashcards* acima da cabeça.

Se o número de acertos for superior a 70%, o professor corrige a questão e tem a opção de apresentar outra questão sobre o mesmo assunto ou passar para a exposição dialogada de um novo conteúdo.

Se o número de acertos for inferior a 30%, o professor corrige a questão e é aconselhado a realizar uma nova exposição dialogada referente ao mesmo assunto, mas de forma distinta, por exemplo, utilizando uma nova simulação computacional e/ou uma nova demonstração. Ao final dessa exposição, outra questão conceitual é apresentada, a fim de realizar a votação.

No entanto, se o número de acertos for entre 30% e 70%, os alunos são estimulados a discutirem com os seus colegas e exporem as justificativas que os levaram à escolha de determinada alternativa. Passados aproximadamente cinco minutos, o professor solicita uma nova votação e corrige a questão. Feito isso, dependendo das respostas, o docente pode escolher revisitar o conteúdo, apresentando uma nova questão sobre o mesmo assunto, ou iniciar outro tópico. O diagrama a seguir sintetiza a estrutura do método.

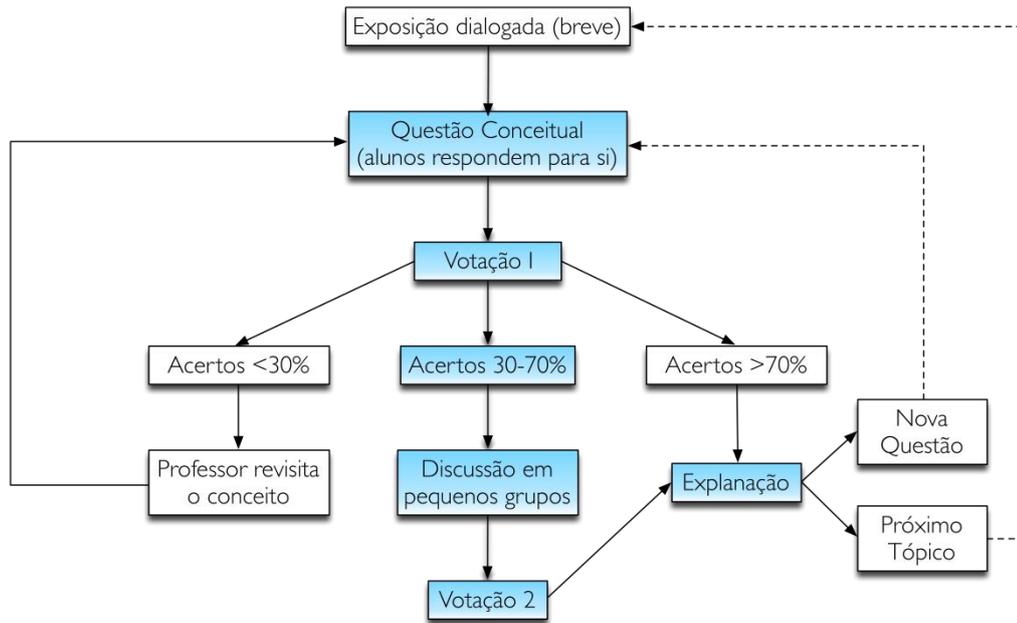


Figura 3: Diagrama do processo de implementação do método IpC. A parte em destaque compreende a essência do método (ARAÚJO e MAZUR, 2013, p. 370).

Além das questões conceituais, foram utilizadas durante este trabalho, questões quantitativas, pois, conforme Araujo e Mazur (2013, p. 377): “aprender Física passa também pela formalização dos conceitos e, principalmente, pelo desenvolvimento de habilidades associadas à resolução de problemas quantitativos.”

Neste sentido, as aulas de discussão conceitual foram intercaladas com aulas de resolução de exercícios. Nessas últimas, os alunos foram estimulados a trabalharem em grupos e resolverem os problemas antes de ocorrer a resolução dos mesmos pela professora.

Isto, pois, segundo Araujo e Mazur (2013, p. 377):

Na prática, se eles não tentaram de fato resolver o problema antes, ou seja, se de fato não se engajaram cognitivamente na busca de soluções antes do professor fornecer as respostas, o resultado dificilmente será outro senão o desperdício de tempo.

Ainda, em certas aulas, as soluções de algumas das questões realizadas em grupos, deveriam ser entregues ao final do período, para serem avaliadas. Essas atividades foram denominadas de trabalhos avaliativos e se encontram nos Apêndices 11 e 15.

3. OBSERVAÇÃO E MONITORIA

Neste capítulo tratar-se-á do contexto em que o referido trabalho foi desenvolvido, através da descrição da infraestrutura da escola, a caracterização das turmas, sobretudo, da turma de regência, e da caracterização do ensino de Física que tem sido realizado no Instituto Estadual Professora Gema Angelina Belia.

Por fim, há um relato sobre a observação de 27 períodos de aula realizados em sete turmas diferentes, entre os dias 19/08/2013 e 24/09/2013. Devido ao estilo de aula praticado pelo Professor A, não foi possível realizar monitorias.

3.1 Caracterização da escola

O Instituto Estadual Professora Gema Angelina Belia (ver Apêndice 1) se localiza na Avenida Antônio de Carvalho, 495, bairro Jardim Carvalho em Porto Alegre. Surgiu em 1974 com o nome de Escola de Área Nossa Senhora das Graças. Abrange uma área de 35000 m² e possui, atualmente, 54 professores e 16 funcionários.

A escola oferece Ensino Fundamental, EJA² - Ensino Fundamental e Ensino Médio para, aproximadamente, 1500 alunos. As aulas são ministradas semanalmente de segunda-feira a sexta-feira. Na instituição, a duração dos períodos é de 50 minutos para as turmas que frequentam a escola nos turnos da manhã e da tarde, e de 45 minutos para as turmas do turno da noite.

As aulas para as turmas de Ensino Fundamental, realizadas no período da tarde, começam às 13h15min e acabam às 17h40min, com um intervalo das 15h45min às 16h. As turmas de EJA - Ensino Fundamental frequentam a escola no período da noite. As aulas iniciam às 18h15min e acabam às 23h, com um intervalo entre às 22h e às 22h15min.

Cumprе salientar que, as turmas de Ensino Médio observadas neste trabalho, frequentam a escola no período da manhã. As aulas começam às 7h30min e acabam às 12h45min, com um intervalo das 10h às 10h15min.

A escola possui uma biblioteca escolar, círculo de pais e mestres, secretaria, serviço de assistência ao educando, serviço de orientação educacional, serviço de pessoal, serviço de supervisão escolar, conselho escolar, serviço de conservação e limpeza, serviço de

² “Educação de Jovens e Adultos – EJA é uma modalidade da educação básica destinada aos jovens e adultos que não tiveram acesso ou não concluíram os estudos no ensino fundamental e no ensino médio.” Disponível em: < http://www.se.df.gov.br/?page_id=228>. Acesso em: 29/11/2013.

coordenação pedagógica, serviço de copa e cozinha, serviço de laboratórios de ensino (um laboratório de informática, um laboratório de física e química e um laboratório de biologia), serviço de material e serviço de direção.³

Além disso, há um auditório, sala dos professores e três *datashows* disponíveis. Dentre esses, um está localizado no auditório, outro na sala de informática e outro é portátil, possibilitando aos professores levá-lo para a sala de aula.

As salas de aula ficam distribuídas ao redor do pátio, o qual possui três quadras de futebol. Além disso, os alunos têm a possibilidade de jogar tênis de mesa e tênis de quadra. Na escola ainda existe um refeitório, o qual, seguindo um cardápio sugerido pela Secretaria de Educação do Rio Grande do Sul, disponibiliza alimentação para os alunos em horários específicos.

Cada disciplina possui uma sala e são os estudantes que se deslocam ao longo da troca de períodos. A sala onde são ministradas as aulas de Física possui no seu interior duas lâmpadas fluorescentes e dois ventiladores no teto. A organização das classes é feita por duplas e a escrita no quadro é desempenhada utilizando giz. A mesa do professor, maior do que as demais, está localizada à frente das classes dos alunos. A cadeira do professor é estofada e a dos alunos é de madeira. Há dois armários no fundo da sala, nos quais o professor guarda os seus materiais.

3.2 Caracterização das turmas

A maioria dos alunos era oriunda de regiões próximas da escola, como dos bairros Agronomia e Jardim Carvalho. As turmas se dividiam em grupos de acordo com a afinidade dos integrantes. Foram poucos os estudantes que demonstraram algum interesse durante as aulas de Física. A maioria possuía celular e alguns, no decorrer da aula, ficaram utilizando-o para mandar mensagens, ouvir músicas ou ficar conectados à internet. O principal *site* acessado pelos estudantes era o *Facebook*⁴.

Dentre as turmas de Ensino Médio, a escolhida para a execução da regência foi uma turma de terceiro ano que continha 19 alunos, dez meninos e nove meninas, com uma média

³ Dados disponíveis em: <http://www.educacao.rs.gov.br/pse/html/busca_escolas.jsp>, ao efetuar a busca por INST ESTADUAL PROFESSORA GEMA ANGELINA BELIA. Acesso em: 29/11/2013.

⁴ É um *site* e serviço de rede social que foi lançada em 2004 por estudantes de computação da universidade de Harvard. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/tecnologia/a-origem-do-facebook-4934191>>. Acesso em: 29/11/2013.

de idade de 18 anos. Essa escolha foi feita, pois a turma possuía os dois períodos da disciplina de Física na terça-feira.

Ao analisar as respostas do questionário (ver Apêndice 2) distribuído à turma no dia 10/09/2013, dez discentes responderam que trabalhavam, e ao serem questionados sobre “qual disciplina você menos gosta?”, Física foi a disciplina com mais menções. Segundo suas respostas, o motivo do desgosto estava relacionado ao fato de que muitos estudantes não conseguiam entender os conteúdos, possuíam muitas dificuldades e reclamavam do número excessivo de fórmulas.

Além disso, alguns alunos associavam a necessidade do estudo dessa disciplina apenas à busca de uma aprovação no vestibular. Outros, ainda, acreditavam que o estudo de Física era importante, pois servia como base para o exercício de algumas profissões.

Ao serem questionados sobre “eu gostaria mais de Física se...”, a maioria dos estudantes mencionou que se houvesse um número maior de aulas práticas, a disciplina se tornaria mais interessante.

Assim, todos os aspectos abordados pelos alunos ajudaram a compor e planejar o andamento das aulas no período de regência.

3.3 Caracterização do tipo de ensino

Foram observados dois professores com diferentes formações. Será denominado de Professor A o que ministrava a disciplina de Física e de Professor B o que ministrava a disciplina de Matemática. Em seguida, uma breve descrição sobre o tipo de estratégia de ensino utilizada pelo professor de Física, responsável pela supervisão do estágio, é apresentada.

O Professor A é formado em Física e está trabalhando há 13 anos na escola, aproximadamente. Ele ministra a referida disciplina para todas as turmas do Ensino Médio da instituição e utiliza somente um livro⁵ para ditar os conceitos e exercícios às turmas.

Ademais, durante as observações das aulas, percebeu-se que o Professor A é muito respeitado pelos alunos. O seu método de efetuar as aulas era tradicional e não utilizou recursos para diversificar as explicações, como: apresentação de demonstrações, utilização de *softwares*, entre outros.

⁵ BONJORNO, Regina Azenha; et al. **Física completa**. 2 ed. São Paulo: FTD, 2001.

Um artifício interessante utilizado pelo docente foi que, durante algumas aulas, determinados exercícios que eram ditados, caso um aluno os acertasse, era facultado ao estudante poder ganhar um ponto extra a ser trocado por exercícios errados no dia da prova. No entanto, para que o aluno fizesse jus do ponto extra, havia a condição de que o mesmo não poderia zerar a prova.

Por meio desta prática pedagógica, foi possível perceber que se tratava de uma maneira do Professor A estimular o estudo da disciplina de Física, bem como incentivar os estudantes a realizarem as questões durante as aulas e, conseqüentemente, melhorarem o seu desempenho escolar.

A Tabela 1 mostrada a seguir apresenta, de uma maneira mais detalhada, os comportamentos do Professor A. Os números indicam uma escala em que o número 1 corresponde a um comportamento mais próximo do negativo e o número 5 mais próximo do positivo.

Tabela 1 – Aspectos metodológicos e didáticos do ensino de Física observados no Instituto Estadual Professora Gema Angelina Belia nas turmas de primeiro, segundo e terceiro ano do Ensino Médio ministradas pelo Professor A.

Comportamentos negativos	1	2	3	4	5	Comportamentos positivos
Parece ser muito rígido no trato com os alunos.			X			Dá evidência de flexibilidade.
Parecer ser muito condescendente com os alunos.					X	Parece ser justo em seus critérios.
Parece ser frio e reservado.				X		Parece ser caloroso e entusiasmado.
Parece irritar-se facilmente.				X		Parece ser calmo e paciente.
Expõe sem cessar, sem esperar reação dos alunos.			X			Provoca reação da classe.
Não parece se preocupar se os alunos estão acompanhando a exposição.				X		Busca saber se os alunos estão entendendo o que está sendo exposto.
Explica de uma única maneira.				X		Busca oferecer explicações alternativas.
Exige participação dos alunos.			X			Faz com que os alunos participem naturalmente.
Apresenta os conteúdos sem relacioná-los entre si.			X			Apresenta os conteúdos de maneira integrada.

Apenas segue a sequência dos conteúdos que está no livro.		X			Procura apresentar os conteúdos em uma ordem (psicológica) que busca facilitar a aprendizagem.
Não adapta o ensino ao nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos			X		Procura ensinar de acordo com o nível cognitivo dos alunos.
É desorganizado				X	É organizado, metódico.
Comete erros conceituais				X	Não comete erros conceituais.
Distribui mal o tempo da aula				X	Tem bom domínio do tempo de aula.
Usa linguagem imprecisa (com ambiguidades e/ou indeterminações)				X	É rigoroso no uso da linguagem.
Não utiliza recursos audiovisuais		X			Utiliza recursos audiovisuais.
Não diversifica as estratégias de ensino		X			Procura diversificar as estratégias instrucionais.
Ignora o uso das novas tecnologias		X			Usa novas tecnologias ou refere-se a elas quando não disponíveis.
Não dá atenção ao laboratório			X		Busca fazer experimentos de laboratório, sempre que possível.
Não faz demonstrações em aula			X		Sempre que possível, faz demonstrações.
Apresenta a Ciência como verdades descobertas pelos cientistas			X		Apresenta a Ciência como construção humana, provisória.
Simplesmente “pune” os erros dos alunos			X		Tenta aproveitar erro como fonte de aprendizagem.
Não se preocupa com o conhecimento prévio dos alunos			X		Leva em consideração o conhecimento prévio dos alunos.
Parece considerar os alunos como simples receptores de informação		X			Parece considerar os alunos como perceptores e processadores de informação.
Parece preocupar-se apenas com as condutas observáveis dos alunos				X	Parece ver os alunos como pessoas que pensam, sentem e atuam.

3.4 Relato das observações em sala de aula

DIA 19/08/2013

TURMA 103 – Primeiro ano –Segundo período de aula da manhã.

Professor A

Os alunos chegaram cinco minutos atrasados. Depois de todos se sentarem, o professor distribuiu um trabalho para ser feito em casa e na sequência, definiu sua data de entrega (09/09/2013), assim como a data da prova (02/09/2013). Tendo em vista que os alunos não tiveram um bom desempenho nas últimas avaliações, o professor fez um discurso no qual ressaltou a importância do esforço para que os alunos consigam ir bem na disciplina. Os estudantes o escutaram sem esboçar reação. Então, o docente mencionou que nas tardes de quarta-feira e sexta-feira os alunos teriam a oportunidade de esclarecer as possíveis dúvidas com o “pessoal do PIBID”, ou seja, os alunos que fazem parte do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência da Universidade Federal do Rio Grande do Sul⁶.

Em seguida, foi feita a chamada para conferir a presença dos estudantes, e 12 alunos estavam presentes. Durante este intervalo de tempo, uma aluna entregou um atestado para justificar uma falta e, enquanto o professor prestava atenção nisso, alguns alunos começaram a conversar sobre outros assuntos.

O docente entregou o atestado para a aluna, abriu o livro e começou a ditar o conteúdo para que os estudantes o copiassem. O título foi: “Composição de Movimento” e a afirmação continha: “se um corpo se encontra sob a ação simultânea de vários movimentos, cada um deles se processa como se os demais não existissem” (Bonjorno et al., 2001, p.65).

Feito isso, o professor largou o livro e começou a falar um exemplo que tratava de um barco atravessando um rio com correnteza. Então, ele disse para os alunos imaginarem que ele era um barco, e atravessou a sala caminhando. Para facilitar a visualização, um desenho foi colocado no quadro-negro e foi falado o seguinte: “se eu levei três segundos atravessando o rio, três segundos vou ser arrastado para baixo...”. Nesse desenho, vetores velocidade e deslocamento foram apresentados mostrando a resultante do movimento.

Então, o professor perguntou como deveriam fazer para que o barco chegasse ao ponto da margem diretamente oposto ao ponto de saída. Um aluno respondeu: “colocando o barco mais para cima”, mas o docente não considerou a fala do estudante. Em minha opinião, a resposta do aluno poderia ter sido aproveitada pelo professor, para estimular a turma, que não estava interagindo, entretanto, nada foi feito.

⁶ “O PIBID/UFRGS é o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, cujos recursos, provenientes da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) sob a forma de bolsas e de verba de custeio, e com a cooperação da Secretaria de Educação do Estado do Rio Grande do Sul permitem a realização de ações didático-pedagógicas nas escolas da Rede Pública Estadual na cidade de Porto Alegre”. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/pibid/>. Acesso em: 29/11/2013.

Acabando a explicação, um exemplo do livro foi ditado, o qual dizia o seguinte: “Um barco atravessa um rio com a velocidade própria de 10 m/s perpendicular a correnteza. Sabendo que a largura do rio é de 800 m e a velocidade da correnteza é 4 m/s, determinar: a) O tempo gasto na travessia; b) O deslocamento do barco rio abaixo ao fim da travessia; c) A distância realmente percorrida pelo barco na travessia; d) A velocidade do barco em relação à terra” (Bonjorno et al., 2001, p.65). Durante o ditado alguns alunos não souberam como escrever algumas palavras e o professor releu o que tinha dito. Enquanto copiavam os alunos ficaram quietos. No final, os estudantes não tiveram tempo para ler e fazer o exercício, pois o professor começou a resolvê-lo no quadro-negro.

Durante a resolução, um aluno interagiu com o professor, enquanto os outros permaneceram em silêncio, apenas copiando. No final da resolução do item “a)” o professor perguntou se os alunos haviam entendido. Como ninguém respondeu, ele continuou a resolver a questão. A mesma situação ocorreu depois da resolução do item “b)”. Por falta de tempo, os outros itens ficaram para ser resolvidos na próxima aula.

DIA 19/08/2013

TURMA 202 – Segundo ano – Terceiro e quarto períodos de aula da manhã.

Professor A

A aula iniciou 10 minutos atrasada. Enquanto os 15 alunos presentes nesse dia entravam, começou um burburinho sobre um jogo de futebol que tinha acontecido no dia anterior envolvendo o Vasco, time para o qual o professor torce. Depois da brincadeira, os alunos se acomodaram em seus lugares.

O docente entregou um trabalho para ser feito em casa, definiu a data de entrega (09/09/2013) e a data da próxima prova (02/09/2013). As condições para a entrega do trabalho estavam escritas na folha que os estudantes receberam e foram lidas em voz alta por uma aluna. Dentre as exigências estavam: escrever as resoluções à caneta; ordenar as respostas da mesma forma que as questões estavam apresentadas na folha. O professor também falou para os alunos não copiarem uns dos outros, pois o erro se perpetuava da mesma forma em vários trabalhos e ele conseguia identificar quem tinha copiado. Mostrou um exemplo que aconteceu no último trabalho entregue pela turma. Um aluno escreveu a seguinte divisão $\frac{2 \times 10^{-4}}{1,0 \times 10^{-4}} = 2$, que estava correta. Entretanto, quem copiou escreveu $\frac{2 \times 10^{-4}}{10 \times 10^{-4}} = 2$, o que não daria como resposta “2”. Muitos alunos riram e um aluno falou: “vou ser sincero, nem fiz o

trabalho para evitar isso!”. Além disso, o docente falou que várias provas foram entregues em branco. Nenhum dos alunos pareceu se importar com o que o professor falou.

Na sequência, os alunos receberam uma folha para realizarem a autoavaliação sobre as Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química) e Matemática. Os tópicos eram: construção da aprendizagem, participação e interesse, realização das atividades propostas e entrega das tarefas solicitadas; frequência (assiduidade e pontualidade); comportamento e atitudes; conceito 2º trimestre; sugestões para melhorar o desempenho no 3º trimestre. As anotações dos alunos seriam levadas em consideração na hora do conselho de classe participativo. Alguns alunos conversavam enquanto o professor entregava as folhas, mas depois de receberem a tarefa, ficaram quietos. O momento foi aproveitado para fazer a chamada. Faltando cerca de 15 minutos para o término da aula, os alunos entregaram as autoavaliações.

Então, o professor pegou o livro, usado normalmente por ele, e pediu a um aluno para abrir o caderno e conferir “onde haviam parado na última aula”, se referindo ao último conteúdo apresentado. O seguinte título foi ditado: “curvas de aquecimento e resfriamento”. Um gráfico foi desenhado no quadro demonstrando a curva de aquecimento de um bloco de gelo e os alunos o copiaram. Durante a explicação o professor salientou que quando há mudança de temperatura não há mudança de estado físico e que quando há mudança de estado físico a temperatura não varia, ou seja, permanece constante. Nesse momento, um aluno perguntou “por quê?”, outro aluno respondeu que foi porque “Deus quis!”. O professor não se pronunciou, talvez por não ter escutado esse questionamento. Outro aluno ainda questionou qual a temperatura de vaporização do álcool falando: “a do álcool é 60°C?”. O professor respondeu que não sabia e o aluno insistiu questionando: “mas é menor que a da água, né?”. Então, ele obteve uma resposta afirmativa.

Novamente um exercício foi ditado pelo professor e os alunos o copiaram. O exercício foi este: “Coloca-se um pedaço de gelo de 80g, à temperatura de -18°C, em um calorímetro que contém 400g de água a 30°C. A capacidade térmica do calorímetro é 80 cal/°C. Calcule a temperatura de equilíbrio térmico. Dados: calor específico do gelo = 0,5 cal/g°C; calor específico da água = 1cal/g°C; calor latente de fusão do gelo = 80 cal/g°C” (Bonjorno et al., 2001, p. 245). Os alunos não sabiam o que era um calorímetro e um dos alunos chegou a falar sobre a geladeira, entretanto, o professor não levou em consideração a colocação desse aluno. Logo depois, o exercício foi resolvido no quadro-negro pelo professor e a aula terminou.

DIA 20/08/2013

TURMA 102 – Primeiro ano – Primeiro e segundo períodos de aula da manhã.

Professor A

Os 11 alunos presentes nesse dia chegaram 15 minutos atrasados e o professor realizou a chamada. Na sequência, foi definida a data da prova em grupo para o dia 03/09/2013 e a data para a entrega do trabalho para o dia 10/09/2013. A distribuição dos trabalhos foi realizada da seguinte maneira: o professor colocou duas pilhas de folhas nas classes da frente e os alunos se levantavam, em duplas, e pegavam o material. Enquanto isso, o docente lembrou aos alunos que poderiam “ir ao PIBID” e pedir ajuda. Também aproveitou para me apresentar como estagiária à turma.

Passado esse primeiro momento, o professor pediu para os alunos abrirem o caderno e escreverem o título: “Composição de Movimento”. Começou a explicação solicitando aos alunos que imaginassem a sala como um rio, com correnteza, e que teria um barco atravessando esse rio. Um desenho foi feito para ilustrar esse exemplo e nele foram escritos os vetores velocidade do barco, da correnteza e o vetor velocidade resultante. Então, o professor pediu para que os alunos relembassem o que tinham aprendido quando foi estudado vetores. Ao final da exposição, os alunos foram questionados sobre o entendimento do que estava sendo discutido, entretanto, ninguém respondeu e a aula continuou.

O professor abriu o livro e começou a ditar o conteúdo, para ser escrito pelos alunos, após o título, da seguinte maneira: “se um corpo se encontra sob a ação simultânea de vários movimentos, cada um deles se processa como se os demais não existissem” (Bonjorno et al., 2001, p. 65). Para complementar, um desenho foi feito mostrando um rio com largura de 500 m, velocidade da correnteza v_c , um barco o atravessando com uma velocidade v_b e o vetor velocidade resultante (do barco). Nesse momento, dois alunos chegaram atrasados. Depois dos alunos se acomodarem, o professor definiu a distância que o barco percorria para atravessar de uma margem à outra como: “ $S = v_b \cdot t$ ”. Perguntou se os alunos entenderam e um aluno respondeu que não. Para resolver a dúvida do estudante o docente começou a definir $v_b = 5\text{m/s}$ e $v_c = 3\text{m/s}$, supondo que a largura do rio é de 500 m. Uma pergunta sobre quanto tempo demoraria para atravessar o rio foi lançada aos alunos. A resposta foi apresentada no quadro-negro, pelo docente, substituindo as informações dadas anteriormente na fórmula. Utilizando o valor encontrado para o tempo, foi calculado o deslocamento realizado pelo barco rio abaixo. De posse do valor da largura do rio e da distância percorrida

rio abaixo, calculou-se a distância resultante, utilizando o triângulo retângulo que formou no desenho. Além disso, a velocidade resultante também foi calculada.

Nesse momento, mais dois alunos chegaram atrasados e o professor entregou o trabalho para os quatro alunos que entraram no meio da aula. Enquanto isso, os outros começaram a conversar. O professor retomou a atenção da turma ditando o seguinte exercício: “Um barco atravessa um rio com velocidade própria de 10 m/s, perpendicular à correnteza. Sabendo-se que a largura do rio é de 800 metros e a velocidade da correnteza 4 m/s, determinar: a) o tempo gasto na travessia; b) o deslocamento do barco rio abaixo ao fim da travessia; c) a distância realmente percorrida pelo barco na travessia; d) a velocidade do barco em relação à terra” (Bonjorno et al., 2001, p. 65). Durante o ditado uma aluna perguntou sobre o que é perpendicular e o professor explicou através de um desenho. Em seguida, o docente fez uma representação no quadro que ilustrava a situação descrita no exercício. Como era basicamente substituir os valores nas fórmulas, o professor fez os procedimentos e disse para os alunos cuidarem na hora da substituição e durante a resolução das operações matemáticas. Os alunos copiaram em silêncio.

Cerca de três minutos foram disponibilizados para que os alunos resolvessem o item “b)”. Então, o professor perguntou se alguém tinha conseguido fazer e apenas um aluno respondeu que sim, falou o resultado correto e recebeu um “muito bem!” do professor. Logo, o item foi corrigido no quadro-negro para o restante da turma.

O item “c)” foi feito pelo professor para o grande grupo, mas uma discussão surgiu durante a resolução do triângulo retângulo para encontrar a distância realmente percorrida pelo barco. Os alunos podiam usar a calculadora, entretanto, o valor de $\sqrt{742400}$ encontrado foi diferente para dois alunos. Eles começaram a falar e um tinha encontrado 86,16 m e o outro 861,62 m. Um deles falou: “tem que ser maior que 800m!”. O professor interferiu, confirmou que deveria ser maior que 800 m e que a resposta era 861,62 m. Então, ele foi até a mesa do aluno que havia errado, refez o cálculo com ele e solucionou as suas dúvidas. Nesse momento o sinal tocou e a aula chegou ao fim.

DIA 20/08/2013

TURMA 301 – Terceiro ano – Terceiro período de aula da manhã.

Professor A

O professor começou a aula entregando um trabalho para os 13 alunos presentes nesse dia. Como era para ser feito em casa, combinou a data da entrega para o dia 10/09/2013.

Aproveitou também para marcar a data da realização da prova, que ficou para o dia 03/09/2013. Então, o professor recolheu o trabalho de recuperação dos estudantes que não atingiram um resultado satisfatório durante o primeiro trimestre. Entre os 13 alunos presentes, quatro entregaram esse trabalho.

Feito isso, o professor pediu para os alunos abrirem o caderno e começou a ditar seguindo o conteúdo dado na última aula, ou seja, capacidade de um condutor. Então, falou sobre a unidade de medida, o farad (F), e sobre o emprego de submúltiplos como: microfarad ($\mu\text{F} = 10^{-6}\text{F}$), nanofarad ($\text{nF} = 10^{-9}\text{F}$) e picofarad ($\text{pF} = 10^{-12}\text{F}$). Depois disso, o professor aproveitou para me apresentar como estagiária.

Na sequência, o seguinte exemplo foi ditado e resolvido pelo professor no quadro: “calcular a capacidade de um condutor que possui carga de $2,0 \mu\text{C}$ e potencial 800 V ” (Bonjorno et al., 2001, p. 391). Durante a resolução os alunos apresentaram dificuldades em realizar as operações de multiplicação e divisão entre números de mesma base, no caso de base 10, e expoentes diferentes. Depois de aparentemente sanadas as dúvidas, o professor fez a chamada e a aula acabou.

DIA 20/08/2013

TURMA 302 – Terceiro ano – Quarto e quinto períodos de aula da manhã.

Professor A

O sinal tocou e os 16 alunos que compareceram nesse dia à aula entraram na sala. Depois de se distribuírem pela sala, ficou nítida a formação de quatro grupos. O professor começou a aula passando pela turma para recolher os trabalhos de recuperação do primeiro trimestre e, durante esse intervalo de tempo, me apresentou como estagiária à turma. Nesse momento, os alunos ficaram bastante agitados. Então, o professor entregou um trabalho e marcou a data da entrega desse trabalho para o dia 10/09/2013 e a data da prova em grupo para o dia 03/09/2013. Enquanto isso, um trio de meninas que sentava na frente ficou conversando sobre cortes de cabelo.

Para iniciar a exposição do conteúdo, o docente perguntou “em que parte havia parado na última aula”. Descobriu que era em capacidade de um condutor e prosseguiu ditando o seguinte: “para um condutor esférico de raio r , isolado no vácuo, temos:” (Bonjorno et al., 2001, p. 390). Então, o professor escreveu no quadro-negro a equação que define a capacitância ou capacidade de um condutor eletrizado e isolado de outros ($C = \frac{Q}{V}$) e substituiu

nessa o potencial ($V = \frac{k_0 \cdot Q}{r}$), chegando na relação: $C = \frac{r}{k_0}$. A substituição desenvolvida pelo docente no quadro não foi entendida por uma aluna. Então, professor mostrou como fazer a divisão entre frações e a aluna disse que entendeu.

Depois disso, o docente continuou ditando para que os alunos copiassem: “a capacidade de um condutor esférico é diretamente proporcional ao seu raio” (Bonjorno et al., 2001, p. 390), ainda, falou sobre o farad (F) como a unidade de capacitância no Sistema Internacional e informou que existem submúltiplos como o microfarad ($\mu\text{F} = 10^{-6}\text{F}$), o nanofarad ($\text{nF} = 10^{-9}\text{F}$) e o picofarad ($\text{pF} = 10^{-12}\text{F}$).

Um exercício foi ditado: “calcular a capacidade de um condutor que possui carga de $2,0 \mu\text{C}$ e potencial 800 V ” (Bonjorno et al., 2001, p. 391). O professor disponibilizou cinco minutos para os alunos encontrarem a solução da questão e ao perguntar para a turma qual era o resultado, somente um aluno respondeu, e estava correto. Como o resultado era $2,5 \times 10^{-9} \text{ F}$, o docente disse que poderia ser escrito como $2,5 \text{ nF}$. Entretanto, uma aluna reclamou desse tipo de nomenclatura e pediu para o professor não colocar na prova. Esse comentário não foi levado em consideração e um novo exercício foi ditado: “qual é a carga elétrica de um condutor de capacidade de $2,0 \times 10^{-8} \text{ F}$ e potencial de 2000 V ?” (Bonjorno et al., 2001, p. 391). Para resolver essa questão, o professor escreveu no quadro-negro a expressão “ $Q = C \cdot U$ ”. Nesse momento os alunos se agitam e começam a rir. Nesse ponto vale um comentário, pois acredito que o professor poderia ter escrito a fórmula de outra maneira, como por exemplo, “ $Q=U \cdot C$ ” e teria evitado toda a agitação dos alunos.

Para acabar com o tumulto, o professor substituiu os valores na fórmula, encontrou o resultado e os alunos copiaram. Mais um exercício foi ditado: “determine a capacidade de um condutor esférico, de raio 18 cm e localizado no vácuo” (Bonjorno et al., 2001, p. 391). Então, o professor pediu para que os alunos tentassem encontrar o resultado correto. Entretanto, um aluno que senta no fundo da sala, largou o seu material, virou para trás e começou a conversar, desconcentrando todo o grupo do qual ele fazia parte. Na sequência, o professor resolveu o exercício e os alunos copiaram. Uma aluna apresentou dúvidas sobre a divisão entre números com a mesma base, nesse caso a base era 10, e expoentes diferentes. O professor explicou no quadro e ditou o seguinte título: “energia potencial elétrica de um condutor”. Como já estava no final da aula, ele disse que começariam a tratar daquele assunto no próximo encontro e dispensou os alunos.

TURMA 301 – Terceiro ano – Terceiro período de aula da manhã.

Professor A

O professor começou a aula fazendo a chamada que foi contabilizada com 11 alunos presentes. Na sequência ocorreu a divulgação das notas da última prova, na qual um grande grupo de alunos não atingiu um bom resultado.

Então, o docente abriu o livro e começou a ditar o seguinte exercício: “Qual é a carga elétrica de um condutor de capacidade de $2,0 \times 10^{-8}$ F e potencial de 2000 V?” (Bonjorno et al., 2001, p. 391). A resolução foi feita, em seguida, e a turma interagiu bastante nesse momento. Dificuldades com as operações matemáticas envolvendo a multiplicação entre números de mesma base e expoentes diferentes ficaram evidentes. Depois, a questão “determine a capacidade de um condutor esférico, de raio 18 cm e localizado no vácuo” (Bonjorno et al., 2001, p. 391), foi ditada e a solução apresentada no quadro-negro, na sequência.

Para começar um novo assunto o professor ditou o título: “energia potencial elétrica de um condutor” e, ainda, “o trabalho realizado para carregar um condutor com uma carga Q sob potencial V não é perdido, mas fica armazenado no condutor sob forma de energia denominada energia potencial elétrica” (Bonjorno et al., 2001, p. 393). Durante o ditado os alunos ficaram quietos. Depois de ditar, o professor escreveu no quadro as fórmulas “ $E_p = \frac{Q.V}{2}$ ” e “ $Q = C.V$ ”, substituindo essa última na primeira. O resultado apresentado foi “ $E_p = \frac{C.V^2}{2}$ ”. O professor justificou a apresentação dessas equações dizendo que “essas equações são importantes para assuntos que serão tratados mais adiante, quando falarmos de circuitos elétricos”.

Então, a seguinte questão foi ditada: “calcular a energia potencial elétrica de um condutor de carga $5 \mu\text{C}$ e potencial 100 V” (Bonjorno et al., 2001, p. 393). Cinco minutos foram disponibilizados para que os alunos resolvessem a questão e alguns a acertaram. Outro exercício que falava “calcule a energia potencial elétrica de um condutor de capacidade 2 nF e carga $500 \mu\text{C}$ ” (Bonjorno et al., 2001, p. 393), foi anunciado para a turma copiar e corrigido logo depois que os alunos acabaram de copiá-lo. Após esse momento, a aula chegou ao fim.

DIA 21/08/2013

TURMA 103 – Primeiro ano – Quarto período de aula da manhã.

Professor A

Depois que os estudantes chegaram e se organizaram na sala, o professor entregou a prova para uma aluna fazer, já que ela ainda não a havia feito ainda. Então, realizou a chamada, que registrou a presença de 14 alunos, e pediu para os estudantes abrirem os cadernos, perguntando o que foi escrito durante a última aula.

Na sequência, o professor começou a corrigir o exercício que ficou pendente do encontro anterior. A questão tratava de um barco que atravessava um rio com a velocidade de 10 m/s perpendicularmente a correnteza. Sabendo que a largura do rio era de 800 m e a velocidade da correnteza era de 4 m/s, faltou determinar: c) A distância realmente percorrida pelo barco na travessia e d) A velocidade do barco em relação à terra. Então, o professor começou a resolver os itens que faltavam no quadro, tentando fazer com que a turma interagisse. Pediu aos alunos que pegassem as calculadoras para encontrar o valor de $\sqrt{742400}$, mas ninguém tomou uma iniciativa e o professor resolveu o problema com a sua própria calculadora. Como nenhum estudante respondia as perguntas feitas, o docente começou a falar que o resultado da prova não foi bom e que os alunos não estavam aproveitando as aulas para estudar e sanar as dúvidas. Também falou sobre a importância da soma vetorial para conseguirem obter sucesso na sequência do conteúdo.

Depois de resolver o exercício dado na última aula, ditou a seguinte questão: “uma lancha com velocidade própria de 18 km/h, navega num rio cuja correnteza tem velocidade de 2 m/s. Calcule a distância percorrida pela lancha em um tempo de 20 minutos, nos casos: a) rio acima; b) rio abaixo”, uma questão muito similar a apresentada em Bonjorno et al. (2001, p. 66). Enquanto isso, uma aluna desenhava corações no caderno, outra escutava música e outra só observava, sem copiar. O professor resolveu o exercício, depois que os alunos acabaram de escrever. Durante a correção, o docente perguntou qual seria a velocidade do barco para alguém que estava na margem observando-o. A aluna que estava ouvindo música respondeu “sete” em um tom de voz muito baixo e não foi ouvida. Então, a mesma aluna perguntou se para transformar de km/h para m/s precisaria dividir por “3,6”. O professor confirmou e escreveu no quadro-negro a transformação. Durante a explicação, a aluna que estava desenhando os corações no caderno se levantou e foi entregar uma caneta no outro lado da sala. O professor chamou a atenção da turma dizendo que tem muitos alunos com zero. A resolução do item “b)” foi feita e a aula acabou. Os alunos começaram a sair e a aluna que estava fazendo a prova atrasada, entregou a folha para o professor.

TURMA 201 – Segundo ano – Primeiro período de aula da manhã.

Professor A

Esse foi o primeiro dia de aula após a greve anunciada no dia 23/08/2013, pelo CPERS⁷. Assim, um dos motivos da ausência dos estudantes talvez estivesse ligado ao fato da comunidade ter entendido que a escola havia aderido à paralisação. Dos 46 alunos da lista de chamada, apenas oito compareceram a esse período de aula.

Logo no início da aula, o professor abriu o livro e perguntou à turma “em que parte do conteúdo havia parado na última aula”. Descobriu, por meio das respostas dos alunos, que, o último título escrito pelos mesmos, em seus cadernos, havia sido “calor latente”. Uma pequena introdução, para relembrar a turma sobre calor sensível, foi realizada, mas nenhum aluno interagiu nesse momento.

A fim de dar prosseguimento à aula, o professor iniciou um ditado baseado na escrita de Bonjorno et al. (2001, p. 242), sobre calor latente: “é a quantidade de calor que um grama de substância precisa ganhar ou perder para mudar de uma fase para outra”. Quando acabou de ditar, escreveu no quadro-negro a relação “ $Q=m.L$ ” e “calor latente de fusão do gelo ($L_f = 80 \text{ cal/g}$)”. Então, perguntou: “é quando o gelo derrete?”. Um aluno respondeu: “não sei!”. Sem levar em consideração a resposta do estudante, o professor escreveu no quadro-negro: “calor latente de solidificação da água ($L_s = -80 \text{ cal/g}$)” e “calor latente de vaporização da água ($L_v = 540 \text{ cal/g}$)”. Depois disso, ele falou que os dois primeiros aconteciam a 0°C e o terceiro a 100°C .

Após, o docente escreveu no quadro-negro: “calor latente de condensação do vapor ($L_c = -540 \text{ cal/g}$ a 100°C)”. Eis, o momento, então, que, um determinado aluno da classe questionou: “em zero grau começa a derreter? o que acontece em zero?”, e obteve como resposta que, poderia haver gelo e água a zero grau. Na sequência, o regente fez a chamada e orientou os alunos sobre os próximos exercícios, quando proferiu a ordem: “o esquema é o mesmo, vamos colocar as situações e vocês fazem a grade”.

A fim de demonstrar como os estudantes deveriam proceder durante a resolução das questões, ele começou a ditar um exercício: “um bloco de gelo de massa 600g encontra-se a

⁷ “Centro dos professores do Estado do Rio Grande do Sul – Sindicato dos Trabalhadores em Educação, com a sigla CPERS/SINDICATO é uma Entidade criada pela transformação da Associação Civil denominada “Centro dos Professores do Estado do Rio Grande do Sul” em Sindicato, autônomo, sem vinculação político-partidária, nem discriminação de qualquer natureza, com duração indeterminada, sede e foro na cidade de Porto Alegre, e base territorial em todo o Estado do Rio Grande do Sul”.

Disponível em: <http://www.cpers.org.br/imagens/estatuto/estatuto.pdf>. Acesso em: 29/11/2013.

0°C. Determinar a quantidade de calor que se deve fornecer a essa massa para que ela se transforme totalmente em água a 0°C. Dado: $L_f = 80 \text{ cal/g}$ ” (Bonjorno et al., 2001, p. 243). Tal exercício foi resolvido no quadro-negro, pelo professor, depois que todos os alunos haviam acabado de copiar. Os estudantes transcreveram a resolução em silêncio. Assim, o professor explicou que, onde houvesse L, não haveria c, ao se referir às fórmulas que deveriam ser usadas “ $Q = m.L$ ” ou “ $Q = m.c.\Delta T$ ”.

Logo após, um novo exercício foi ditado. Transcreve-se: “um bloco de alumínio de 500g está a uma temperatura de 80°C. Determinar a massa de gelo a 0°C que é preciso colocar com o alumínio para se obter um sistema alumínio-água a 0°C. Dados: calor específico do alumínio ($c_{al} = 0,21 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$); calor latente de fusão do gelo ($L_f = 80 \text{ cal/g}$)” (Bonjorno et al., 2001, p. 243). No entanto, o referido não fora resolvido, ficando para ser realizado no próximo encontro.

Ao término da aula, o professor entregou as provas por ordem decrescente de notas. Pode-se notar, pela exaltação da turma, que, somente dois alunos conseguiram obter um bom desempenho. Interessante perceber as alegações utilizadas pelos alunos ao tentar explicar os motivos pelos quais não obtiveram êxito. Um aluno, por exemplo, argumentou que confundiu o ponto com a vírgula na hora de calcular utilizando a calculadora.

Ademais, outro aluno ficou responsável pela entrega das provas para os estudantes que não estavam presentes nessa aula.

DIA 26/08/2013

TURMA 103 – Primeiro ano – Segundo período de aula da manhã.

Professor A

Os sete alunos presentes nesse dia entraram na sala de aula e se sentaram. Então, o professor abriu o livro e começou a ditar o seguinte exercício: “entre as cidades A e B existem sempre correntes de ar que vão de A para B com uma velocidade de 50 km/h. Um avião, voando em linha reta com uma velocidade de 150 km/h em relação ao ar, demora 4 horas para ir de B até A. Qual a distância entre as duas cidades?” (Bonjorno et al., 2001, p. 66).

Assim, o professor deixou alguns minutos para a turma tentar realizar tal exercício e complementou dizendo “já tirei os dados”, os quais foram escritos no quadro-negro. Além disso, o docente desenhou uma representação do problema e calculou a velocidade resultante, dizendo que era aquela velocidade que os alunos deveriam usar para resolver o problema.

Ainda, falou para a turma se lembrar do “Deus vê tudo”. Após, a chamada foi realizada e, quando do seu término, o docente utilizou-se do quadro-negro para resolver a questão. Os alunos copiaram e nenhum demonstrou que havia conseguido fazer o que foi proposto.

Então, o professor ditou mais um exercício, entretanto, dessa vez, o aluno que o acertasse poderia trocar esse exercício por um exercício errado no dia da prova. Essa foi uma forma que o docente encontrou de estimular os estudantes a tentarem solucionar o problema proposto. A única condição era que o aluno não poderia entregar a prova em branco.

Transcreve-se a “questão desafio”: “um barco a motor desenvolvendo toda a sua potência, sobe um rio a 20 km/h e desce a 48 km/h. Qual a velocidade das águas do rio e qual a velocidade do barco?”. Nota-se que esse exercício muito se assemelha com Bonjorno et al. (2001, p.66). O que diferenciou, dessa vez, foi o esforço dos estudantes para tentar solucionar a questão. Esse empenho pode ter ocorrido devido a chance concedida em aumentar a nota.

Todavia, pode notar-se que ninguém conseguiu entregar a questão para ser corrigida. Então, o professor resolveu o problema para a turma, utilizando o quadro-negro. Durante a resolução, falou sobre sistema de equações e que poderiam resolver através do método da soma. Após o término da explicação, as provas foram entregues e os alunos dispensados. Foi possível observar que, nesta avaliação, apenas um dos estudantes conseguiu um bom desempenho.

DIA 27/08/2013

TURMA 102 – Primeiro ano – Primeiro e segundo períodos de aula da manhã.

Professor A

Depois que os nove alunos que compareceram nesse dia à aula entraram na sala e se sentaram, o professor iniciou definindo que vetores e composição de movimento seriam os conteúdos envolvidos na próxima prova. Então, pegou o livro e começou a ditar o seguinte exercício: “a velocidade própria de uma lancha é 18 km/h. A lancha navega em um rio cuja correnteza tem velocidade de 2 m/s. Calcule a distância percorrida pela lancha em 20 minutos, nos casos: a) rio abaixo; b) rio acima” (Bonjorno et al., 2001, p. 66).

Na sequência, o professor perguntou se os alunos preferiam fazer sozinhos ou que ele fizesse junto com a turma. Um estudante falou que preferia que fizessem juntos. Então, o professor começou a resolver a questão utilizando o quadro-negro. Alguns alunos observaram, outros copiaram e somente um respondeu aos questionamentos feitos pelo professor.

Um destes questionamentos, por exemplo, se referia a qual seria a velocidade do barco rio abaixo, considerando que a correnteza “empurra 2 m/s e o barco anda a 5 m/s”. Um aluno respondeu “7 m/s”. Assim, o item “a)” foi resolvido e o professor disponibilizou alguns minutos aos alunos para que tentassem solucionar o outro item.

Durante esse intervalo de tempo, apenas dois alunos demonstraram-se interessados e começaram a resolver as questões. O docente aproveitou para entregar um bilhete que informava sobre uma reunião de pais e mestres. Após, questionou a turma sobre o resultado do exercício e um dos estudantes, que estava tentando resolver o problema, respondeu corretamente. Então, a questão foi solucionada utilizando o quadro-negro e o restante da turma copiou o que foi exposto.

Nesta aula, outro exercício foi ditado e expressava o seguinte: “entre as cidades A e B existem sempre correntes de ar que vão de A para B com velocidade de 50 km/h. Um avião voando em linha reta com uma velocidade de 150 km/h em relação ao ar, demora 4 h para ir de B até A. Qual é a distância entre as duas cidades?” (Bonjorno et al., 2001, p. 66).

Enquanto acontecia o ditado, duas alunas conversaram e não copiaram. Nesse momento, cinco alunos chegaram atrasados e entraram na sala de aula, o que dispersou a turma. Então, o professor solicitou aos estudantes que tentassem solucionar o problema proposto. Interessante observar que, os alunos, quando questionados sobre a resposta, hesitaram e, apenas um aluno respondeu (corretamente). Esse aluno era o mesmo que havia respondido a questão anterior.

Desse modo, o docente começou a corrigir o exercício utilizando o quadro-negro. Neste momento, mais dois alunos chegaram atrasados e o professor permitiu que participassem da aula.

Prosseguindo a aula, o professor comentou que, caso algum aluno acertasse o próximo exercício a ser ditado, poder-se-ia substituir por uma questão errada na prova. O exercício foi o seguinte: “Um barco a motor, desenvolvendo toda a potência, sobe um rio a 20 km/h e desce a 48 km/h. Determine a velocidade do barco e a velocidade da correnteza”, esse exercício era semelhante a um proposto em Bonjorno et al. (2001, p. 66).

Quando acabou de ditar, mais quatro alunos bateram na porta e pediram para entrar e assistir a aula. O professor autorizou a entrada e como eles não haviam copiado a questão, começaram a conversar. Então, o docente perguntou se alguém tinha conseguido fazer. Apenas um aluno entregou para a correção, mas infelizmente, a resposta não estava correta.

Desta maneira, o exercício foi corrigido com toda a turma utilizando o quadro-negro. Durante a correção, o docente falou sobre sistemas de equações e disse que os alunos

poderiam resolver pelo método da soma. A maioria dos alunos pareceu não conhecer esse tipo de solução.

Após a correção do exercício, ocorreu a entrega do trabalho, que deveria ser realizado em casa, para os alunos que não o tinham recebido, ou o tinham perdido. Além disso, foi determinado que os conteúdos compreendidos pela próxima prova seriam vetores e composição de movimentos.

Feito isso, outro exercício foi ditado que falava o seguinte: “um avião voa em relação ao solo com velocidade constante de 1000 km/h, tendo direção e sentido de leste para oeste. O vento sopra dirigido e com sentido de norte para sul, com velocidade constante de 200 km/h. Calcule a velocidade do avião em relação ao vento” (Bonjorno et al., 2001, p. 66). O professor resolveu o exercício. Ao concluir a explicação, os alunos foram dispensados e os que chegaram atrasados foram pedir para o professor contabilizar a presença deles.

DIA 27/08/2013

TURMA 301 – Terceiro ano – Terceiro período de aula da manhã.

Professor A

A aula iniciou-se com o professor definindo os conteúdos a serem envolvidos na próxima avaliação. Seriam abrangidos, então, os assuntos estudados desde trabalho da força elétrica até capacitância, seguindo a ordem que estava escrita no caderno dos alunos.

A partir disso, o docente começou a ditar um exercício para que os 12 alunos presentes nesse dia copiassem. A questão expressava o seguinte: “um condutor de $10 \mu\text{F}$ foi ligado a uma diferença de potencial de 50 V. a) Qual a carga do condutor?; b) Qual a energia potencial armazenada?” (Bonjorno et al., 2001, p.393).

O professor iniciou a resolução do exercício escrevendo a fórmula “ $Q = C.U$ ” no quadro-negro. Nesse momento alguns alunos começam a rir, mas a correção do exercício seguiu. Então, o docente perguntou para a turma qual a unidade de carga elétrica e um aluno respondeu coulomb.

Já, para resolver o segundo item, o professor escreveu no quadro-negro a fórmula “ $E_p = \frac{C.V^2}{2}$ ”. Curiosa, uma aluna perguntou porquê não poderia usar a expressão “ $E_p = \frac{Q.U}{2}$ ”. O docente explicou que, poderia usá-la, também, e resolveu o referido problema utilizando-se das duas fórmulas. Ressaltou, ademais, que, mesmo utilizando fórmulas distintas, as respostas deveriam ser iguais.

Depois disso, outro assunto foi iniciado através do título “capacitores”. O docente começou a ditar o seguinte: “denomina-se condensador ou capacitor o conjunto de condutores e dielétricos arrumados de tal maneira que se consiga armazenar a máxima quantidade de cargas elétricas” (Bonjorno et al., 2001, p. 394). Prosseguiu dizendo: “num capacitor o corpo indutor e o induzido recebem o nome de armaduras. O indutor é denominado armadura coletora e o induzido, armadura condensadora. O meio que separa as armaduras recebe o nome de dielétrico” (Bonjorno et al., 2001, p. 394). O professor complementou dizendo que existem capacitores eletrolíticos, cerâmicos, de poliéster e que seriam estudados melhor na próxima aula. Os alunos foram dispensados.

DIA 27/08/2013

TURMA 302 – Terceiro ano – Quarto e quinto períodos de aula da manhã.

Professor A

Os 17 alunos que compareceram à aula nesse dia entraram na sala de aula bem agitados. Logo no início da aula, portanto, o professor entregou o trabalho, que deveria ser realizado em casa, para os estudantes que não haviam o recebido ainda. Solicitou silêncio e definiu que, os conteúdos envolvidos na próxima prova seriam desde trabalho da força elétrica até capacitância, seguindo a ordem que os estudantes tinham escrito no caderno, considerando que capacitância foi o último tópico visto até aquele momento.

Feito isso, o docente começou a ditar o seguinte: “o trabalho realizado para carregar um condutor com uma carga Q sob um potencial V não é perdido, mas fica armazenado no condutor sob a forma de energia denominada energia potencial elétrica” (Bonjorno et al., 2001, p. 393).

Durante a fala do educador, uma aluna perguntou o título e ele falou: “energia potencial elétrica”. Além disso, outro aluno indagou se ele iria mostrar à turma, um capacitor. O aluno, assim, obteve resposta afirmativa do professor, que comentou que poderia, sim, mostrar, já que possuía capacitores guardados no armário presente na sala de aula.

Respondida a questão do aluno, o professor escreveu, no quadro-negro, as seguintes relações, nessa ordem: “ $E_p = \frac{Q.V}{2}$ ”, “ $Q = C.V$ ” e “ $E_p = \frac{C.V^2}{2}$ ”, explicando que substituindo a segunda na primeira, resultaria na terceira expressão para a energia potencial elétrica.

Nesse momento, uma aluna indagou sobre o significado do “ C ” nas fórmulas e o professor respondeu que se tratava da capacitância. Depois de falar isso, ele completou

dizendo que ela não obteve um bom desempenho na última avaliação e que ela havia dito, “há um tempo”, que Física era só decorar. A menina argumentou que ela tinha decorado durante todo o primeiro trimestre. Nesse momento ficou explícito o seu ponto de vista a respeito da disciplina de Física na escola, a qual servia apenas para decorar fórmulas.

Dando continuidade aos trabalhos, diversos alunos solicitaram, ao professor, a entrega das provas, e acabaram recebendo-as. Foi possível observar, após a devolução dos testes, que, somente um aluno acertou todas as questões. Este aluno foi “gratificado” com dez pontos; no entanto, o restante da turma foi abaixo de cinco pontos.

Na tentativa de dar prosseguimento à aula, o professor falou: “vamos fazer a aplicação do que a gente viu”, e começou a ditar: “calcular a energia potencial elétrica de um condutor com carga $5 \mu\text{C}$ e potencial 100 V ” (Bonjorno et al., 2001, p. 393). Depois de ditar, o docente realizou a chamada e alertou os alunos que estavam com um número excessivo de faltas. A turma ficou agitada e ele pediu silêncio.

Enquanto isso, um aluno solicitou o caderno emprestado para uma colega e começou a tirar fotos, usando o seu celular. Outra aluna lembrou a turma que no dia seguinte teriam uma prova de Biologia, o que gerou maior agitação.

Para acalmar os estudantes, o professor perguntou se o resultado encontrado para a questão foi $2,5 \times 10^{-4} \text{ J}$ e alguns alunos responderam que sim. Entretanto, um aluno pediu para que o exercício fosse resolvido no quadro-negro e o seu pedido foi atendido.

Assim, um novo problema foi ditado: “determine a carga de um condutor eletrizado que possui energia potencial de 500 J sob um potencial de 200 V ” (Bonjorno et al., 2001, p. 393).

Na tentativa de instruir a turma para a realização daquele, o professor disse para os alunos “isolem a letrelinha” que estava sendo pedida e depois “substituir os números”. A aluna, que havia se manifestado anteriormente sobre a “decoreba” de fórmulas durante o primeiro trimestre, falou, nesse momento, que “isso aqui, dessa forma, está legal”, se referindo à questão. Na sequência, o exercício foi resolvido pelo docente, utilizando o quadro-negro. Alguns alunos falaram que “na hora da prova sempre é mais difícil”.

Outra questão foi ditada: “calcule a energia potencial elétrica de um condutor de capacidade 2 nF e carga $500 \mu\text{C}$ ” (Bonjorno et al., 2001, p. 393). Questionou-se à turma, então, o significado de “nano” e dois alunos responderam que se referia a “ 10^{-9} ”. Nesse momento, a maioria da turma tentou encontrar a solução para o problema proposto, entretanto, alguns conversavam e o professor pediu silêncio.

Em seguida, uma aluna perguntou o que significava a capacitância e o docente respondeu que se referia à capacidade de um condutor armazenar carga. Como essa aluna estava faltando muito às aulas, ele exclamou para a mesma: “viu como faz falta não vir nas aulas!”.

Enquanto isso, um grupo que sentava no fundo da sala conversava intensamente. Para acalmar esses estudantes, o professor corrigiu o exercício para a turma, utilizando o quadro-negro. Durante a resolução, o docente escreveu a relação “ $E_p = \frac{5 \times 10^{-4} \cdot 2,5 \times 10^5}{2} = \frac{12,5 \cdot 10}{2} = 125 \text{ J}$ ”, a qual estaria errada, pois, ele esqueceu de dividir por “2”. Então, os alunos o alertaram que a divisão não tinha sido feita e o docente completou o que estava faltando no quadro-negro. Depois de corrigir, falou: “sinal que estão acompanhando, sinal que estão aprendendo!”.

Enquanto isto, uma aluna se virou para a parede do fundo da sala, onde há uma pintura do rosto de Albert Einstein e a relação “ $E = m \cdot c^2$ ”, e perguntou o que significava a fórmula. O professor respondeu, somente, que se referia a energia e, logo, começou a ditar outro exercício da seguinte forma: “um condutor de $10 \mu\text{F}$ foi ligado a uma diferença de potencial de 50 V. a) Qual a carga do condutor? b) Qual a energia potencial armazenada?” (Bonjorno et al., 2001, p. 393). Havia conversa entre os alunos que sentavam no fundo da sala e eles nem tentaram fazer o exercício.

Após ditar o problema, o professor se dirigiu até o fundo da sala, abriu o armário e pegou os capacitores para mostrar para a turma, como havia prometido que faria. Primeiramente se dirigiu ao grupo sentado no fundo da sala, que estava conversando. Quando o professor se aproximou com os componentes eletrônicos e um metrônomo, os alunos prestaram atenção no que o docente falou. O estudante mais agitado desse grupo, falou: “adoreeei”, se referindo ao que havia visto. Na sequência, o educador passou pelos cinco grupos que se formaram na turma. Todos se interessaram quando o professor mostrou os objetos. Depois disso, os alunos foram dispensados e a aula acabou.

Vale salientar que nessa aula, quando o professor mostrou onde o conteúdo que a turma estava estudando era aplicado, os alunos apresentaram um interesse maior. Isso ficou mais evidente entre o grupo que durante toda a aula ficou conversando sobre outros assuntos.

DIA 02/09/2013

TURMA 103 – Primeiro ano – Segundo período de aula da manhã.

Professor A

O professor começou a aula, depois que os 20 alunos presentes nesse dia se sentaram, avisando que, os estudantes que chegassem atrasados no dia da prova, não poderiam entrar na sala de aula para a realização da avaliação. No entanto, os alunos pouco prestaram atenção, e já começaram com conversas paralelas, comunicando-se sobre os acontecimentos de sábado, dia 31/08/2013, pela parte da manhã.

Falaram, por exemplo, que, até às 10h, tiveram aula e, depois, havia acontecido um campeonato de futebol na escola. Alguns estudantes não sabiam que iria ter aula antes dos jogos. Durante essa conversa, uma aluna colocou uma folha, arrancada do seu caderno, no rosto e começou a falar no celular.

Para acabar com a agitação, o docente começou a ditar o seguinte exercício: “um barco a vapor percorre 2160 metros em 432 segundos, ao subir o rio Amazonas. Quando desce, leva 240 segundos para percorrer o mesmo caminho, sendo constante nos dois casos a velocidade própria do barco. Calcule a velocidade do barco e da correnteza do rio” (Bonjorno et al., 2001, p. 66).

O docente avisou que o aluno que acertasse essa questão poderia trocá-la por uma errada no dia da prova. A única condição para isto era que o estudante não poderia errar todas as questões da avaliação ou entregá-la em branco. O professor disponibilizou alguns minutos para que os alunos tentassem fazer o exercício e, enquanto isso, realizou a chamada. Quando terminou, caminhou pela sala para ver se algum estudante tinha conseguido chegar ao resultado certo. Somente um aluno entregou para a correção, mas a sua resposta não estava correta.

O docente decidiu, então, resolver a questão utilizando o quadro-negro. Durante a explicação, falou que os alunos deveriam ter usado o “Deus vê tudo”. Além disso, encontrou a solução utilizando um sistema de equações e disse para os estudantes que uma das maneiras de resolver era pelo método da soma. Depois de acabar a resolução do exercício, o professor perguntou para a turma: “enxergaram isso aí gente?”. Entretanto, ninguém respondeu a pergunta feita.

Um novo exercício foi ditado que expressava o seguinte: “uma lancha atravessa um rio dirigindo-se perpendicularmente em direção à correnteza com velocidade própria de 8 m/s. Sabendo que a largura do rio é de 480 metros e a velocidade da correnteza, de 6 m/s, calcule: a) a velocidade da lancha em relação à Terra; b) o deslocamento da lancha rio abaixo no fim da travessia” (Bonjorno et al., 2001, p. 66).

Na sequência, o professor mostrou para a turma que já havia escrito os dados no quadro-negro e feito um desenho para ilustrar o problema. Como na próxima aula seria a prova, ele disponibilizou os resultados para os estudantes. Então, ele se dirigiu à classe de dois alunos, que estavam sentados um ao lado do outro, e explicou como fazer o exercício.

Nesse momento, outro aluno me chamou, falou que não tinha entendido a questão anterior e que tinha medo de pedir ajuda para o docente. Então, o professor começou a corrigir a segunda questão, utilizando o quadro-negro, e quando se aproximou desse aluno e perguntou se ele tinha entendido, o estudante prontamente respondeu que sim. O professor continuou explicando o restante da resolução para a turma, e esse aluno conversou na maior parte do tempo. Depois de finalizar o exercício, os estudantes foram dispensados.

DIA 03/09/2013

TURMA 302 – Terceiro ano – Quarto e quinto períodos de aula da manhã.

Professor A

Como nesse dia seria realizada a prova em grupo, as mesas estavam organizadas de tal forma que formavam cinco grupos distribuídos pela sala de aula com quatro componentes cada. Assim, os 19 alunos presentes nesse dia foram entrando e sentando nos lugares com os colegas que escolheram para realizar a avaliação. Ficou nítido que a divisão se deu por afinidade, já que se reproduziram os grupos que existiam normalmente durante as aulas. As seguintes fórmulas estavam escritas no quadro-negro: “ $E_p = \frac{Q.V}{2}$ ”, “ $E_p = \frac{C.V^2}{2}$ ”, “ $E_p = q.E.d$ ”; “ $Q = C.V$ ”; “ $C = \frac{R}{k_0}$ ”. Além disso, os alunos poderiam usar as calculadoras.

Para descrever as situações que ocorreram durante a realização da prova, denominei os grupos como: grupo-1, grupo-2, grupo-3, grupo-4 e grupo-5. As questões que estavam presentes na prova eram: “1) Determine a carga de um condutor eletrizado que possui energia potencial de 500 J sob um potencial de 200 V; 2) Calcule a energia potencial elétrica de um condutor de capacidade de 2 nF e carga de 500 μC ; 3) Quantas vezes podemos carregar um capacitor de 10 μF com o auxílio de uma bateria de 6,0 V, extraindo dela a energia total de $1,8 \cdot 10^4$ J?; 4) Determine a capacidade de um condutor esférico, de raio 18 cm e localizado no vácuo; 5) Uma partícula de carga $q = 2 \mu\text{C}$ está situada em uma campo eletrostático uniforme de intensidade $E = 2 \cdot 10^4$ V/m. Calcule a variação de energia potencial eletrostática dessa partícula, quando ela se deslocar de 0,5 m em sentido oposto ao campo, segundo uma reta paralela a ele”.

Então, para começar a avaliação, o professor entregou para cada grupo duas folhas contendo as questões que deveriam ser respondidas e entregues. Os alunos começaram a trabalhar. Instantes depois, o docente passou por cada grupo perguntando qual era a cor de uma caneta azul, sendo que esta estava colocada em baixo de uma pasta amarela. Alguns disseram que era verde e depois se surpreenderam quando o professor retirava a pasta amarela de cima e observavam que a cor era azul. Entretanto, acredito que esse não era o momento do docente ter atrapalhado os grupos, visto que tirou a concentração de alguns alunos.

Na sequência, o professor lembrou aos estudantes que o trabalho deveria ser entregue no dia 10/09/2013 e fez a chamada. Durante a chamada o docente elogiou um aluno que estava com dez na disciplina. Em seguida, olhou para os componentes do grupo-1 e falou: "se cada dupla pegar duas questões faz rapidinho". Os estudantes trabalhavam sem fazer tumulto, ou seja, apenas conversavam em um tom baixo, com os componentes do grupo aos quais pertenciam. Nesse momento o docente estava sentado corrigindo outros trabalhos.

No grupo-2 uma aluna falou: "vamos fazer a três todos juntos!", se referindo a questão número três. Esse grupo apresentou muitas dificuldades com as operações matemáticas que envolviam divisão e multiplicação de números com a mesma base e expoentes diferentes. Depois de tentar resolver as questões, esse grupo chamou o professor e durante a fala da aluna ficou claro que ela estava confundindo energia potencial elétrica com potencial elétrico. O professor falou que: " E_p é uma coisa e o V é outra!". Depois que o professor se afastou do grupo-2, duas alunas que pertenciam a esse grupo começaram a discutir e uma falou: "poderia começar a ouvir mais as pessoas! Tu fez a um e a dois e eu não discuti!". Essa aluna estava tentando fazer de um jeito que era diferente do que a sua colega estava fazendo. Nesse momento pude perceber que somente essas duas meninas estavam solucionando as questões e os outros dois membros do grupo apenas copiando.

No grupo-5 os alunos estavam ansiosos procurando as fórmulas que deveriam usar para resolver as questões. Chegou ao ponto de um aluno perguntar em voz alta: "que fórmula que eu uso!", mostrando que estava confuso por não ter conseguido resolver o problema.

Novamente o grupo-2 chamou o docente para que ele dissesse como era a solução da questão 3). Percebendo que a dúvida da maioria dos estudantes estava ocorrendo nessa parte da prova, o professor explicou para toda a turma que eles precisariam saber "quantas vezes devem carregar o capacitor de acordo com a bateria". Além disso, lembrou a turma que a questão 2) é " nF " e disse: "nano é dez na...?", se referindo ao expoente.

Na sequência o professor chegou perto do grupo-4 e perguntou para um dos alunos se ele é canhoto. O aluno respondeu que sim e começou a se distrair. Então, uma de suas

colegas falou para ele voltar a se concentrar. Em minha opinião, novamente o docente voltou a distrair os alunos, atrapalhando a sua concentração.

Em seguida, uma aluna do grupo-2 perguntou para o docente o que é potencial e o professor respondeu que ela “deveria abrir mais o caderno enquanto estivesse em casa”. Mas, em seguida, o docente falou que os alunos deveriam “calcular quanto de energia que o capacitor precisa e dividir a energia da bateria pela energia do capacitor”.

A maioria dos grupos ainda possuía dúvidas na questão 3) e muitos alunos estavam com dificuldades em resolver as operações matemáticas que envolviam divisão e multiplicação entre números de mesma base, mas com expoentes diferentes. Outra observação importante foi que na medida em que os estudantes iam acabando a resolução das questões, a agitação aumentava e prejudicava os que ainda não tinham terminado.

O grupo-1, formado por alguns meninos que sempre sentam na parte da frente da sala durante as aulas, foi o primeiro a entregar a prova. O professor recebeu a folha e a corrigiu minutos depois da entrega, na frente dos alunos. Esse grupo recebeu a nota máxima, dez, pois acertaram todas as questões. O docente anunciou isso para os demais alunos da turma, o que gerou uma agitação. Depois de observarem a correção, os alunos saíram da sala.

Na sequência, o grupo-4 entregou e, da mesma forma que antes, o docente corrigiu a avaliação na frente dos alunos. Esse grupo foi agraciado com a nota oito e, depois de saber o resultado, também saíram da sala de aula. Então, o professor reclamou que nenhum aluno o chamava para esclarecer as dúvidas durante as aulas, somente durante as provas.

Em seguida, o grupo-5 entregou a prova e, quando souberam que acertaram todas as questões, alguns alunos saíram da sala de aula gritando e pulando. Então, uma aluna, membro do grupo-2, também gritou, mas pelo motivo de ter conseguido resolver a questão 3). Na sequência, esse grupo entregou a folha com as respostas e receberam a nota oito. O professor aproveitou o momento para falar que ele ajudou bastante durante a prova. O grupo-3 foi o último a entregar e ficou nítido que eles apresentaram as maiores dificuldades. Receberam a nota quatro e os alunos ficaram decepcionados.

DIA 10/09/2013

TURMA 302–Terceiro ano – Quarto e quinto períodos de aula da manhã.

Professor A

Depois que os 19 alunos, que compareceram à aula nesse dia, entraram na sala e se sentaram, a estagiária entregou um questionário (ver Apêndice 2) para ser respondido por

eles. Enquanto isso, o professor realizou a chamada. Passados 20 minutos, os estudantes entregaram o questionário com as respostas.

Na sequência, o professor recolheu o trabalho que os alunos tinham feito em casa e ditou o seguinte título: “associação de condensadores”. Então ele falou: “temos três tipos: associação em série, associação em paralelo e associação mista”. Se referindo a associação em série, disse que “a armadura negativa de um capacitor está ligada a armadura positiva do seguinte”. Desenhou no quadro-negro três capacitores ligados em série e escreveu sobre a representação gráfica de cada capacitor: “ Q_1 ”, “ Q_2 ” e “ Q_3 ”, associados às cargas de cada capacitor; “ U_1 ”, “ U_2 ” e “ U_3 ”, relacionados com a diferença de potencial elétrico de cada capacitor; “ C_1 ”, “ C_2 ” e “ C_3 ”, se referindo a capacitância de cada capacitor.

A turma estava bem agitada e o professor pediu silêncio. Então, escreveu no quadro-negro: $Q = Q_1 = Q_2 = Q_3$; $U_1 + U_2 + U_3 + \dots = U$; $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$ Essas relações ele chamou de características da associação em série de capacitores. As grandezas “ Q ” (carga), “ C ” (capacidade) e “ U ” (diferença de potencial elétrico) estavam associadas ao capacitor equivalente.

Em seguida, o professor atribuiu os seguintes valores às capacidades ou capacitâncias dos capacitores: $C_1 = 2 \text{ F}$; $C_2 = 3 \text{ F}$; $C_3 = 4 \text{ F}$. Começou a calcular a capacidade do capacitor equivalente e disse para os alunos que “não é para copiar! É só para entender!”. Então, ele resolveu o cálculo e os alunos reclamaram no momento de desenvolver o mínimo múltiplo comum (M.M.C). Depois, explicou como seria o cálculo se existissem dois capacitores e escreveu no quadro-negro outra fórmula para ser usada.

Na sequência, ditou o seguinte: “Dois capacitores, um de $5 \mu\text{F}$ e outro de $10 \mu\text{F}$ são associados em série e lhes é aplicada nos terminais uma tensão de 10 V . Determine a capacidade equivalente, a carga de cada capacitor e a ddp à qual cada capacitor está submetido” (Bonjorno et al., 2001, p. 397). Então, o professor pediu para os alunos largarem a caneta para prestarem atenção e resolveu o exercício utilizando o quadro-negro. O docente resolveu o exercício de duas maneiras, a primeira usando a soma de frações e a segunda utilizando a fórmula $C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$. Nesse momento os alunos apresentaram dificuldades para encontrar o mínimo múltiplo comum e somar as frações. Depois, um tempo foi disponibilizado para que os estudantes copiassem a resolução escrita no quadro-negro.

Para continuar a aula, o professor ditou mais um exercício que falava o seguinte: “determine a capacidade equivalente do circuito abaixo” (Bonjorno et al., 2001, p. 398). O circuito continha a associação em série de três capacitores com capacidades de $C_1 = 10 \mu\text{F}$, C_2

= $20 \mu\text{F}$ e $C_3 = 30 \mu\text{F}$. O docente pediu para os alunos tentarem resolver a questão e disponibilizou alguns minutos para isso. Nesse momento, poucos estudantes tentaram solucionar o problema e a maioria ficou conversando. Então, o professor se dirigiu até o quadro-negro e começou a resolver o exercício. Alguns alunos mostraram dificuldades para somar as frações e ficaram preocupados se esse tipo de exercício seria cobrado na avaliação.

Mais um exercício foi ditado e falava o seguinte: “quatro condensadores em série têm a mesma capacidade de $5 \mu\text{F}$. Determine a capacidade do capacitor equivalente” (Bonjorno et al., 2001, p. 398). Para resolver esse exercício o professor falou que quando as capacidades dos capacitores têm o mesmo valor, a relação “ $C = \frac{C_i}{n}$ ”, na qual “n” é o número de capacitores, pode ser usada. Nesse momento a turma estava bem agitada e dois alunos que estavam sentados perto da janela se levantaram e foram sentar em lugares em baixo do ventilador, pois falaram que estava muito quente.

Outro exercício foi ditado: “Dois capacitores são associados em série como indica a figura. Se fornecermos à associação uma carga de $18 \mu\text{C}$, determine: a) a capacidade equivalente; b) a carga de cada capacitor; c) a ddp em cada capacitor; d) a ddp da associação; e) a energia armazenada da associação” (Bonjorno et al., 2001, p. 398). A figura foi desenhada no quadro-negro pelo professor. Nesse momento os alunos começaram a guardar o material e o professor resolvendo o exercício no quadro-negro. Alguns alunos não copiaram a resolução e saíram da sala.

DIA 17/09/2013

TURMA 302 – Terceiro ano – Terceiro período de aula da manhã.

Professor B

Antes de me dirigir para a sala de aula, falei com o Professor B e pedi para assistir a aula de Matemática da turma 302. Ele concordou. Então, fui até o local e esperei os estudantes chegarem. Escolhi observar um período de aula da disciplina de Matemática para presenciar o comportamento dos discentes em relação a outro docente.

Os 15 alunos presentes nesse dia entraram na sala de aula e sentaram. Percebi que duas alunas que sentavam no fundo da sala durante a aula de Física, nesse momento escolheram lugares bem na frente, perto do professor.

O professor começou a aula pedindo desculpa por ter chegado atrasado à última aula e falou que o atraso ocorreu devido a um congestionamento no trânsito. Também falou que

havia trazido as notas e que iria divulgá-las no final da aula se os alunos se comportassem no decorrer desse período. Além disso, falou que as inscrições para o vestibular da Universidade Federal do Rio Grande do Sul estavam abertas.

Depois dessa primeira parte, o professor perguntou se os estudantes preferiam que ele escrevesse o conteúdo ou ditasse e eles falaram que preferiam que ele escrevesse no quadro-negro. Então, ele escreveu no quadro-negro o título “polígonos inscritos a uma circunferência” e, na sequência, anotou características relacionadas a esse assunto. Enquanto o professor estava ocupado escrevendo, dois alunos aproveitaram para conversar à medida que copiavam. Esses estudantes foram os mesmos que pediram para que o conteúdo fosse escrito no quadro-negro e não ditado. O professor disponibilizou alguns minutos para que os alunos copiassem e, enquanto isso, a chamada foi realizada.

Então, o professor começou a explicar o conteúdo. Durante a explicação perguntou qual a característica de um triângulo equilátero e um dos alunos que estava conversando respondeu “que tem os três lados iguais”. Na sequência, o docente apagou o quadro-negro e começou a escrever novamente através do título: “triângulo equilátero inscrito numa circunferência”. Enquanto escrevia as fórmulas no quadro-negro pediu para que os alunos não às copiassem errado. A maioria dos alunos estava quieta copiando.

Mais um título foi escrito que falava o seguinte: “hexágono inscrito numa circunferência”. Enquanto isso, os dois alunos continuavam conversando. O professor falou que precisava de mais períodos e disse que em alguns colégios há mais períodos de matemática. Então escreveu: “polígono circunscrito numa circunferência”, e na sequência, “triângulo circunscrito em uma circunferência”.

Enquanto a aula se aproximava do fim, um aluno perguntou se nesse ano iriam fazer a maquete de suas casas. O professor falou que não sabia se iria dar tempo para que isso fosse feito durante as aulas, mas que poderia ser um trabalho realizado fora do horário de aula e que ele poderia os ajudar à distância. Nesse momento os estudantes ficaram agitados e o docente pediu silêncio. Um exercício foi escrito no quadro-negro e resolvido em seguida. Durante a resolução todos os alunos prestaram atenção no que foi dito. Então, quando acabou a correção, o professor falou as notas e os alunos se dirigiram para o recreio.

Depois dessa observação ficaram evidentes quais alunos que são mais agitados e que quando esses alunos são envolvidos na resolução de algum problema eles prestam atenção e se empenham para encontrar uma solução.

TURMA 302 –Terceiro ano – Quarto e quinto períodos de aula da manhã.

Professor A

Os 15 alunos que compareceram à aula nesse dia chegaram agitados na sala. Então, um dos estudantes falou que um exercício tinha ficado pendente na última aula. O professor perguntou se alguém tinha tentado resolvê-lo e ninguém respondeu. Desta forma, ele se dirigiu até o quadro-negro e solucionou o problema, o qual tratava sobre a associação de capacitores em série. Durante a resolução, o professor se aproximou de um grupo de alunos que estavam conversando e perguntou para eles quais as características de uma associação de capacitores em série e nenhum dos estudantes soube responder. A partir desse momento os alunos mais agitados começaram a prestar atenção no discurso do professor. Ao final da explicação do exercício o docente falou: “dúvidas até aqui?”. Um dos alunos respondeu: “não professor!”.

Na sequência, um grupo de alunos que sentava no fundo da sala começou a discutir sobre uma borracha. Então, o professor pegou duas borrachas que ele tinha guardado e entregou para os estudantes. Nesse momento ficou evidente que qualquer assunto fazia esses alunos não prestarem atenção na aula.

Quando o professor iria começar outro conteúdo, um aluno falou que faltava encontrar a energia potencial que o exercício havia pedido. O docente falou que era só usar a fórmula “ $E_p = \frac{Q.U}{2}$ ” ou “ $E_p = \frac{C.U^2}{2}$ ” e perguntou para o estudante se ele queria fazer ou copiar do quadro-negro. O indivíduo respondeu que iria fazer, mas o professor acabou resolvendo o item no quadro-negro.

Depois, o docente ditou o seguinte exercício: “Uma esfera condutora elétrica tem um diâmetro de 1,8 cm e se encontra no vácuo. Dois capacitores idênticos, quando associados em série, apresentam uma capacitância equivalente à da referida esfera. Determine a capacitância de cada um desses capacitores” (Bonjorno et al., 2001, p. 398). O docente complementou dizendo que o estudante que conseguisse resolver a questão poderia trocar essa questão certa por uma errada no dia da avaliação. Isso, se ele comparecesse no dia da avaliação e não errasse todas as questões. Enquanto os alunos tentavam resolver o exercício, o professor realizou a chamada. Os estudantes se esforçaram para solucionar o problema. Alguns entregaram o caderno para a correção, mas a resposta não estava certa. Outros estudantes pediram ajuda, mas o professor disse para eles “pensem sozinhos”, que depois ele corrigiria no quadro-negro. Depois de alguns minutos, nenhum estudante conseguiu encontrar a

resposta certa, então, o professor fez a correção. Alguns alunos falaram que erraram ao converter centímetros para metros.

Na sequência, o seguinte título foi ditado: “associação de capacitores em paralelo”. Desenhou no quadro-negro três capacitores associados em paralelo e ditou: “todas as armaduras positivas estão ligadas a um ponto de mesmo potencial, assim como todas as negativas estão ligadas a um outro ponto de potencial comum” (Bonjorno et al., 2001, p. 398). Nesse momento o sinal tocou determinando o final do período e um dos alunos falou em um tom de desânimo: “ainda tem mais um?”. Em seguida, o docente escreveu no quadro-negro uma comparação entre as características da associação em série e as características da associação em paralelo de capacitores. Falou que “é importante saber essas características, pois no misto vocês irão precisar dos dois”.

Então, ditou: “determine a capacidade equivalente da associação dada” (Bonjorno et al., 2001, p. 399). Desenhou uma associação em paralelo de capacitores com valores de capacitância de $C_1 = 10 \mu\text{F}$, $C_2 = 8 \mu\text{F}$ e $C_3 = 12 \mu\text{F}$. Resolveu a questão em seguida.

Outro exercício foi ditado e falava o seguinte: “dado a associação da figura, determine: a) a capacidade da associação equivalente; b) a carga de cada capacitor; c) a energia armazenada na associação; d) a carga total armazenada” (Bonjorno et al., 2001, p. 399). O professor pediu para os alunos tentarem resolver a questão e, depois, resolveu no quadro-negro. Os estudantes interagiram durante a correção do exercício e copiaram.

Mais uma questão foi ditada, falando o seguinte: “dois capacitores de $2 \mu\text{F}$ e $3 \mu\text{F}$ são associados em paralelo e o conjunto é colocado sob uma diferença de potencial de 1000 V. a) Qual a capacidade do capacitor equivalente?; b) qual a carga em cada capacitor?; c) qual a ddp em cada capacitor?” (Bonjorno et al., 2001, p. 399). Alguns alunos começaram a brincar e o professor pediu para eles pararem. O docente resolveu o exercício no quadro-negro e somente um aluno interagiu durante a correção.

Para introduzir um novo assunto o professor ditou o título: “associação mista de capacitores” e desenhou um circuito desse tipo no quadro-negro. Falou que na próxima aula eles iriam resolver circuitos mais complexos e encerrou o período.

DIA 24/09/2013

TURMA 302 –Terceiro ano – Quarto e quinto períodos de aula da manhã.

Professor A

Depois que os 12 alunos presentes nesse dia entraram na sala de aula e se sentaram, o professor falou as notas finais obtidas no segundo trimestre. Alguns alunos comemoraram, pois já estavam aprovados em Física, mesmo sem ter completado o terceiro trimestre ainda. Então, o docente aproveitou para entregar os trabalhos corrigidos para os estudantes.

Para continuar a aula, o docente desenhou no quadro-negro uma associação mista de capacitores com valores de capacitância de $3 \mu\text{F}$, $6 \mu\text{F}$ e $8 \mu\text{F}$, ligados a uma diferença de potencial de 20 V, e ditou o seguinte exercício: “dada a associação determine: a) o capacitor equivalente; b) a carga de cada capacitor; c) a ddp de cada capacitor”, adaptado de Bonjorno et al. (2001, p. 400). Antes de começar a resolver a questão, o professor pediu para que os alunos largassem a caneta e prestassem atenção na explicação. Durante a exposição sobre como se dava a resolução do exercício, o docente pediu para que os estudantes folhassem o caderno para encontrar as características da associação em série e em paralelo de capacitores. A turma estava calma e, depois da resolução, o docente fez a chamada.

Outro circuito, envolvendo a associação mista de cinco capacitores com mesmo valor de capacitância e submetidos a uma diferença de potencial de 100 V, foi desenhado no quadro-negro pelo professor. As questões seriam as mesmas que envolviam o exercício anterior. Na sequência, o docente começou a solucionar o problema. Os estudantes mostraram dificuldades durante a correção. Um deles disse que não tinha entendido “o que era o “+” e o “-” que estavam escritos no desenho. O professor falou que se referia à fonte. Acredito que essa dúvida foi normal de ocorrer, pois a representação de uma fonte em um circuito não tinha sido trabalhada ainda.

Então, alguns minutos foram disponibilizados para que os estudantes copiassem o que foi escrito no quadro-negro durante a resolução do exercício. Muitos apresentaram dúvidas e o professor refez as questões no quadro-negro.

Em seguida, mais dois circuitos, que também envolviam a associação mista de capacitores, foram desenhados no quadro-negro e o professor ditou o seguinte: “calcule a capacidade do condensador equivalente das associações” (Bonjorno et al., 2001, p. 400). O docente ajudou os estudantes a resolverem as questões. Alguns alunos se esforçaram para encontrar o resultado correto. Por fim, o professor corrigiu o exercício no quadro-negro e falou que na próxima aula quem assumiria a turma seria a estagiária.

4. REGÊNCIA

Este capítulo se refere ao período de regência exercido em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio do Instituto Estadual Professora Gema Angelina Belia. As aulas compreenderam um total de 18 períodos, situados entre os dias 01/10/2013 e 26/11/2013. Vale ser salientado, que no dia 15/10/2013 a escola suspendeu as atividades devido ao feriado do dia do professor.

O planejamento de cada aula está descrito nos planos de aula⁸ seguido pelo relato de regência⁹. Nos casos em que o plano de aula sofreu modificações, gerando mudanças nas aulas subsequentes, os imprevistos estão descritos nas observações ao final de cada plano. As questões conceituais e os exercícios utilizados estão disponíveis nos apêndices.

Antes de realizar as atividades de ensino na instituição, o Professor A definiu que o conteúdo ministrado deveria ser corrente elétrica, resistência elétrica, lei de Ohm e associação de resistores. Então, um cronograma de regência, que mostrava a distribuição dos conteúdos, foi desenvolvido. Esse cronograma sofreu modificações ao longo do período de estágio e a sua forma final se encontra a seguir.

4.1 Cronograma de regência

Aula	Data	Horário	Conteúdos a serem trabalhados	Turma de regência e sala
1	01/10/2013	10h15min – 11h55min	-Campo Elétrico -Carga elétrica	302 - 07
2	08/10/2013	10h15min – 11h55min	-Diferença de Potencial Elétrico	302 - 07

⁸ Para o planejamento das aulas foi utilizada basicamente a seguinte bibliografia de consulta: GASPAR, A. **Física 3: Eletromagnetismo e física moderna**. 2 ed. São Paulo: ática, 2009. p. 27 – 128.; Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, **Física 3 Eletromagnetismo**, São Paulo: Editora da USP, 2005; MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Física: volume 3**. São Paulo: Scipione, 2000; Hewitt, P., **Física Conceitual**, 9ª Edição, São Paulo, Editora Bookman, 2002; Axt, R. Alves, V. M. **Física para secundaristas: eletromagnetismo e óptica**. Porto Alegre: Instituto de Física – UFRGS, 2. ed. Revisada 1999; SILVEIRA, F. L. Um teste para verificar se o respondente possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples. Publicado em **Física no ensino médio: falhas e soluções**. Organizador: Rocha Filho, J. B. Porto Alegre, Edipucrs, 2011. p. 61-67; Gravina, M. H., Buchweitz, B. Mudanças nas Concepções Alternativas de Estudantes Relacionadas com Eletricidade. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.16, 1994, p. 110-119; DORNELES, Pedro F. T., ARAUJO, Ives S.; VEIT, Eliane A. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: Parte I – circuitos elétricos simples. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 4, p. 487-496, (2006).

⁹ Durante os relatos, irei me referir a duas pessoas, que além dos alunos, assistiram às aulas e participaram ativamente do meu estágio, que são: orientador de estágio, que também é o orientador do trabalho de conclusão de curso, estava presente em duas aulas a fim de me avaliar como estagiária; o Professor A: é o supervisor do estágio, por ser professor da turma 302.

			-Condutores e Isolantes -Corrente Elétrica (intensidade, sentido, corrente contínua e corrente alternada)	
3	22/10/2013	10h15min – 11h55min	-Resistência Elétrica -Resistividade	302 - 07
4	29/10/2013	10h15min – 11h55min	-Resistores -Lei de Ohm -Associação de resistores em série	302 - 07
5	05/11/2013	10h15min – 11h55min	-Associação de resistores em série	302 - 07
6	08/11/2013	7h30min – 9h10min	-Corrente elétrica -Resistência Elétrica (exercícios)	302 - 07
7	12/11/2013	10h15min – 11h55min	-Associação de resistores em paralelo	302 - 07
8	19/11/2013	10h15 min – 11h55min	-Revisão	302 - 07
9	26/11/2013	10h15min– 11h55min	-Avaliação	302 - 07

4.2 Planos de aula e relatos de regência

PLANO DE AULA 1

Data: 01/10/2013

Turma: 302 (Terceiro ano) – 2 horas-aula (10h15min – 11h55min)

Conteúdo:

- Campo Elétrico
- Carga elétrica

Objetivos de ensino:

- Despertar o interesse dos alunos para os assuntos que serão trabalhados nas próximas aulas, relacionando os conteúdos que serão vistos com o cotidiano, tecnologias e o cosmos.
- Lembrar os conceitos de campo elétrico e carga elétrica.

Procedimentos:

Atividade Inicial:

Apresentação da estagiária à turma. Discussão de algumas respostas (ver Apêndice 3) dadas pelos alunos às questões presentes no questionário que foi aplicado pela estagiária na

aula do dia 10/09/2013 durante o período de observação. Exposição da dinâmica das aulas. Apresentação dos conteúdos que serão trabalhados relacionando-os com o cotidiano dos alunos, tecnologias e o cosmos, através da apresentação de vídeos.

Desenvolvimento:

Na sequência, um vídeo que fala sobre o mundo sem eletricidade será apresentado. Então, o conceito de carga elétrica será lembrado. Em seguida, para mostrar a interação entre um corpo eletrizado e outro neutro, ocorrerá o atrito de um cano de PVC¹⁰ com um pano de algodão e, utilizando o cano, papéis picados serão atraídos. Além disso, três vídeos serão mostrados que demonstrarão o mesmo efeito proposto anteriormente.

Então, utilizando o método da Instrução pelos Colegas, o conceito de campo elétrico será discutido. Depois, serão apresentadas questões conceituais à turma (ver Apêndice 4).

Fechamento:

A partir do problema que indaga a possibilidade de ligar uma calculadora utilizando dois limões, duas placas de zinco, duas placas de cobre e fios condutores, os alunos serão estimulados a tentar ligar uma máquina e fazer uma conta de adição. Para finalizar, um vídeo, no qual laranjas são utilizadas para carregar a bateria de um iPhone, será mostrado.

Recursos:

Datashow, computador, *flashcards*, dois limões, duas placas de cobre, duas placas de zinco, fios com jacarés fixos nas extremidades, calculadora, cano de PVC com 2 cm de diâmetro e pano de algodão.

Vídeos:

- Raio atingindo o solo: <https://www.youtube.com/watch?v=QuCmS3YiwrE>
- Supercondutor - Trens do futuro: <https://www.youtube.com/watch?v=CeOzgNuAQOI>
- Os robôs mais incríveis de 2012: <https://www.youtube.com/watch?v=oFU-9CwqM6A>
- Cirurgia robótica: robô cirurgião já é realidade no Einstein:
<https://www.youtube.com/watch?v=R30fJLK53m4>
- NASA comemora pouso da nave *Curiosity* em Marte:
<https://www.youtube.com/watch?v=R3bvUYPD2rU>
- Comercial muito bom! Nissan mostra um mundo sem eletricidade:
<https://www.youtube.com/watch?v=ulh5eo8TKtw>
- Mago da física – Eletrização por atrito (Exemplo Didático):
<https://www.youtube.com/watch?v=1fGWjmxlHC0>
- Mago da física – Processos de eletrização [Parte 1/2]:
<https://www.youtube.com/watch?v=K9J-2m8pqj4>
- Pontociência - Cabo de guerra elétrico: <https://www.youtube.com/watch?v=5uAMmfuMqzM>

¹⁰ Os canos de PVC são tubos feitos através de um material que é um tipo de plástico. São, geralmente, os tubos mais escolhidos no setor da construção civil, para a distribuição de água e escoamento do esgoto, seja ele doméstico ou não. Disponível em: <http://www.ancorador.com.br/casa-familia/reforma-construcao/canos-de-pvc-saiba-mais-sobre-as-utilidades-deste-cano>. Acesso em: 29/11/2013.

-Orange Fruit Batteries Power an iPhone: http://www.youtube.com/watch?v=9_LLj4_3ZRA

Avaliação:

Não haverá nesse dia.

Observações:

Todas as atividades foram feitas. Apenas, durante a próxima aula, lembrarei a configuração do campo elétrico entre as placas de um capacitor.

Relato de Regência – Aula 1

Chegando à escola me dirigi para a sala da direção para pegar o *datashow*. Então, às 10h o sinal tocou indicando a saída dos alunos para o recreio. Aproveitei esse momento para ir até a sala de aula e arrumar o material. Liguei o computador e o *datashow*, coloquei as placas de cobre, as placas de zinco, os limões e a calculadora sobre uma das mesas e esperei os alunos entrarem às 10h15min. Enquanto eles iam se sentando, distribuí para cada aluno os *flashcards*. Nesse dia compareceram todos os estudantes, totalizando nove meninas e dez meninos. O Professor A, supervisor do estágio, decidiu assistir a essa primeira aula e se sentou no fundo da sala.

Então, para começar a aula me apresentei à turma e todos foram bem receptivos. Alguns perguntaram até quando eu ficaria trabalhando com eles e respondi que até meados de novembro.

Depois, comecei a apresentação de *slides* explicando que a aula seria dividida em três momentos. Em um primeiro momento seriam discutidas algumas perguntas e respostas que os alunos haviam apresentado no questionário (ver Apêndice 2) aplicado anteriormente. Já no segundo momento seria esclarecido como se daria o andamento das aulas e o terceiro momento seria direcionado para o motivo de estudar Física e os conteúdos que seriam trabalhados ao longo do período de regência.

Então, falando sobre o questionário, quando a primeira questão foi mostrada (“qual disciplina você menos gosta?”), alguns alunos começaram a rir. O motivo dessa descontração foi o fato de que no gráfico apresentado (ver Apêndice 3), o qual continha as respostas dadas pelos estudantes, “Física” tinha o maior número de alunos. Os motivos dessa escolha foram abordados no *slide* seguinte através dos tópicos: “incompreensão”, “não encontrar utilidade” e “muitas fórmulas”. Nesse momento, alguns alunos começaram a esboçar a sua indignação em relação à disciplina. Relatos reclamando sobre “o número muito grande de fórmulas”

aconteceram. As próximas questões selecionadas a partir do questionário foram: “pretendes fazer algum curso superior? Qual?”. No gráfico que mostrei à turma (ver Apêndice 3), 17 alunos responderam que sim e entre os cursos mencionados estavam: Engenharia Ambiental, Administração, Direito, Medicina, Arquitetura, Engenharia Mecânica e Engenharia Elétrica. Para acabar essa primeira parte de análise do questionário, apresentei as respostas que os alunos haviam dado para “eu gostaria mais de Física se...”, utilizando os seguintes tópicos: “tivesse mais aulas práticas”, “entendesse mais” e “tivesse menos fórmulas”. Dentre as falas dos alunos que se manifestaram nesse momento, a que mais se destacou foi ter um maior número de aulas práticas.

Durante o segundo momento apresentei à turma como seria a dinâmica das aulas e mencionei o método da Instrução pelos Colegas. Aqui, também foram esclarecidas as formas de avaliação e o dia da avaliação final. Como o Professor A me disponibilizou 15 pontos, decidi dividi-los da seguinte maneira: 1 ponto equivalente a participação, 4 pontos para trabalhos avaliativos e 10 pontos para a avaliação final.

O terceiro momento foi iniciado com um questionamento sobre o motivo de se estudar Física. Nesse instante um aluno disse: “Física é para *nerds!*”. Então, o questioneei sobre a justificativa dessa afirmação. Ele falou que não entendia o porquê de se estudar Física, dizendo que era muito difícil. Outra aluna disse que “Física está em tudo”, mas não conseguia ligar a Física vista na escola com as coisas que aconteciam no cotidiano. Outro estudante falou que em profissões como Arquitetura, a Física era muito importante.

Depois das reflexões trazidas pelos alunos, apresentei três argumentos para tentar convencê-los do quão importante é o estudo de Física. O primeiro se relacionava com o desenvolvimento de habilidades e raciocínios; o segundo se valia da questão do vestibular, já que muitos deles iriam fazer a prova e nela está contida uma prova de Física; o terceiro estava relacionado com entender o mundo em que vivemos. Acredito que essa conversa fez alguns dos estudantes refletirem sobre a importância do estudo da Física.

Na sequência, para mostrar com que assuntos o conteúdo que seria trabalho nas próximas aulas estava relacionado, mostrei cinco vídeos divididos em três temas: cosmos, tecnologias e cotidiano. Na parte do cosmos, o vídeo apresentado estava relacionado com a *Curiosity*¹¹. Em tecnologias, supercondutores, robôs e cirurgia robótica eram os temas discutidos em três vídeos, respectivamente. Para o cotidiano, raios foi o assunto abordado.

¹¹*Curiosity* é um robô enviado pela NASA até a superfície de Marte. Disponível em: <http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2013/08/curiosity-completa-1-ano-em-marte-e-ganha-parabens-pra-voce-veja-video.html>. Acesso em: 29/11/2013.

Depois de cada vídeo apresentado, questionei-os sobre quão interessante eles achavam os assuntos. Nesse momento, percebi que os temas propostos motivaram os alunos.

Para revisitar os conceitos de carga elétrica e campo elétrico, iniciei as discussões a partir do contexto mostrando no vídeo da propaganda da montadora de carros Nissan, que abordou como seria um mundo sem eletricidade. Durante a exibição do vídeo, os alunos prestaram bastante atenção.

Na sequência, argumentei sobre a importância da eletricidade em nossas vidas e que uma quantidade fundamental para o entendimento dos fenômenos elétricos era a carga elétrica. Nesse momento fiz a diferenciação progressiva do conceito de carga elétrica, ao relacioná-la aos prótons e aos elétrons. Além disso, falei em objetos eletricamente neutros e objetos eletricamente carregados.

Com o objetivo de motivar os alunos e mostrar a interação entre objetos carregados e objetos neutros, despejei papéis picados em uma classe localizada no meio da sala e pedi aos estudantes que chegassem mais perto. Aproximei um cano de PVC aos papéis e nada aconteceu. Depois, atritei o cano com um pano de algodão e aproximei dos papéis novamente. Alguns papéis se mexeram, mas o efeito foi muito pequeno. Os alunos não mostraram interesse nessa demonstração. Entretanto, exibi, em seguida, três vídeos que mostravam melhores resultados sobre o mesmo fenômeno e, com isto, foi possível perceber o entusiasmo presente nos discentes. Além disso, essa atividade serviu como reconciliação integradora do conceito de carga elétrica, visto que esse conceito foi apresentado em uma situação mais ampla.

Utilizando o método da Instrução pelos Colegas, iniciei a exposição dialogada sobre campo elétrico usando como contexto a perturbação causada no espaço ao redor de um objeto carregado, no caso, o cano de PVC.

Então, para diferenciar progressivamente esse conceito, apresentei as linhas de força do campo elétrico de uma partícula carregada positivamente, uma partícula carregada negativamente e entre duas placas planas paralelas, eletrizadas uniformemente com cargas de sinais contrários. Para fazer a reconciliação integradora, lembrei que essa configuração já havia sido estudada anteriormente, quando falaram sobre capacitores.

Na sequência, comecei a representar apenas as linhas de força do campo elétrico situadas entre as placas paralelas, mas sem mostrar as placas. Aproveitei essa configuração para discutir o surgimento da força elétrica sobre uma partícula carregada localizada em uma região do espaço onde há um campo elétrico.

Feito isso, expus a primeira questão conceitual (ver Apêndice 4). Interpretei a questão com os alunos, disponibilizei alguns minutos para eles pensarem em uma alternativa e em um argumento que sustentasse as suas escolhas. Durante esse intervalo de tempo, alguns alunos mostravam os cartões que tinham escolhido e eu pedia para que eles guardassem e só mostrassem no momento que fosse solicitado.

Em seguida, abri para a votação. As respostas variaram entre a alternativa “B” e a alternativa “C”. Então, pedi aos alunos que perguntassem para seus colegas quais alternativas tinham escolhido e para discutirem as respostas dadas.

Comecei a caminhar pela sala, incentivando os estudantes a conversarem. Então, dois alunos me chamaram e pediram para que eu encerrasse as discussões devido ao barulho. Então, pedi ao restante da turma que conversasse em um tom mais baixo. Depois de alguns minutos, abri votação novamente e a grande maioria levantou o cartão com a alternativa certa.

Corrigi a questão e a próxima foi projetada. Nessa questão, já durante a primeira votação, mais de 70% da turma levantou o cartão com a alternativa correta. Então, corrigi a questão.

Na sequência, buscando motivar a turma, perguntei para os alunos se seria possível ligar uma calculadora utilizando dois limões, duas placas de cobre, duas placas de zinco e fios de cobre. Como eles já haviam feito isso em uma aula de Química, todos responderam que seria possível. Mesmo assim, perguntei se alguém queria tentar ligar a calculadora e dois alunos se prontificaram.

Levei o material até o centro da sala e, enquanto os alunos montavam o equipamento, alguns se aproximaram para ver. Entretanto, outros, como já sabiam o que iria acontecer e a atividade não chamou a atenção, ficaram sentados em seus lugares. Depois que a calculadora ligou, fiz a chamada.

Como restavam 20 minutos para acabar a aula, resolvi mostrar mais duas questões conceituais (ver Apêndice 4). Na primeira questão, mais de 70% dos alunos acertaram já na primeira votação. Então, a corrigi e passei para o próximo *slide* que continha a segunda questão.

Depois de ler, interpretar, pedir para os alunos escolherem uma alternativa e um argumento que sustentasse a sua escolha, abri para a votação. Durante a primeira votação a maioria da turma votou na alternativa “B” e somente dois alunos votaram na alternativa “D”.

Mesmo sendo o número de acertos menor que 30%, decidi abrir para a discussão. Os alunos que votaram na alternativa “D” se esforçaram para convencer os outros que a sua

alternativa estava correta. Entretanto, quando abri para a votação novamente, ninguém mudou de opinião.

Então, corriji a questão e quando falei que a alternativa certa era a “D”, os alunos que a acertaram, se exaltaram durante a comemoração. Com medo que os estudantes comessem a competir demais e se agredissem verbalmente, pedi para que eles se acalmassem e falei que não era esse o objetivo, mas sim que todos aprendessem.

Faltando cinco minutos para acabar a aula, os alunos já tinham guardado o material e estavam prontos para ir embora, então pedi para que eles sentassem e apresentei mais um vídeo que mostrava a bateria de um iPhone sendo recarregada a partir da utilização de várias laranjas.

Acredito que deu tudo certo nessa aula e as atividades planejadas foram todas cumpridas. Mas, devido ao baixo número de acertos na última questão conceitual, na próxima aula retomarei a configuração do campo elétrico entre as placas de um capacitor.

PLANO DE AULA 2

Data: 08/10/2013

Turma: 302 (Terceiro ano) – 2 horas-aula (10h15min – 11h55min)

Conteúdo:

- Diferença de Potencial Elétrico
- Condutores e Isolantes
- Corrente Elétrica (intensidade, sentido, corrente contínua e corrente alternada)

Objetivos de ensino:

- Relembrar a configuração do campo elétrico entre as placas de um capacitor.
- Relembrar o conceito de diferença de potencial.
- Apresentar os materiais como constituídos por átomos, enfatizando quando um material pode ser considerado condutor ou isolante.
- Apresentar o conceito de corrente elétrica, discutindo a sua intensidade e sentido.
- Discutir a diferença entre corrente contínua e corrente alternada.

Procedimentos:

Atividade Inicial:

Um trabalho (ver Apêndice 5) será entregue para ser resolvido em casa.

Utilizando o método da Instrução pelos colegas, a aula iniciará com uma contextualização feita através da apresentação de um vídeo sobre raios. Através do questionamento sobre o que acontece com as nuvens antes da formação de um raio, se iniciará a diferenciação progressiva, ao relembrar o conceito de diferença de potencial elétrico relacionando-o com o conceito de campo elétrico. Também será relembrada a configuração do campo elétrico entre placas paralelas, eletrizadas uniformemente com cargas de sinais contrários.

Ao final, a interação entre as nuvens e o solo será citada e, na sequência, ocorrerá a exposição de duas questões conceituais (ver Apêndice 6).

Desenvolvimento:

A partir do mesmo contexto, uma nova exposição dialogada será apresentada. O problema utilizado envolve o que acontece com o ar durante a formação de um raio. Nesse momento, será discutida, brevemente, a natureza microscópica dos materiais e sob que condições um material é considerado condutor ou isolante. Na sequência, para fazer a reconciliação integrativa, utilizando duas hastes metálicas, duas bobinas, núcleos de ferro e fios condutores, será mostrada a condução através do ar. Além disso, essa demonstração servirá para motivar os alunos.

Em seguida, uma lâmpada será ligada utilizando um circuito em que parte está imerso em um copo que contém uma solução de água e sal. A partir deste contexto, e do problema que envolve o que acontece quando colocamos condutores entre uma diferença de potencial, será realizada a diferenciação progressiva do conceito de corrente elétrica. Para facilitar a visualização da corrente contínua e corrente alternada, e proporcionar a reconciliação integrativa, uma simulação encontrada no PhET¹² será apresentada.

Fechamento:

Mais três questões conceituais serão exibidas (ver Apêndice 6).

Recursos:

Data show, computador, *flashcards*, duas bobinas, núcleos de ferro, duas hastes metálicas, lâmpada, vela em um suporte, fios de cobre, pilha e uma solução de água e sal.

Simulação computacional: Kit de Construção de Circuito (AC+DC), Laboratório Virtual:

http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab

Vídeo:

-Super raio em câmera lenta: <http://www.youtube.com/watch?v=a0tRnJX6pzs>

¹² É um *site* criado pela Universidade do Colorado que oferece gratuitamente simulações interativas de fenômenos físicos. Disponível em: http://phet.colorado.edu/pt_BR/. Acesso em: 29/11/2013.

Avaliação:

Não haverá avaliação nesse dia.

Observações:

Retomarei, na próxima aula, o conceito de corrente elétrica.

Relato de Regência – Aula 2

Cheguei às 10h na escola e me dirigi para a sala de aula para arrumar o *datashow* e os materiais que seriam utilizados. O recreio terminava às 10h15min, entretanto, quando esse horário foi atingido nenhum aluno havia entrado na sala. Então, fui até o pátio e tentei encontrar os estudantes, mas não os identifiquei. Percebi que o Professor A estava vindo para a sala e atrás dele estavam os alunos. Quando eles chegaram os estudantes pediram desculpa pelo atraso e me falaram que eles estavam acostumados a entrar depois de ver o Professor A se aproximando. Não lembraram que nesse dia seria outro professor que daria aula. Por esse motivo, a aula começou 10 minutos atrasada.

Antes de iniciar a exposição dialogada, entreguei os *flashcards* para os estudantes e fiz a chamada, na qual seis meninas e seis meninos estavam presentes. Também entreguei um trabalho para ser feito em casa (ver Apêndice 5).

Então, para começar a aula falei que os conteúdos que seriam abordados eram diferença de potencial elétrico e corrente elétrica. Na sequência, iniciando a contextualização, mostrei um vídeo que estava relacionado com raios. Os alunos o acharam interessante e pediram para que eu o mostrasse novamente. Depois da segunda visualização, introduzi a problematização ao perguntar para a turma o que eles achavam que acontecia com as nuvens antes da formação de um raio. Alguns alunos falaram que elas “deveriam se carregar”. Aproveitando essa afirmação, iniciei uma discussão sobre como se dava a organização das cargas na nuvem e no solo.

Para continuar a aula, realizar a diferenciação progressiva e retomar algumas dúvidas restantes da aula anterior, falei sobre o campo elétrico existente entre as nuvens e o solo, mencionando a sua direção e sentido. Além disso, relatei a mesma situação com a diferença de potencial elétrico.

Feito isso, selecionei na imagem mostrada no *slide* uma região onde poderia tratar o campo elétrico como uniforme. Mostrei as linhas de força desse campo e representei uma partícula carregada negativamente inserida nessa região. Em seguida, pedi para que os alunos

dissessem o que aconteceria com essa partícula e a maioria da turma falou que ela se movimentaria para a região de maior potencial elétrico.

Para dar sequência a aula, apresentei duas questões conceituais (ver Apêndice 6). Nas duas questões, para as quais os estudantes deveriam votar em uma alternativa utilizando os *flashcards*, o número de acertos foi superior a 70%. Depois de cada questão fiz a correção da mesma.

Em seguida, iniciei uma nova exposição dialogada perguntando para a turma sobre o que acontece com o ar existente entre a diferença de potencial. Realizei a diferenciação progressiva ao discutir sobre modelos atômicos e materiais isolantes. Depois disso, a reconciliação integrativa foi realizada ao ser esclarecido sobre como acontece o raio.

Para complementar a explicação, utilizei duas hastes metálicas, uma bobina com 300 espiras, uma bobina com 12000 espiras, núcleos de ferro e fios metálicos, como mostra a Figura 4.

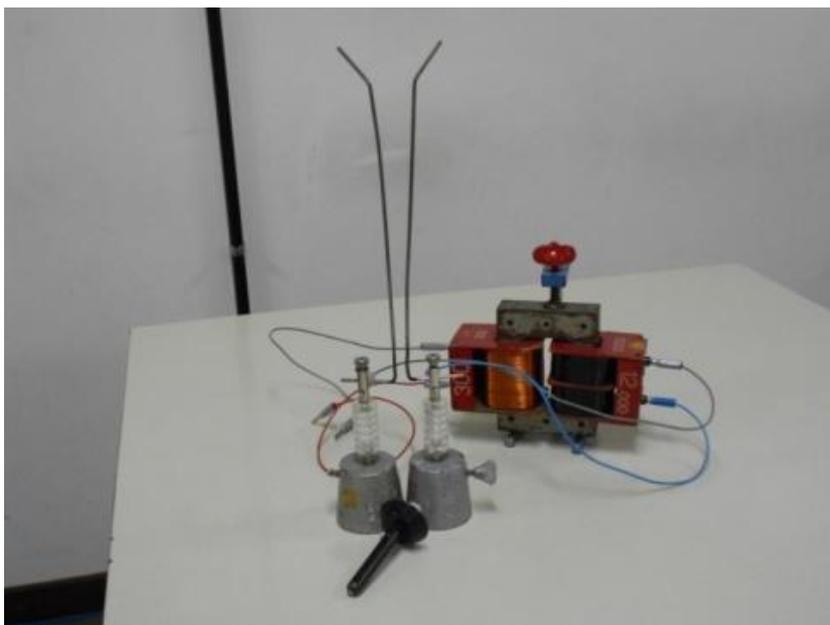


Figura 4: Montagem do equipamento utilizado para realizar descargas elétricas através do ar.¹³

Liguei o sistema na tomada e mostrei uma descarga elétrica através do ar usando uma vela acesa para facilitar o processo. Nesse momento os alunos ficaram muito interessados e alguns disseram que “poderíamos ficar fazendo isso durante o resto da aula”.

Depois de discutir os conceitos físicos envolvidos na primeira demonstração, realizei uma segunda demonstração utilizando água, uma mistura de água e sal de cozinha, um copo, fios metálicos e uma lâmpada.

¹³ Equipamento pertencente ao Instituto de Física da UFRGS.

Coloquei um pouco de água no copo, preendi dois fios nas suas extremidades e liguei o sistema na tomada. Em um primeiro momento a lâmpada não acendeu, mas depois que eu adicionei à água uma mistura de água com sal, a lâmpada acendeu, como mostra a Figura 5.

Os alunos ficaram surpresos. Quando questionados sobre o que poderia ser aquele líquido, alguns falaram que era álcool. Então falei que era uma mistura de água com sal e para discutir os conceitos físicos através desse contexto, apresentei para a turma a seguinte questão: “o que acontece quando colocamos condutores entre uma diferença de potencial elétrico?”.



Figura 5: Montagem do equipamento utilizado para mostrar a condução elétrica através de uma solução de água e sal.

Durante a exposição dialogada, momento também da diferenciação progressiva, falamos sobre condutores (líquidos, gases e sólidos), metais, modelo microscópico para a estrutura interna dos metais e elétrons livres. Então, direcionei para o que aconteceria se colocássemos um metal entre uma diferença de potencial e falei sobre o conceito de corrente elétrica nos fios metálicos.

Em seguida, expus *slides* contendo informações sobre a intensidade da corrente elétrica e a fórmula para calculá-la, juntamente com a unidade do Sistema Internacional. Os alunos quiseram copiar essa parte e disponibilizei alguns minutos para isso. Na sequência, falei sobre o sentido convencional da corrente elétrica, o sentido real da corrente elétrica e sobre corrente contínua e alternada.

Para exemplificar utilizei uma simulação computacional, na qual continha uma lâmpada ligada a uma bateria e o movimento dos elétrons livres em um sentido preferencial

era mostrado. Depois, substituí na imagem a bateria por uma tensão alternada e mostrei o que acontecia. Esse momento serviu também para realizar a reconciliação integrativa dos conceitos.

Para finalizar, três questões conceituais (ver Apêndice 6) foram apresentadas aos alunos para que votassem utilizando os *flashcards*. Na primeira e segunda, o número de acertos foi superior a 70% e, depois de cada votação, corriji as questões.

Na terceira questão, também ocorreu um número de acertos maior do que 70%, entretanto, durante a votação, percebi que muitos alunos olharam para as respostas dos colegas antes de escolherem as suas.

Então, para começar a correção dessa questão, perguntei para um estudante, o qual havia escolhido a alternativa correta, a justificativa da sua escolha. Foi assim que obtive a confirmação de que alguns alunos não estavam confiantes em relação à escolha feita.

Decidi pedir aos estudantes que discutissem com seus colegas e mostrassem os seus argumentos, mas a maioria da turma não quis realizar a atividade. Devido a essa atitude, solicitei a dois alunos, que escolheram alternativas diferentes, falarem os seus argumentos e, na sequência, corriji a questão.

Na próxima aula pretendo retomar o conceito de corrente elétrica e falar novamente sobre condutores metálicos.

PLANO DE AULA 3

Data: 22/10/2013

Turma: 302 (Terceiro ano) – 2 horas-aula (10h15min – 11h55min)

Conteúdo:

- Resistência elétrica
- Resistividade

Objetivos de ensino:

- Retomar o conceito de corrente elétrica.
- Apresentar o conceito de resistência elétrica.
- Apresentar o conceito de resistividade.
- Mostrar como utilizar um multiteste para efetuar medidas de corrente elétrica.

Procedimentos:

Atividade Inicial:

Retomar o conceito de corrente elétrica a partir do problema que indaga o que acontece quando um condutor metálico é colocado entre uma diferença de potencial.

Utilizando o chuveiro elétrico e a queima da palha de aço como contexto, definir resistência elétrica, partindo do seguinte problema: “como o chuveiro elétrico possibilita o aquecimento da água?”.

Desenvolvimento:

Apresentar o multiteste e explicar como realizar medidas de corrente elétrica. Mostrar os materiais que serão usados durante a realização de uma atividade, que será utilizada como contexto para definir resistividade. Na sequência, os alunos realizarão as medidas e cálculos seguindo o roteiro (ver Apêndice 7).

Fechamento:

A reconciliação integrativa do conceito de resistividade será realizada a partir da discussão sobre supercondutores.

Recursos:

Datashow, computador, 12 pilhas, palha de aço, 5 fios de cobre com jacarés presos nas extremidades, 5 multitestes, 10 fios condutores com pino-banana preso em uma das extremidades e com jacaré preso na outra, 5 placas com dois fios constituídos de uma liga metálica de níquel-cromo e de diâmetros diferentes.

Avaliação:

Correção do roteiro entregue, que contabilizou 0,5 para a nota final.

Observações:

Na próxima aula falarei sobre a relação da resistividade com a temperatura e mencionarei os supercondutores, pois, por falta de tempo, esses assuntos não foram abordados nessa aula.

Relato de Regência – Aula 3

Nesse dia resolvi chegar mais cedo, às 9h, para preparar o material que seria utilizado durante a aula. Quando entrei na escola, encontrei o Professor A e ele me disse que eu teria que adiantar os períodos da minha turma e que a aula começaria às 9h10min. Apressei-me para pegar a chave da sala que seria usada e arrumar o material.

Entre esses materiais, o *datashow* estava sendo usado na sala de aulas utilizada pelo Professor A. Então, ele disse que poderia trocar de sala e eu ficaria naquela onde o equipamento já estava instalado.

Depois de organizar todo o material, sete meninos e as sete meninas entraram e sentaram em seus lugares. Aproveitei para apresentar o professor do estagio à turma e falei que ele iria observar a aula nesse dia. Então, com alguns minutos de atraso, iniciei a aula entregando uma folha, que continha o trabalho dado na aula anterior, aos estudantes que ainda não a haviam recebido.

Em seguida, um *slide*, que continha três partículas negativamente carregadas posicionadas entre as linhas de força de um campo elétrico, foi projetado. Então, perguntei o que acontece quando uma diferença de potencial elétrico é aplicada em uma região que existem partículas eletricamente carregadas.

A partir disso, lembrei o modelo clássico da corrente elétrica em condutores metálicos. Durante esse momento alguns estudantes estavam dispersos. Tentei retomar a atenção de alguns alunos, mas não obtive sucesso.

Dando continuidade a aula, para começar a falar em resistência elétrica, indaguei os alunos sobre o motivo de o chuveiro elétrico aquecer a água. Alguns falaram “por causa da tomada”, outros “por causa da resistência” e, usando as ideias citadas por eles, mostrei a imagem da parte interna de um chuveiro elétrico.

Além disso, para ilustrar o aquecimento de um condutor metálico devido à passagem da corrente elétrica, utilizando duas pilhas em um suporte para pilhas, me dirigi até o centro da sala de aula e pedi aos alunos que se aproximassem. Então, para motivar os alunos e contextualizar o conteúdo, apliquei uma diferença de potencial elétrico em uma palha de aço e mostrei o efeito para os alunos. Alguns acharam interessante e outros nem olharam para o que foi demonstrado no centro da sala.

Em seguida, iniciei a diferenciação progressiva falando sobre o modelo de corrente elétrica em que os elétrons colidem com os caroços iônicos da rede do metal, aumentando assim a temperatura do material. Argumentei que essas colisões representavam uma oposição ao movimento dos elétrons livres e que esta oposição está ligada ao conceito de resistência elétrica. Na sequência, mostrei a relação desta com a diferença de potencial e a corrente elétrica através da equação.

Para ilustrar a relação da resistência elétrica com o comprimento do fio metálico, a área da secção transversal do fio e o material que constitui esse fio, propus uma atividade. Essa consistia em medir o valor da corrente elétrica para diferentes comprimentos de um fio metálico composto por uma liga de níquel-cromo.

A fim de mostrar aos alunos como seria a realização das medidas, peguei o material composto por uma placa, que continha fixa nela dois fios de níquel-cromo e uma régua, dois

fios que possuíam um jacaré em uma extremidade e um pino-banana na outra, um fio que possuía um jacaré em cada extremidade, um multímetro com as ponteiros e um suporte contendo duas pilhas.

Dirigi-me, então, até o centro da sala e pedi para que os alunos se aproximassem. Primeiramente, expliquei o que era o multímetro e falei como seriam ligadas as ponteiros no aparelho. Durante essa explicação, fiquei de costas para alguns alunos e eles não observaram como eu estava posicionando as ponteiros e o botão giratório do multímetro.

Em seguida, montei o circuito, como mostra a Figura 6. Para fazer as medidas do valor da corrente elétrica em função do comprimento do fio, peguei a extremidade do fio que possuía o pino-banana azul e o positionei sobre o comprimento do fio marcado pela régua.

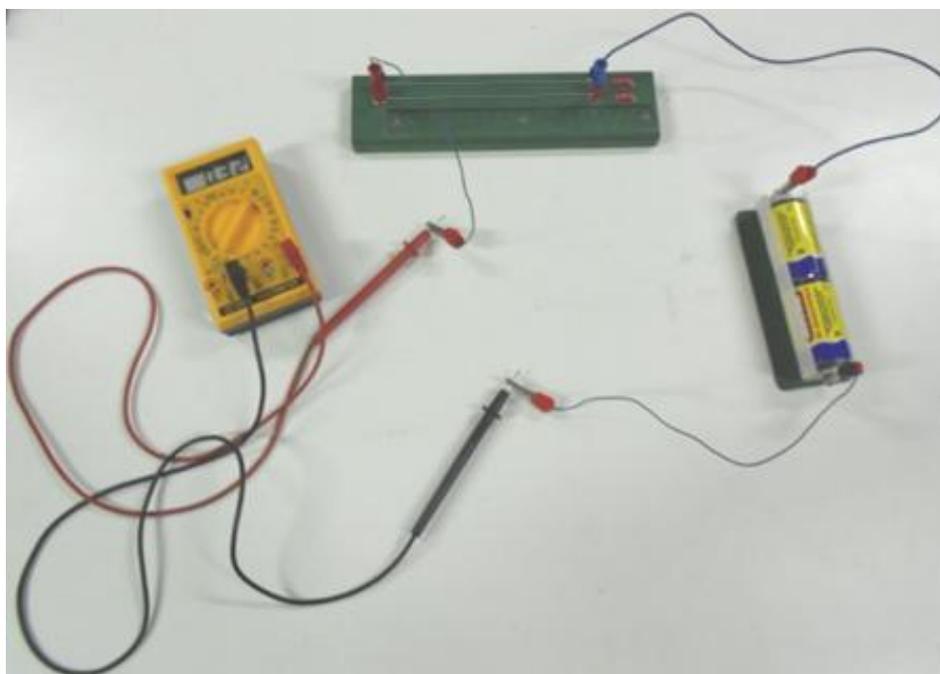


Figura 6: Montagem do equipamento utilizado para a realização da atividade.¹⁴

Feito isso, pedi para os alunos se organizarem em dois grupos com quatro integrantes e dois grupos com três integrantes. Entreguei para cada grupo um roteiro (ver Apêndice 7) para orientar as medidas e o mesmo conjunto de materiais usados por mim anteriormente. Depois disso, o sinal tocou e os alunos saíram para o recreio.

Durante o segundo período, os estudantes realizaram as medidas propostas pelo roteiro e ajudei alguns grupos que apresentavam dificuldades. Com isto, foi possível constatar que a atividade fez os alunos perceberem que existe uma relação da resistência elétrica com o comprimento do fio e a área da secção transversal. Depois que eles responderam as questões, continuei a aula utilizando o *datashow*.

¹⁴Três multímetros pertenciam à escola e o restante do equipamento pertencia ao Instituto de Física da UFRGS.

Em seguida, indaguei a turma se o material que compõe o fio também possuiria alguma relação com a resistência elétrica, supondo que eu pegasse dois fios de mesmo comprimento, mesma área da secção transversal e feitos de materiais diferentes. Então, apresentei o conceito de resistividade elétrica e a relação matemática “ $R = \frac{\rho L}{A}$ ”.

Antes de acabar a aula, mostrei uma tabela contendo valores de resistividade para diferentes materiais e fiz a chamada.

Infelizmente, por falta de tempo, não consegui abranger, nessa aula, a relação da resistividade com a temperatura e nem falar sobre os supercondutores. Esses assuntos serão tratados durante o próximo encontro.

PLANO DE AULA 4

Data: 29/10/2013

Turma: 302 (Terceiro ano) – 2 horas-aula (10h15min – 11h55min)

Conteúdo:

- Resistores.
- Lei de Ohm.
- Associação de resistores em série.

Objetivos de ensino:

- Mostrar a relação da resistividade com a temperatura e falar dos supercondutores.
- Apresentar os resistores e falar sobre alguns resistores variáveis.
- Apresentar um circuito simples, ou seja, que contém como componentes uma pilha e um resistor, e fazer os alunos medirem valores de corrente elétrica e diferença de potencial, para encontrar a resistência do resistor. Realizar esse procedimento para duas pilhas e, depois, quatro pilhas.
- Apresentar a Lei de Ohm.
- Diferenciar resistores ôhmicos e não-ôhmicos.
- Mostrar as características da associação em série.
- Mostrar o cálculo da resistência equivalente de uma associação em série.

Procedimentos:

Atividade Inicial:

Utilizando como contexto a queima da palha de aço, feita na aula anterior, relembrar o conceito de resistência elétrica e resistividade. Relacionar a variação da resistividade com a temperatura. Mencionar os supercondutores.

Depois de apresentar a *Curiosity* e o miniórgão eletrônico, definir o que são os resistores. Demonstrar como varia a resistência de um resistor LDR através da montagem de um circuito simples envolvendo duas pilhas, suporte para pilhas, LDR e um LED.

Desenvolvimento:

Montar um circuito simples utilizando uma pilha e um resistor e medir os valores da corrente elétrica e da diferença de potencial associada ao resistor.

Depois, os estudantes serão divididos em grupos e cada grupo receberá um *kit* contendo dois suportes para pilhas (um para duas pilhas e outro para quatro pilhas), quatro pilhas, um multímetro e fios condutores. Eles deverão realizar medidas de diferença de potencial e corrente elétrica para completar a tabela do roteiro (ver Apêndice 8). Calcularão a resistência elétrica a partir dos dados.

Fechamento:

A partir do contexto proporcionado pela atividade, será apresentada a Lei de Ohm. Através da apresentação de um ramo de luzes de Natal será abordada a associação de resistores em série.

Recursos:

Datashow, computador, 5 multímetros, 20 pilhas, cinco resistores, um LDR (*Light Dependent Resistor*), um NTC (*Negative Temperature Coefficient*), um LED (*Light Emitting Diode*) e quatro fios que continham jacarés fixos nas extremidades.

Vídeo:

-Supercondutor - Trens do futuro: <https://www.youtube.com/watch?v=CeOzgNuAQOI>

Avaliação:

Entrega do roteiro, que contabilizou 0,5 para a nota final.

Observações:

Na próxima aula, retomar as características de uma associação de resistores em série.

Relato de Regência – Aula 4

Nesse dia novamente os alunos chegaram 10 minutos atrasados. Então, perguntei para eles qual era o motivo do atraso e eles comentaram que estavam aproveitando o horário

do intervalo para se alimentarem. Pedi para que no próximo encontro, eles fizessem um esforço para que chegassem na hora certa.

No que tange o plano de aula para esse encontro, foi preparada uma apresentação de *slides* utilizando o *datashow*. Ao iniciar a aula, utilizando como contexto a queima da palha de aço realizada na aula anterior, relembrei os conceitos de resistência elétrica e resistividade.

Posteriormente, indaguei os estudantes o que poderia acontecer com a resistividade de um condutor metálico quando a sua temperatura é aumentada. Na tentativa de auxiliá-los a solucionar o questionamento, mostrei a variação da resistividade com a temperatura através de um gráfico. Expliquei, ainda, que, quando a temperatura diminui, a resistividade vai diminuindo.

Assim, mencionei que alguns materiais possuem comportamento diferente e argumentei sobre os supercondutores. Mostrei uma tabela com alguns materiais (alumínio, mercúrio e $YBa_2Cu_3O_7$) e a temperatura aproximada em que esses materiais atingem um estado supercondutor. Em seguida, através de um vídeo, mostrei outra propriedade que um supercondutor possui, falando das possíveis implicações tecnológicas para o futuro.

Nessa primeira parte, alguns alunos estavam bem agitados e acredito que a discussão não foi muito proveitosa. Creio que se eu tivesse levado um experimento, o qual utilizaria nitrogênio líquido, um ímã e uma cerâmica supercondutora, os alunos teriam prestado mais atenção no assunto. Entretanto, não consegui o material para levar à escola nesse dia.

Para continuar a aula, buscando contextualizar o conteúdo que seria tratado na sequência, indaguei a turma sobre onde existem circuitos elétricos. Alguns alunos responderam em casa, outros no celular, na lâmpada, etc.

Então, mostrei uma imagem da *Curiosity*, argumentando que, até em Marte, existem circuitos elétricos e o quão importante esses circuitos são para as pessoas. A próxima imagem que mostrei foi de um miniórgão eletrônico, um projeto feito por alguns alunos dessa turma, mostrado na Figura 7.



Figura 7: Miniórgão eletrônico construído por alguns alunos das turmas 301 e 302.

Ainda, expliquei para a turma que esse instrumento também possuía um circuito elétrico e o utilizei para explicar sobre a função da pilha e como é a sua representação gráfica no circuito. Ademais, utilizando essa imagem, selecionei os resistores usados e comecei a debater e refletir, juntamente com a turma, sobre: “o que são resistores?”.

Para responder essa pergunta, e iniciar a diferenciação progressiva, falei que esses componentes elétricos são usados para limitar o valor da corrente elétrica no circuito e também servem para converter energia elétrica em energia dissipada na forma de calor.

Ainda, mostrei como um resistor é representado graficamente no desenho de um circuito elétrico e como se calcula a resistência elétrica associada a um resistor, através da variação da diferença de potencial existente entre os seus terminais dividida pela corrente elétrica que o atravessa.

No próximo *slide*, apresentei outros tipos de resistores como a lâmpada, o LDR e o NTC. Comentei que a resistência de um resistor LDR varia com a incidência de luz e a resistência do resistor NTC varia com a temperatura. Nesse momento, me dirigi para o centro da sala e pedi aos alunos que se aproximassem.

Com isto, uma aluna falou que já tinha visto um circuito, em que o brilho de uma lâmpada variava com a incidência de luz em um resistor LDR. Instigando-a, comentei que seria isso que iríamos fazer naquele momento. Então, peguei um LED, fios condutores, um suporte para pilhas contendo duas pilhas e um resistor LDR. Primeiramente, em poucas palavras, expliquei o que era o LED, falando que ele só funcionava se fosse colocado de certa maneira no circuito.

Indaguei se alguém queria tentar montar um circuito que fizesse acender esse LED. Um aluno se prontificou e, como ele estava com dificuldades, pedi para que outros alunos o ajudassem. Quando eles acabaram, liguei uma lanterna e incidi luz sobre o resistor LDR. Nesse momento, o brilho do LED aumentou e os alunos ficaram bastante surpresos. Aproveitei essa situação para discutir que o aumento do brilho estava relacionado com o aumento da corrente, pois ocorreu uma diminuição da resistência do resistor LDR através da incidência de luz sobre ele. Esta demonstração serviu para realizar a reconciliação integrativa, visto que, os conceitos foram abordados dentro de um contexto mais geral.

Com isto, distribuí um roteiro (ver Apêndice 8) para cada aluno, cujo objetivo era realizar medidas de diferença de potencial e corrente elétrica para calcular a resistência elétrica associada a um resistor, em três circuitos diferentes. O primeiro utilizava uma pilha ligada ao resistor, o segundo utilizava duas pilhas e o terceiro usava quatro pilhas. Para mostrar como seriam realizadas as medidas, montei o primeiro circuito.

O primeiro circuito possuía fios condutores, um resistor, um suporte para uma pilha contendo uma pilha. Para fazer as medidas, utilizei um multímetro. Foi, então, que solicitei para a turma se dividir em grupos com quatro componentes e distribuí o material para cada grupo. Enquanto os alunos tentavam fazer as medidas, eu circulava pela sala ajudando os estudantes com dificuldades.

Depois do trabalho concluído, mostrei como estimar a resistência do resistor através das cores que ele possuía na superfície. Em seguida, discuti o motivo de a resistência elétrica ter dado um valor aproximadamente igual para cada circuito, falando da Lei de Ohm. Mostrei os gráficos da diferença de potencial elétrico em função da corrente elétrica para um resistor ôhmico e um resistor não-ôhmico.

Como exemplo de resistor não ôhmico, falei sobre as lâmpadas e apresentei um ramo de luzes de Natal para a turma. Questionei, ainda, como poderiam estar associadas aquelas luzes e introduzi a associação em série de resistores.

Na sequência, mostrei a representação gráfica de um circuito associado em série e as características que esse circuito possui, ou seja, que nesse tipo de associação dois ou mais dispositivos estão ligados de uma forma em que a corrente elétrica tem um único caminho a seguir; que a intensidade da corrente elétrica é a mesma em todos os resistores; a tensão na associação é igual a soma das tensões em cada resistor; que a resistência do resistor equivalente é igual a soma das resistências dos resistores presentes na associação.

Para finalizar a aula, recolhi os roteiros e realizei a chamada. Contabilizei sete meninas e nove meninos presentes.

Acredito que a última parte da aula ficou muito rápida e os alunos não conseguiram assimilar muito bem o conteúdo. Pretendo retomar as características da associação em série de resistores na próxima aula utilizando o método da Instrução pelos Colegas e alguns exercícios.

PLANO DE AULA 5

Data: 05/11/2013

Turma: 302 (Terceiro ano) – 2 horas-aula (10h15min – 11h55min)

Conteúdo:

- Associação de resistores em série.

Objetivos de ensino:

- Retomar as características de uma associação em série de resistores.

Procedimentos:

Atividade Inicial:

Utilizar o método da Instrução pelos Colegas, iniciado com uma exposição dialogada sobre as características da associação de resistores em série. Depois, apresentar questões conceituais (ver Apêndice 9).

Desenvolvimento:

Entregar uma lista de exercícios (ver Apêndice 10) para ser feita em aula. Corrigir essa lista e entregar um trabalho avaliativo (ver Apêndice 11).

Fechamento:

Recolher o trabalho avaliativo.

Recursos:

Flashcards, computador, *datashow* e um circuito que representa a associação de resistores em série.

Avaliação:

Correção do trabalho avaliativo. Os alunos que acertarem todas as questões receberão 1,0, que será contabilizado para a nota final.

Observações:

Todas as atividades foram realizadas. Mas, como os alunos disseram que estavam com dificuldades para responder as primeiras questões do trabalho de casa, pretendo utilizar dois períodos da disciplina de Geografia, visto que a professora estava de licença. Serão disponibilizadas questões para serem feitas e corrigidas durante esse mesmo encontro.

Relato de Regência – Aula 5

Antes de começar a aula e os alunos entrarem na sala, separei os *flashcards*. Quando os alunos chegaram, com 10 minutos de atraso, entreguei os cartões para cada estudante. Na sequência, apresentei o professor orientador do estágio, presente neste dia, e disse que ele iria observar a aula. O Professor A também estava presente durante esse encontro.

Feito isso, utilizando o método da Instrução pelos Colegas, iniciei a exposição dialogada através de um *slide* que mostrava uma gravura (Figura 8) relacionada com a associação de resistores em série.

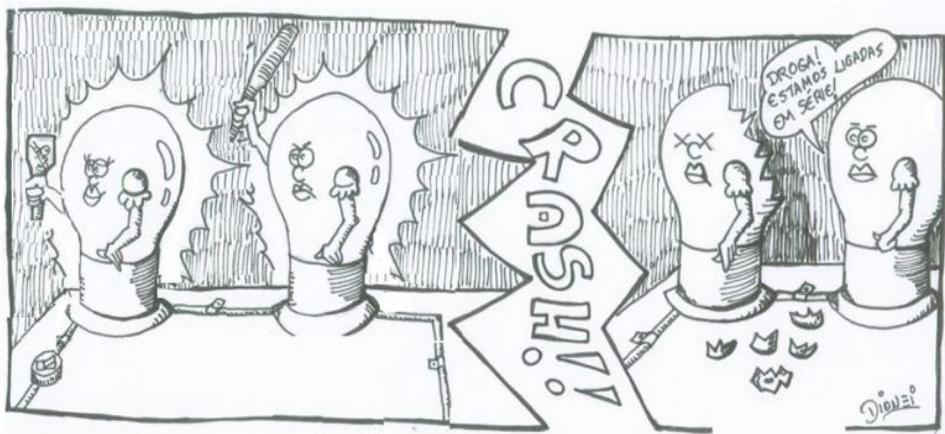


Figura 8: Associação de resistores em série.¹⁵

Para ver se os alunos entenderam o desenho, perguntei a eles o que conseguiam compreender e assimilar através da imagem da tira. Por meio de suas respostas, foi possível interpretar e analisar o significado da imagem.

Em um segundo momento, comecei a retomar as características da associação de resistores em série vistas na aula passada. Inicialmente, mostrei como é representada uma associação de quatro resistores em série, enfatizando que o número de resistores poderia ser maior ou menor, sendo, ainda, de minha escolha utilizar quatro resistores.

Nos *slides* seguintes, apresentei as características da associação em série de resistores através das seguintes afirmações: “a intensidade da corrente elétrica é a mesma em todos os resistores”, “a tensão elétrica na associação é igual a soma das tensões elétricas em cada resistor” e “a resistência do resistor equivalente é igual a soma das resistências dos resistores da associação”.

¹⁵ Adaptada de: <http://tirinhasdefisica.blogspot.com.br/>. Acesso em: 29/11/2013.

Somado a isto, três questões conceituais (ver Apêndice 9) foram projetadas para os alunos votarem nas alternativas escolhidas usando os *flashcards*. Ainda, solicitei aos discentes que pensassem em um argumento que sustentasse a sua escolha. Ao passo em que cada questão era projetada, eu a lia e a interpretava com a turma para evitar que os erros surgissem devido ao inadequado entendimento do enunciado.

Quando abri para votação na primeira questão, os estudantes ficaram divididos entre as três alternativas possíveis. Então, pedi para que eles conversassem com os colegas e argumentassem sobre o motivo de eles terem escolhido tal alternativa. Durante o período de discussão, caminhei pela sala e fui incentivando os alunos a trocarem ideias e tentarem convencer o outro colega que o seu ponto de vista estava correto. Depois de alguns minutos, abri votação novamente e mais de 70% das respostas convergiram para a alternativa “A”.

Portanto, para fazer a correção pedi aos alunos que se aproximassem do centro da sala. Peguei um circuito que continha duas lâmpadas iguais ligadas em série e uma bateria. Uma parte do circuito estava aberta, ou seja, sem continuação, como mostra a Figura 9(a).

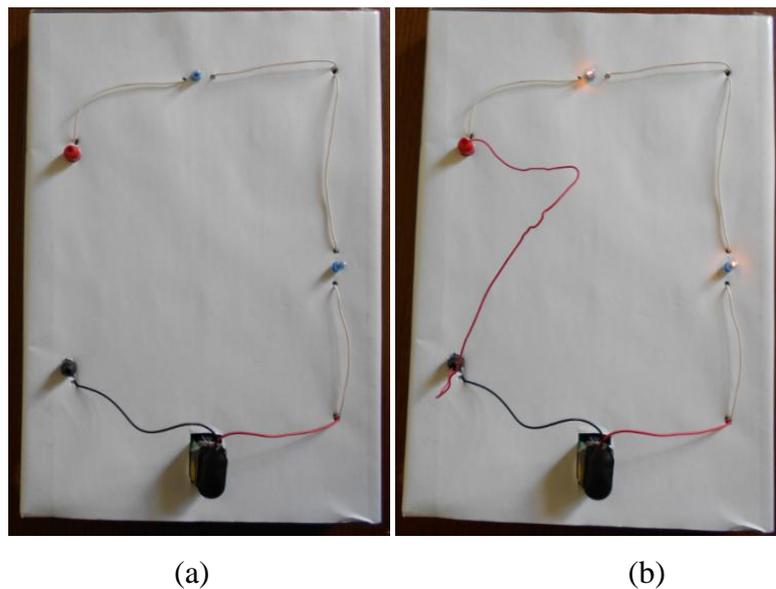


Figura 9: Associação de resistores em série: (a) circuito interrompido e (b) circuito fechado.

Antes de conectar a bateria ao circuito, perguntei aos estudantes se, quando eu fizesse a ligação, todas as lâmpadas iriam acender, uma delas iria acender, ou nenhuma iria acender. Alguns alunos responderam com convicção que todas as lâmpadas iriam acender, mesmo o circuito não estando fechado em um trecho, mas outros disseram que nenhuma iria acender. Quando eu conectei a bateria ao circuito, foi uma surpresa que nenhuma lâmpada acendeu. Então, peguei um fio e o liguei nos terminais que mantinham o circuito aberto, como mostra a Figura 9(b). Ao fazer isso, as lâmpadas acenderam e os alunos chegaram à conclusão que é necessário que o circuito esteja fechado para que haja a circulação da corrente elétrica.

Durante a votação da segunda questão, a maioria dos alunos votou na alternativa “C”. Houve alunos, todavia, que votaram na alternativa “B”. Antes de iniciar a correção desta questão, considerei prudente escutar os argumentos de alguns alunos para defender a escolha de suas alternativas. Nesse momento, mostraram-se explícitas determinadas concepções alternativas¹⁶ dos estudantes, tais como: a corrente se gasta ao passar pelas lâmpadas; primeiro a corrente vai passando pelas lâmpadas e quando “emparelham” elas têm o mesmo brilho.

Então, novamente pedi para os alunos se aproximarem do centro da sala e peguei o mesmo circuito usado anteriormente. Antes de ligá-lo, conectei uma lâmpada a uma bateria e mostrei o brilho ligado a essa lâmpada. Na sequência, perguntei para a turma o que aconteceria se agora eu ligasse duas lâmpadas iguais a primeira à mesma bateria. Mesmo eu já tendo feito isso anteriormente, alguns alunos ainda pensaram que a lâmpada mais perto do polo positivo da bateria iria brilhar mais do que a outra.

Então, no momento em que fechei o circuito, tornou-se explícito que as duas lâmpadas possuíam o mesmo brilho e esse era menor do que o da primeira lâmpada, a qual estava conectada sozinha à bateria. Novamente, indaguei a turma sobre o que aconteceria se eu conectasse mais uma lâmpada em série nesse circuito. A resposta, em geral, foi que o valor da corrente diminuiria, diminuindo o brilho delas. Pude demonstrar, assim, que a resposta da classe estava correta. Na terceira questão, mais de 70% da turma escolheu a alternativa correta durante a primeira votação e, então, corriji a questão na sequência.

Após a realização dessas questões conceituais, pude realizar a reconciliação integrativa ao demonstrar, novamente, a gravura (Figura 8) e perguntar aos alunos como poderíamos explicar aquela situação depois das discussões que havíamos feito. A conclusão foi que as duas se apagavam, pois, quando uma era quebrada, o circuito ficava aberto.

Em seguida, entreguei duas questões (ver Apêndice 10) para serem solucionadas durante a aula e escrevi as fórmulas no quadro-negro. Alguns alunos fizeram em duplas e outros em trios. Durante a resolução vários estudantes me chamaram para sanar algumas dúvidas. Depois que todos já haviam concluído, corriji as questões utilizando o quadro-negro.

Faltando vinte minutos para acabar a aula, entreguei mais duas questões (ver Apêndice 11) que deveriam ser feitas em aula e entregues no final desta. Considerei essas questões como um trabalho avaliativo. Quando tocou o sinal os alunos entregaram as

¹⁶ “Também chamadas de intuitivas ou espontâneas, são concepções apresentadas pelos estudantes, que diferem das concepções aceitas pela comunidade científica”. Gravina, M. H., Buchweitz, B. Mudanças nas Concepções Alternativas de Estudantes Relacionadas com Eletricidade. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol.16, 1994, p. 110.

respostas e, antes de saírem, disseram que precisavam de ajuda para responder as primeiras questões do trabalho de casa.

Por fim, creio que consegui realizar tudo que estava planejado para essa aula, bem como revisitar o conceito de corrente elétrica durante as discussões. Acredito, ainda, que, com a utilização do método da Instrução pelos Colegas, ficaram evidentes quais as concepções que os alunos possuíam anteriormente, assim como, quais as estratégias que eu, enquanto professora, deveria abordar, a fim de enfatizar as concepções científicas.

PLANO DE AULA 6

Data: 08/11/2013

Turma: 302 (Terceiro ano) – 2 horas-aula (7h30min – 9h10min)

Conteúdo:

- Corrente Elétrica
- Resistência Elétrica

Objetivos de ensino:

- Retomar de uma forma quantitativa os conceitos de corrente elétrica e resistência elétrica.

Procedimentos:

Atividade Inicial:

Entregar uma lista de exercícios (ver Apêndice 12) para ser feita em aula pelos alunos.

Desenvolvimento:

Corrigir a lista de exercícios.

Fechamento:

Sanar as dúvidas existentes.

Recursos:

Quadro-negro e giz

Avaliação:

Não haverá nesse dia.

Observações:

Todas as atividades foram realizadas.

Nesse dia cheguei às 7h15min na escola e me dirigi até a diretora para pegar a chave da sala de aula. Como os períodos que eu ocuparia seriam da disciplina de Geografia, visto que a professora estava de licença, utilizei a sua sala. Esse cômodo era menor do que a sala de aulas de Física e as suas janelas permitiam a visibilidade das pessoas que chegavam ao colégio. Antes que os alunos chegassem, abri as janelas para ventilar a sala e apaguei o quadro-negro.

Passados 20 minutos do horário para o início da aula, alguns alunos começaram a chegar e se sentar. Então, para começar, entreguei uma lista de exercícios (ver Apêndice 12) e pedi aos estudantes que tentassem resolvê-los. Foi permitido que eles realizassem a atividade em grupos de até três pessoas. Depois que eles definiram com quem iriam trabalhar, li as questões para a turma, sanei as dúvidas referentes ao entendimento das perguntas e os alunos começaram a resolução.

Durante o período em que os estudantes tentavam resolver os exercícios, alguns grupos me chamaram para discutir as respostas dadas ou entender melhor o enunciado de alguma questão. Entretanto, três estudantes, que no começo estavam tentando responder os exercícios da lista, passaram a conversar sobre assuntos aleatórios e a desconcentrar o restante da turma. Qualquer situação que acontecia era motivo para distração. Eles ficavam olhando e comentando sobre as pessoas que chegavam à escola, os livros de Geografia que estavam depositados sobre o armário da sala, entre outros fatores. Dirigi-me até eles e pedi silêncio algumas vezes durante a aula.

Depois de 30 minutos, a maioria dos estudantes já havia feito as questões e, então, corriji todas utilizando o quadro-negro. Durante a correção os alunos ficaram em silêncio e relembrei os conceitos de corrente elétrica e resistência elétrica. Além disso, a relação da resistência elétrica com a área da seção transversal do fio, o comprimento do fio e o material que constitui o fio também foram retomados.

Na sequência, os alunos pediram para que eu disponibilizasse o restante da aula para que eles fizessem os exercícios do trabalho, o qual era para ser feito em casa, e retirassem as suas dúvidas. Eu atendi aos pedidos dos estudantes e o restante da aula foi oferecido para a resolução dessas questões.

A maioria dos alunos se empenhou muito nessa tarefa. Por outro lado, o mesmo trio, que anteriormente estava perturbando a concentração dos outros, continuou fazendo barulho. Pedi várias vezes para que eles tentassem resolver as questões, mas as tentativas foram em vão. Nesse momento, entreguei uma folha em branco para eles assinarem os nomes e 15

alunos estavam presentes. Não irei contabilizar esse dia na chamada, pois eram períodos da disciplina de Geografia.

Quando o sinal tocou, às 9h10min, os alunos guardaram as suas coisas e se retiraram da sala de aula. Acredito que essa aula foi muito proveitosa para os discentes que realmente se empenharam e esclareceram as suas dúvidas.

PLANO DE AULA 7

Data: 12/11/2013

Turma: 302 (Terceiro ano) – 2 horas-aula (10h15min – 11h55min)

Conteúdo:

- Associação de resistores em paralelo.

Objetivos de ensino:

- Mostrar as características de uma associação de resistores em paralelo.

Procedimentos:

Atividade Inicial:

Aplicar o método da Instrução pelos Colegas. Então, inicialmente uma exposição dialogada utilizará como contextualização a associação que existe entre as lâmpadas e tomadas das residências. Em seguida, um problema referente ao tipo de associação existente entre as lâmpadas será apresentado. Nesse momento, será falado sobre: a importância do disjuntor e do fusível; as consequências de ligar vários aparelhos em uma mesma tomada; as características da associação de resistores em paralelo. Para finalizar o método, questões conceituais (ver Apêndice 13) serão apresentadas.

Desenvolvimento:

Entregar um exercício (ver Apêndice 14) para ser feito e corrigido em aula. Entregar um trabalho avaliativo (ver Apêndice 15) para ser solucionado em aula.

Fechamento:

Recolher o trabalho avaliativo.

Recursos:

Flashcards, computador, *datashow*, circuito com lâmpadas associadas em paralelo e circuito com lâmpadas associadas em série.

Avaliação:

Correção do trabalho avaliativo. Os alunos que acertarem todas as questões receberão 1,0, que será contabilizado para a nota final.

Observações:

Todas as atividades foram realizadas.

Relato de Regência – Aula 7

Às 10h me dirigi para a sala de aula para arrumar os materiais que seriam utilizados nesse dia. Logo depois que entrei no cômodo, uma aluna pediu para ficar na sala durante o intervalo copiando alguns exercícios de Matemática e eu atendi ao pedido dela. O restante da turma, como de costume, chegou com 10 minutos de atraso. Enquanto entravam, distribuí os *flashcards* para cada aluno. Todos estavam muito agitados.

Para começar a aula, pedi que eles largassem suas coisas em alguma mesa e se deslocassem para o centro da sala. Ali, rerepresentei o circuito mostrado na aula passada (Figura 9). Aproveitei também para lembrar que tipo de associação de resistores era aquela e quais as características que ela envolvia.

Feito isso, para contextualizar, lembrei os alunos sobre as lâmpadas e tomadas de suas residências e a seguinte questão foi projetada: “as lâmpadas de sua casa estão associadas em série?”. Nesse momento, alguns alunos falaram que sim, outros falaram que não sabiam e outros falaram que estavam ligadas em paralelo.

Então, peguei outro circuito, Figura 10, e perguntei qual a diferença que os estudantes observavam entre a configuração do primeiro circuito e do segundo circuito.

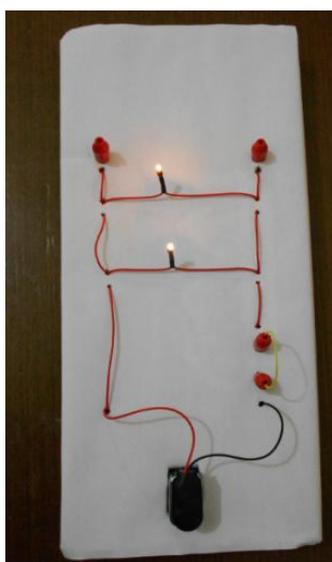


Figura 10: Circuito que apresenta a associação de resistores em paralelo.

Os alunos falaram que no primeiro, as lâmpadas estavam colocadas uma na sequência da outra. A partir disso, falei que no segundo circuito estava representada uma

associação de resistores em paralelo, que é esse tipo de associação usada entre as lâmpadas e as tomadas das casas, e que esse seria o assunto dessa aula.

Antes de ligar a bateria ao circuito, o qual estava sem o fio amarelo, perguntei para os estudantes se as lâmpadas ligariam quando eu conectasse a bateria. Os alunos responderam que não, pois o circuito estava aberto em dois pontos. Então, coloquei o fio amarelo e novamente perguntei se as lâmpadas iriam acender. Nesse momento os discentes ficaram na dúvida, pois alguns falaram que sim e outros falaram que não. Conectei a bateria e as lâmpadas acenderam. Perguntei o que aconteceu para as lâmpadas acenderem e alguns alunos responderam que havia corrente elétrica. Confirmando essa afirmação, falei que em cada ramo a diferença de potencial era a mesma e havia a passagem de corrente elétrica.

Na sequência, perguntei o que aconteceria se eu ligasse mais uma lâmpada ao circuito. Alguns estudantes falaram que o brilho das outras iria diminuir. Então, acrescentei outra e nada aconteceu nos demais ramos. Mas, algo deveria ter mudado, já que agora havia “mais corrente” devido ao aumento de mais uma parte ao circuito. Para mostrar a diferença, conectei um multímetro, na função amperímetro, onde antes estava conectado o fio amarelo, e medi a corrente com duas lâmpadas. Depois, ao colocar a terceira lâmpada, mostrei que a corrente total aumentava. Questionei os estudantes o que aconteceria se eu comesse a colocar cada vez mais lâmpadas ligadas em paralelo e eles falaram que a corrente iria aumentar.

Feito esse raciocínio, perguntei para os alunos que se ao invés de lâmpadas, fossem vários aparelhos domésticos ligados em paralelo, o que aconteceria com a corrente. Os alunos falaram que iria aumentar. Então, falei que com o aumento da corrente, aumenta a temperatura dos fios e perguntei se em algum momento não iria esquentar demais os fios, se aquilo poderia gerar um superaquecimento. Nesse momento um aluno se lembrou que existe o disjuntor. Assim, no *slide* seguinte apresentei a imagem de um disjuntor e um fusível e discuti sobre a importância desses elementos dentro de um circuito.

Na sequência, mostrei uma imagem que continha uma árvore de Natal com vários fios ligados em uma mesma tomada. Os alunos disseram que aquilo era muito perigoso e a pergunta seguinte foi: “por que não devemos ligar vários aparelhos em uma mesma tomada?”. Falei que os aparelhos estavam ligados em paralelo e os estudantes completaram que corre o risco de aumentar muito o valor da corrente e gerar um superaquecimento, podendo causar até mesmo um incêndio.

A partir dessa discussão, para realizar a diferenciação progressiva, foi projetada uma representação gráfica de uma associação de três resistores em paralelo. Nos próximos três

slides as características da associação de resistores em paralelo foram discutidas através das seguintes frases: a diferença de potencial elétrico é a mesma em cada resistor; a corrente total do circuito se divide entre os vários ramos paralelos; quando o número de ramos aumenta a resistência equivalente diminui e para calcular a resistência equivalente usa-se “ $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ ”. Pedi para que os alunos copiassem no caderno a representação gráfica e cada característica da associação de resistores em paralelo. Para exercitar o cálculo da resistência equivalente o próximo *slide* continha o que mostra a Figura 11.

Você é capaz de responder que filme é esse?

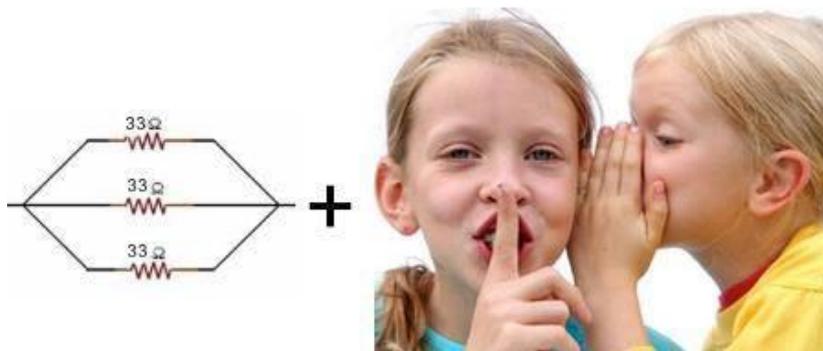


Figura 11: Cálculo da resistência equivalente em uma associação de resistores em paralelo.¹⁷

Nesse momento, falei para os alunos que quem conseguisse descobrir o nome do filme ganharia um bombom. Como dica, disse que eles deveriam encontrar o valor da resistência equivalente àqueles três resistores. Depois de alguns minutos um aluno respondeu que o nome do filme era “Onze Homens e um Segredo”. Eu concordei com a resposta e entreguei o bombom para ele. Na sequência, mostrei como o cálculo deveria ser feito e como o nome do filme foi encontrado. Alguns alunos riram e outros não esboçaram nenhuma reação.

Em seguida, quatro questões conceituais (ver Apêndice 13) foram apresentadas aos estudantes e estes, com o auxílio dos *flashcards*, deveriam votar nas alternativas que achassem mais adequadas como resposta para cada questão. Antes de disponibilizar alguns

¹⁷ Disponível em:

<https://www.facebook.com/photo.php?fbid=620714497980862&set=a.192916697427313.68874.189095261142790&type=1&theater> Acesso em: 29/11/2013.

minutos para os alunos pensarem em uma resposta e em um argumento que sustentasse essa resposta, li e interpretei cada questão.

Durante o período de votação da primeira questão, o número de acertos ficou entre 30% e 70%. Então, resolvi colocá-los para discutir. Depois de poucos minutos, eles entraram em um consenso e na segunda votação, o número de acertos foi superior a 70%. Para corrigir a questão, pedi que os estudantes se aproximassem do centro da sala e mostrei, utilizando circuito da Figura 10, que ao desligar uma lâmpada, as outras não desligavam.

Na segunda, terceira e quarta questões, já durante a primeira votação, o número de acertos foi superior a 70% e a correção foi feita utilizando novamente o circuito.

Feito isso, distribuí uma folha para cada aluno contendo uma questão (ver Apêndice 14) que poderia ser solucionada em duplas. Depois de ler a questão com a turma, disponibilizei alguns minutos para que eles tentassem resolvê-la. Durante esse intervalo de tempo, ajudei os alunos que me chamaram. Feito isso, corriji a questão no quadro-negro.

Por fim, entreguei para cada estudante mais uma folha contendo um trabalho avaliativo (ver Apêndice 15). Este deveria ser entregue no fim da aula. Faltando cinco minutos para acabar o período de aula, os alunos começaram a entregar as folhas, guardaram os materiais e se retiraram da sala.

PLANO DE AULA 8

Data: 19/11/2013

Turma: 302 (Terceiro ano) – 2 horas-aula (10h15min – 11h55min)

Conteúdo:

- Corrente Elétrica
- Resistência Elétrica
- Resistividade
- Lei de Ohm
- Associação de resistores em série e paralelo.

Objetivos de ensino:

- Revisar os conceitos trabalhados.

Procedimentos:

Atividade Inicial:

Recolher o trabalho (Apêndice 5).

Desenvolvimento:

Revisar o conteúdo através do método IpC, com a exposição de questões conceituais (ver Apêndice 16). Esclarecer possíveis dúvidas dos alunos.

Fechamento:

Entregar um material de apoio (ver Apêndice 17) e corrigir os exercícios presentes no trabalho entregue.

Recursos:

Quadro-negro, *flashcards*, *datashow* e giz.

Avaliação:

Correção do trabalho de casa. Os alunos que acertarem todas as questões receberão 2,0, que será contabilizado para a nota final.

Observações:

Devido a um imprevisto, não apresentei as questões conceituais.

Relato de Regência – Aula 8

Chegando à escola encontrei com o Professor A e ele me disse que eu teria somente um período de aula, pois no outro seria distribuído um questionário, enviado pela SECRS¹⁸, aos alunos. Devido a esse imprevisto, decidi não apresentar as questões conceituais.

Quando chegou às 10h15min o sinal soou anunciando o término do recreio. Como de costume os estudantes chegaram 10 minutos atrasados. Esperei os 17 alunos, dez meninos e sete meninas, sentarem e comecei a entregar os dois roteiros e os dois trabalhos avaliativos que eu havia recolhido em outras aulas.

Feito isso, recolhi o trabalho (ver Apêndice 5) que deveria ser feito em casa e entregue nesse dia. Alguns alunos pediram mais alguns minutos para acabar de resolver uma questão e eu disponibilizei esse intervalo de tempo.

Como restavam 30 minutos para o término do período, entreguei uma nova cópia com o trabalho impresso e corrigi as questões. Durante a correção as dúvidas dos estudantes foram sanadas.

Decidi corrigir o trabalho ao invés de aplicar as questões conceituais, pois assim os alunos teriam outro material para ajudar nos estudos para a avaliação final. Por fim, distribuí o material de apoio (ver Apêndice 17) e fiz a chamada.

¹⁸ Secretaria da Educação do Rio Grande do Sul.

O outro período foi utilizado para a aplicação do questionário da SECRS.

PLANO DE AULA 9

Data: 26/11/2013

Turma: 302 (Terceiro ano) – 2 horas-aula (10h15min – 11h55min)

Conteúdo:

- Corrente Elétrica
- Resistência Elétrica
- Lei de Ohm
- Associação de resistores em série e paralelo.
- Resistividade

Objetivos de ensino:

- Realizar a avaliação geral.

Procedimentos:

Atividade Inicial:

Entregar a prova (ver Apêndice 18).

Desenvolvimento:

Alunos responderão as questões individualmente.

Fechamento:

Recolher a avaliação.

Recursos:

- Folhas com as questões.

Avaliação:

Correção da prova. Os alunos que acertarem todas as questões receberão 10, que será contabilizado para a nota final.

Observações:

A avaliação foi realizada com sucesso.

Relato de Regência – Aula 9

Quando cheguei à sala de aula, escrevi no quadro-negro as seguintes equações:

“ $i = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ ”, “ $R = \frac{\rho L}{A}$ ”, “ $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$ ”, “ $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$ ” e “ $V = R \cdot i$ ”, que

poderiam ser usadas durante a avaliação (ver Apêndice 18). Para detectar evidências de aprendizagem significativa, a avaliação continha questões que exigiam dos alunos não apenas a memorização dos conceitos, mas a assimilação desses. Além disso, os enunciados foram escritos de uma forma diferente dos que existiam no material instrucional.

Então, após o soar do sinal, os 18 alunos, dez meninos e oito meninas, foram entrando e sentando em seus lugares. Depois que os estudantes se organizaram, entreguei as folhas para cada um e li as questões para a turma. Além disso, salientei que a resolução era para ser feita individualmente e que não era permitido consultar outros materiais. Somente o que poderia ser usado era uma calculadora.

Feito isso, os discentes começaram a solucionar os problemas. Durante a resolução muitos me chamaram para retirar dúvidas sobre os enunciados e perguntar se as respostas dadas estavam corretas. Quando esse último caso acontecia, pedia para que eles pensassem sobre as argumentações escritas e respondessem o que achavam que estava correto. Ao final do segundo período os estudantes entregaram a avaliação e, na sequência, eu me despedi da turma.

Resolvi escrever as fórmulas no quadro-negro e permitir o uso da calculadora, pois o Professor A disponibilizava essas ferramentas aos alunos. Portanto, acreditei que os discentes se sentiriam mais a vontade se eu adotasse as mesmas estratégias do docente.

Em relação às notas, o desempenho da turma, depois da soma de todos os trabalhos realizados durante o período de regência, foi bom, pois a média obtida foi de 11,3 em uma escala de 0 a 15. No Apêndice 19 encontra-se o registro de presenças.

5. CONCLUSÃO

Meu primeiro contato com a Universidade Federal do Rio Grande do Sul foi através do curso de Bacharelado em Física no ano de 2009. Dois anos depois, realizei a transferência para a Licenciatura em Física, por acreditar que as minhas preferências profissionais estavam relacionadas ao ensino.

Então, com o objetivo de entrar em contato com o ensino público, no primeiro semestre de 2012, iniciei como bolsista do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PIBID-UFRGS), subprojeto Física. A escola para qual fui designada foi o Instituto Estadual Professora Gema Angelina Belia. Nesse local, realizei atividades, como o desenvolvimento da Placa de Furinhos, e auxiliiei alunos com dificuldades.

A fim de compartilhar com a comunidade os resultados das reflexões e estudos efetuados nesse período, um pôster¹⁹ foi apresentado no VIII Salão de Ensino da UFRGS e um caderno pedagógico sobre a Placa de Furinhos²⁰ foi escrito.

Entretanto, faltava a experiência de assumir como professora de uma turma de Ensino Médio, a qual foi proporcionada pela disciplina de Estágio de Docência em Física. Como eu já estava inserida em uma escola pública devido as atividades do PIBID-Física, decidi optar por essa instituição para exercer a regência. A escolha de uma turma de terceiro ano do Ensino Médio se deu, pois eu não havia tido o contato com esses alunos anteriormente.

Portanto, durante o período de observações, busquei entender como se estabeleciam as relações dentro da turma, quais os possíveis subsunçores dos estudantes e quais assuntos poderiam ser usados para motivá-los. Essa tarefa foi muito difícil e a aplicação do questionário ajudou bastante o processo.

Ainda durante as observações, pude analisar como era a dinâmica adotada ao ensino de Física. Em contrapartida, comecei a refletir sobre como eu poderia proceder no período de regência.

Então, quando o Professor A definiu que corrente elétrica, resistência elétrica e associação de resistores, seriam os conteúdos que eu iria trabalhar, surgiu a oportunidade de planejar as aulas, a partir de um referencial teórico.

¹⁹ Disponível em: < <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/63083>>. Acesso em: 29/11/2013.

²⁰ Disponível em: < http://www.ufrgs.br/pibid/cadernos%20pedagogicos/FINAL_Caderno_Fisica_PIBID-UFRGS.pdf>. Acesso em: 29/11/2013.

Mas, essa tarefa não foi fácil. Apresentar o conteúdo de uma maneira contextualizada, problematizada e motivadora requer muito esforço e dedicação. Nesse instante, as observações feitas da turma de regência, leituras de artigos sobre concepções alternativas, disciplinas cursadas durante a graduação, enfim, todas as aprendizagens que obtive em relação à Física e ao ensino de Física foram utilizadas.

Deste modo, busquei contribuir para que os estudantes adquirissem uma aprendizagem significativa dos conceitos, ao abordar o conteúdo de uma forma diferente da tradicional.

Nesse aspecto, o método da Instrução pelos Colegas foi muito útil, pois contribuiu para diversificar a dinâmica das aulas e permitiu que os alunos exercessem uma postura ativa durante o processo de aprendizagem. Além disso, pude perceber as concepções dos estudantes instantes depois que a exposição dialogada era realizada. Isso possibilitou traçar estratégias com o propósito de que as concepções científicas fossem ressaltadas. Entretanto, durante a segunda aula, os alunos não desejaram realizar as discussões que o método propõe. Acredito que, nesse momento, eu não consegui motivá-los o suficiente.

Ainda, visando a aprendizagem significativa, preparei aulas em que atividades práticas estivessem envolvidas. Aliado ao meu desejo de levar equipamentos para a sala de aula, os alunos mostraram esse interesse nas respostas dadas ao questionário.

Além disso, efetuei experimentos de demonstração para motivar a turma. Acredito que durante a realização dessas atividades, os alunos se entusiasmaram e puderam entrar em contato com materiais diretamente relacionados com o conteúdo.

Também, realizei aulas de exercícios nas quais, em um primeiro momento, fiquei circulando pelos grupos, sanando as dúvidas que surgiam, e os discentes tiveram a oportunidade de solucionar os problemas individualmente ou com a ajuda de seus colegas.

Então, ao corrigir os trabalhos entregues e a avaliação final, a maioria dos alunos atingiu um bom desempenho. Isso não significa que as concepções alternativas foram substituídas pelas concepções científicas, mas ocorreu algum tipo de aprendizagem significativa, que vai ao encontro do meu objetivo. Além disso, acredito que consegui produzir aulas que interessassem aos alunos e, ao mesmo tempo, se distanciassem da forma tradicional de ensino.

Essa experiência mostrou o quão complexo é o processo ensino-aprendizagem e as diversas variáveis que o influenciam. Assim, todas as situações vivenciadas foram tomadas como aprendizagem. Acredito que o estágio proporcionou as bases que faltavam para concluir o curso e iniciar a vida profissional.

6. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, I. S. MAZUR, E. **Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física.** Cad. Bras. Ens. Fís., v. 30, n. 2: p. 362-384, ago.2013.

ARAÚJO, I. S. **A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.** (2007) Texto adaptado de: **Simulação e modelagem computacionais como recursos auxiliares no ensino de física geral.** 2005. 238 f. Tese de Doutorado - Curso de Pós-graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BONJORNO, Regina Azenha; et al. **Física completa.** 2 ed. São Paulo: FTD, 2001.

MOREIRA, M. A., OSTERMANN, F. **Teorias Construtivistas.** Porto Alegre: IFUFRGS, 1999, p. 45-57. (Série Textos de Apoio ao Professor de Física, n. 10)

MOREIRA, M. A. **Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: comportamentalismo, construtivismo e humanismo.** 1 ed. Porto Alegre, 2009. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios5.pdf>. Acesso em: 29/11/2013.

RICARDO, Elio Carlos. **Problematização e Contextualização no Ensino de Física.** In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. (Org.). Ensino de Física (Coleção Ideias em Ação). São Paulo: Cengage Learning, 2010, p. 29-51.

**APÊNDICE 1- FOTOS DA ESCOLA: INSTITUTO ESTADUAL PROFESSORA
GEMA ANGELINA BELIA**



Foto da entrada do Instituto Estadual Professora Gema Angelina Belia.



Foto do estacionamento da escola.



Foto da porta de entrada do prédio principal.



Foto do saguão de entrada.



Foto do pátio da escola.



Foto dos pavilhões que contém as salas de aula.



Foto da parte do fundo da sala de aula de Física.



Foto da parte da frente da sala de aula de Física.

APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO**INSTITUTO ESTADUAL PROFESSORA GEMA ANGELINA BELIA
QUESTIONÁRIO**

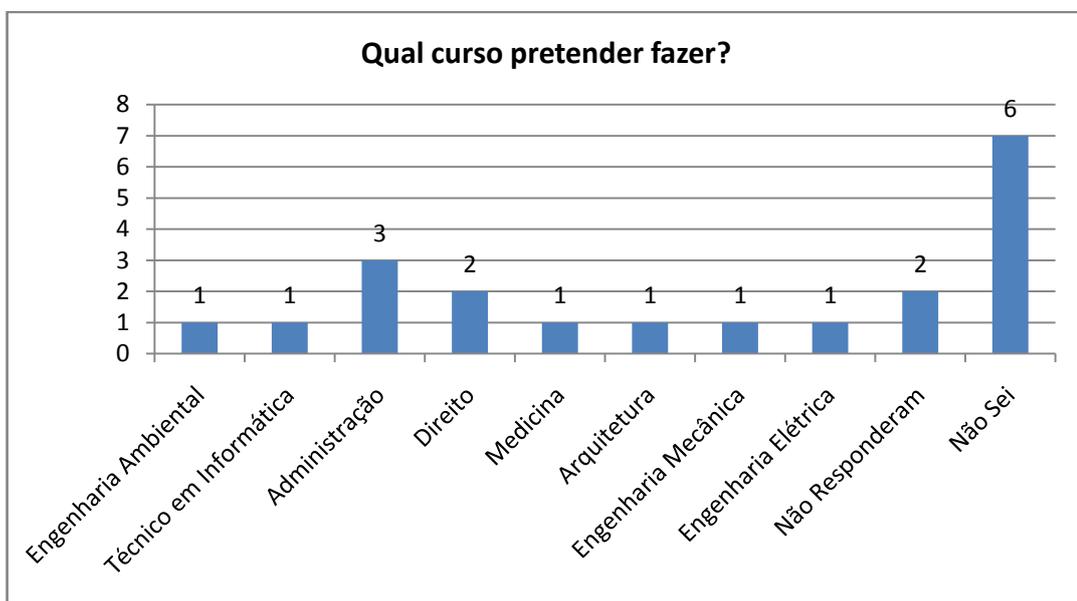
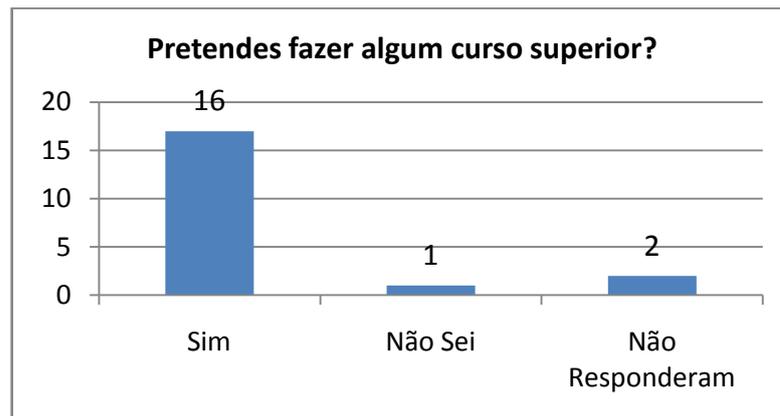
Nome:

Idade:



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

APÊNDICE 3 – GRÁFICOS - AULA 1



APÊNDICE 4 - QUESTÕES DO MÉTODO IpC - AULA 1

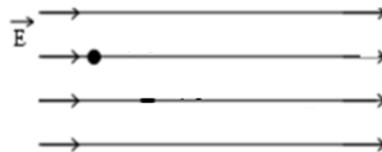
1) Sobre uma carga elétrica q , situada num ponto onde há um campo eletrostático, atua uma força eletrostática. Afirma-se que:²¹

- I. A direção da força eletrostática sempre coincide com a direção do vetor campo eletrostático.
- II. O sentido da força eletrostática sempre coincide com o sentido do vetor campo eletrostático.

Das afirmativas acima é (são) correta(s):

- a) Apenas I e II.
- b) Apenas I.
- c) Apenas II.
- d) Nenhuma.

2) Um elétron é colocado em repouso em uma região de um campo elétrico uniforme. Considere desprezível o peso do elétron. Aponte a afirmativa correta.²²

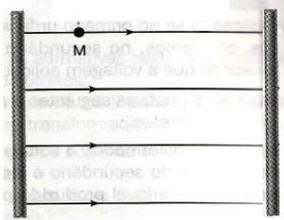


- a) O elétron move-se na direção e sentido do campo elétrico.
- b) O elétron move-se na direção do campo elétrico, mas em sentido oposto.
- c) O elétron fica em repouso.
- d) O elétron move-se descrevendo uma parábola.
- e) O elétron ficará oscilando para baixo e para cima.

²¹ Adaptada de: MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Física: volume 3**. São Paulo: Scipione, 2000, p. 365.

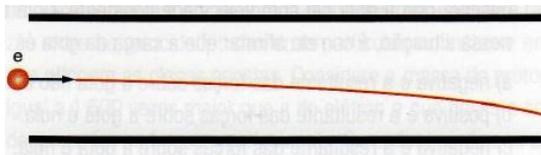
²² Adaptada de: MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Física: volume 3**. São Paulo: Scipione, 2000, p. 363.

3) Na figura acham-se representadas linhas de força de um campo elétrico. Se um elétron for colocado em M, a direção e o sentido da força elétrica que atuará sobre ele serão melhor representados por:²³



- a) ↓ b) ← c) ↘ d) ↗ e) →

4) (UFJF-MG) Olhando a figura abaixo, que representa a trajetória de um elétron ao atravessar uma região entre duas placas paralelas eletrizadas, conclui-se que o sinal da carga da placa superior, o sinal da placa inferior e o sentido do vetor campo elétrico são, respectivamente:²⁴



- a) positivo, negativo e para baixo.
 b) negativo, positivo e para baixo.
 c) positivo, positivo e para cima.
 d) negativo, positivo e para cima.
 e) positivo, negativo e para cima.

²³ Adaptada de: MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Física: volume 3**. São Paulo: Scipione, 2000, p. 385.

²⁴ Adaptada de: GASPARG, Alberto. **Física – 3. Eletromagnetismo e física moderna**. São Paulo: Ática, 2009, p. 49.

APÊNDICE 5 – TRABALHO DE CASA - AULA 2

<p>INSTITUTO ESTADUAL PROFESSORA GEMA ANGELINA BELIA</p> <p>TRABALHO</p>	
<p>Prof.^a Mariana Costa Torres</p> <p>Turma 302</p> <p>Nome:</p>	

Justifique as respostas.

- 1) Pela secção reta de um fio condutor metálico passam $2,0 \times 10^{19}$ elétrons durante 4s. Calcule a intensidade de corrente elétrica que atravessa esse condutor metálico. (Dada a carga elementar do elétron, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C).²⁵
- 2) Se você pegar um fio de secção transversal 3 vezes menor do que a de um outro fio de mesmo material e comprimento, a resistência do primeiro será maior ou menor do que a do segundo? Quantas vezes?²⁶
- 3) Dispõe-se de um fio de cobre e outro de níquel-cromo (liga metálica de níquel e cromo), ambos com secção normal de $1,0 \text{ mm}^2$ de área. Qual deve ser o comprimento de cada fio para obter-se uma resistência elétrica de 10Ω ? Explique.²⁷

(Dados: resistividade do cobre: $\rho_{Cu} = 1,7 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ / resistividade do níquel-cromo: $\rho_{nc} = 1,5 \times 10^{-6} \Omega \cdot m$)

- 4) A tabela mostra o valor da diferença de potencial V a que um resistor é submetido e a correspondente intensidade da corrente elétrica que o atravessa.²⁸

V (V)	I (mA)
1,2	240
1,5	300

²⁵ Disponível em: <<http://exercicios.brasilecola.com/fisica/exercicios-sobre-corrente-eletrica.htm#resposta-1870>>.

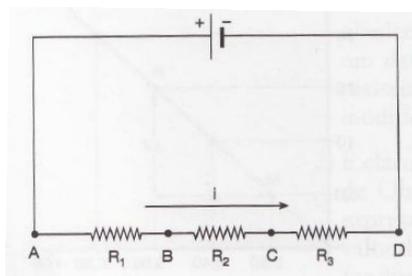
²⁶ Disponível em: Axt, R. Alves, V. M. **Física para secundaristas: eletromagnetismo e óptica**. Porto Alegre: Instituto de Física – UFRGS, 2. ed. Revisada 1999, p.40.

²⁷ Disponível em: GASPAR, Alberto. **Física – 3. Eletromagnetismo e física moderna**. São Paulo: Ática, 2009, p. 105.

²⁸ Adaptada de: GASPAR, Alberto. **Física – 3. Eletromagnetismo e física moderna**. São Paulo: Ática, 2009, p. 97.

2,0	400
3,0	500

- a) Qual o valor da resistência elétrica desse resistor em cada caso?
 b) Esse resistor é ôhmico? Justifique.
- 5) Uma lâmpada está acesa, ligada a uma bateria, sendo percorrida por uma corrente de 3,0 A. Uma segunda lâmpada, cuja resistência é duas vezes menor do que a primeira, é, então, ligada em série com a primeira lâmpada e esta associação é alimentada pela mesma bateria. Das opções seguintes, existe apenas uma que pode corresponder respectivamente aos valores da corrente na primeira e na segunda lâmpada. Assinale esta opção:²⁹
- a) 2,0 A e 2,0 A.
 b) 3,0 A e 3,0 A.
 c) 3,0 A e 1,5 A.
 d) 1,0 A e 1,5 A.
 e) 3,0 A e 5,0 A.
- 6) Considere dois resistores ligados em série com resistências $R_1 = 3 \Omega$ e $R_2 = 6 \Omega$. Aplicamos uma voltagem $V_{AB} = 18 V$ aos extremos da ligação. Podemos afirmar que:
 a) R_1 e R_2 serão percorridas pela mesma corrente, cujo valor é 2 A.³⁰
 b) A resistência equivalente vale 18 Ω .
 c) A voltagem em R_1 é igual à voltagem em R_2 .
- 7) Suponha que na figura desse exercício, os resistores tenham os seguintes valores de resistência: $R_1 = 5 \Omega$, $R_2 = 10 \Omega$ e $R_3 = 15 \Omega$. Sabe-se que a bateria estabelece no circuito uma diferença de potencial $V_{AD} = 30 V$.³¹



- a) Qual é o valor da resistência equivalente da associação?
 b) Qual é o valor da corrente que passa em R_1 ? E em R_2 ? E em R_3 ?

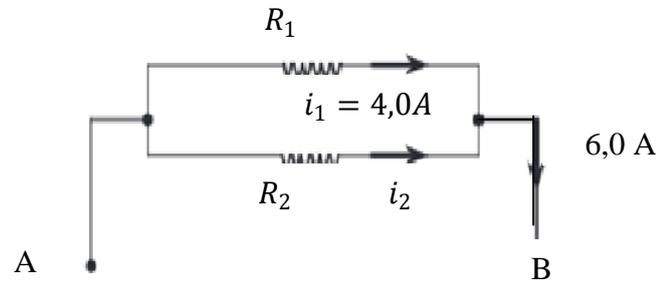
²⁹ Adaptada de: MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Física: volume 3**. São Paulo: Scipione, 2000, p. 369.

³⁰ Adaptada de: MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Física: volume 3**. São Paulo: Scipione, 2000, p. 369.

³¹ Adaptada de: MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Física: volume 3**. São Paulo: Scipione, 2000, p. 135.

c) Quais são os valores das voltagens V_{AB} , V_{BC} e V_{CD} ?

8) (PUCRS 2013/2) O esquema a seguir representa um circuito elétrico.

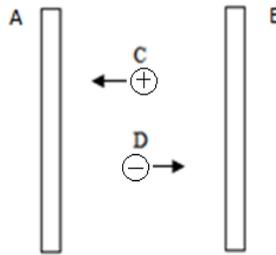


Os valores da resistência elétrica R_2 , da corrente elétrica i_2 e da diferença de potencial elétrico entre os pontos A e B são, respectivamente,

- a) 10Ω 4,0 A 20,0 V
- b) 10Ω 2,0 A 20,0 V
- c) 15Ω 3,0 A 30,0 V
- d) 20Ω 4,0 A 40,0 V
- e) 20Ω 2,0 A 40,0 V

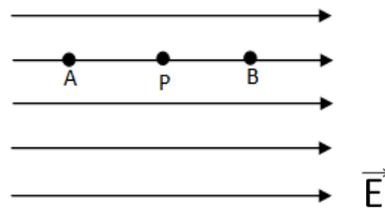
APÊNDICE 6 - QUESTÕES DO MÉTODO IpC - AULA 2

1) Duas partículas eletricamente carregadas, C e D, sendo C positiva e D negativa, encontram-se entre as placas A e B que possuem potenciais elétricos. Na figura estão representadas as forças que são exercidas nessas partículas. Então, podemos afirmar que:³²



- O potencial da placa B é maior que o potencial da placa A.
- Não existe diferença de potencial.
- O potencial da placa A é maior que o potencial da placa B.
- Nenhuma das alternativas anteriores.

2) A figura representa as linhas de um campo elétrico uniforme. Uma partícula carregada negativamente, abandonada, inicialmente, em repouso no ponto P, desloca-se em direção a:³³



- A, assumindo posições em que o potencial é menor.
- A, assumindo posições em que o potencial é maior.
- B, assumindo posições em que o potencial é menor.
- B, assumindo posições em que o potencial é maior.

3) A corrente elétrica nos condutores metálicos é constituída de:

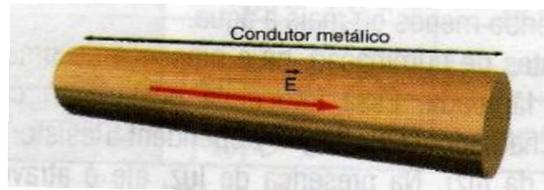
- Elétrons, provenientes da bateria, no sentido do campo elétrico.
- Cargas positivas, provenientes da bateria, no sentido do campo elétrico.
- Elétrons livres, pertencentes ao condutor, no sentido oposto ao campo elétrico.
- Cargas positivas no sentido oposto ao campo elétrico.

³² Adaptada de: <http://exercicios.brasilecola.com/fisica/exercicios-sobre-campo-eletrico-2.htm#resposta-1868>. Acesso em: 29/11/2013.

³³ Adaptada da prova do vestibular da Universidade Federal de Santa Maria realizado em 1996.

e) Íons positivos e negativos fluindo na estrutura cristalina do metal.

4) Esta figura ilustra um condutor metálico, submetido a um campo elétrico \vec{E} , no qual foi estabelecida uma corrente elétrica (i). O sentido real e convencional da corrente elétrica nesse condutor possui, respectivamente:³⁴



- a) Sentido contrário de \vec{E} e sentido contrário de \vec{E} .
- b) Mesmo sentido de \vec{E} e sentido contrário de \vec{E} .
- c) Mesmo sentido de \vec{E} e mesmo sentido de \vec{E} .
- d) Sentido contrário de \vec{E} e mesmo sentido de \vec{E} .

5) Na figura abaixo está representado um circuito elétrico simples, composto por uma bateria, fios de conexão e uma lâmpada.³⁵



Sobre o circuito mostrado, marque a única alternativa correta.

- a) A corrente elétrica não é consumida e circula, inclusive, dentro da bateria.
- b) A quantidade de elétrons na corrente antes da lâmpada é menor que depois da mesma.
- c) A corrente elétrica é formada por íons que circulam em sentidos contrários.
- d) Elétrons são criados no pólo negativo e circulam, fora da bateria, em direção ao pólo positivo, onde são consumidos.

³⁴ Silva Júnior, Euler de Freitas. Eletrodinâmica; organizador Rodrigo Fautuch; ilustrações Angela Souza, Divanzir Padilha, Jaelson Silva. Curitiba: Ed. Positivo, 2009.

³⁵ Disponível em: http://www.fisicanovestibular.xpg.com.br/questoes/3_ohm.pdf. Acesso em: 29/11/2013.

APÊNDICE 7 – ROTEIRO DA ATIVIDADE PRÁTICA - AULA 3

INSTITUTO ESTADUAL PROFESSORA GEMA ANGELINA BELIA

ROTEIRO DA ATIVIDADE PRÁTICA³⁶

Prof.^a Mariana Costa Torres

Turma 302

Nomes:



1) Realize as medidas utilizando o fio que possui 0,20 mm de diâmetro e complete a tabela.

l	15,3	14,3	13,3	12,3	Comprimento (cm)
V	2	2	2	2	Diferença de Potencial (V)
i					Corrente Elétrica (A)
R					Resistência (Ω)

2) O que acontece com os valores da resistência elétrica (R) à medida que diminuem os valores do comprimento do fio (l)? Explique a relação com a corrente elétrica (i).

3) Realize as medidas utilizando o comprimento de 15,3 cm em cada fio e complete a tabela.

d	0,20	0,25	Diâmetro (mm)
V	2	2	Diferença de Potencial (V)
i			Corrente Elétrica (A)
R			Resistência (Ω)
A			Área (mm ²)

4) O que acontece com os valores da resistência elétrica (R) à medida que aumenta a área (A) do fio? Explique a relação com a corrente elétrica (i).

³⁶ Baseado em: Projeto equipamento para escolas de nível médio - Guia do professor - Segundo caderno, Eletricidade. Elaborado no Instituto de Física da UFRGS, pelo Prof. Rolando Axt, com a colaboração do Prof. Victor Hugo Guimarães, p. 5-7, 1983.

APÊNDICE 8 – ROTEIRO DA ATIVIDADE PRÁTICA - AULA 4

INSTITUTO ESTADUAL PROFESSORA GEMA ANGELINA BELIA

ROTEIRO DA ATIVIDADE PRÁTICA

Prof.^a Mariana Costa Torres

Turma 302

Nome:



1) Utilizando uma pilha, um suporte para pilha, um resistor e um multímetro, monte o circuito apresentado pela Figura 1 e preencha a tabela.

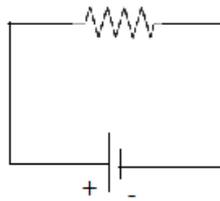


Figura 1

Diferença de potencial (V)	
Corrente elétrica (A)	
Resistência elétrica (Ω)	

2) Utilizando duas pilhas, um suporte para pilha, um resistor e um multímetro, monte o circuito apresentado pela Figura 2 e preencha a tabela.

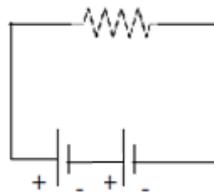


Figura 2

Diferença de potencial (V)	
Corrente elétrica (A)	
Resistência elétrica (Ω)	

3) Utilizando quatro pilhas, um suporte para pilha, um resistor e um multímetro, monte o circuito apresentado pela Figura 3 e preencha a tabela.

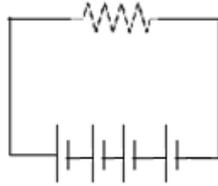


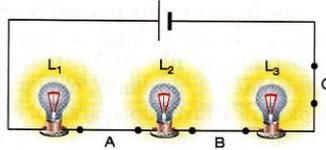
Figura 3

Diferença de potencial (V)	
Corrente elétrica (A)	
Resistência elétrica (Ω)	

4) Qual seria o valor da resistência elétrica se fossem usadas três pilhas?

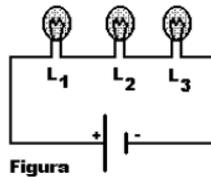
APÊNDICE 9 - QUESTÕES DO MÉTODO IpC - AULA 5

1) Considere o circuito mostrado na figura, quais lâmpadas se apagarão ao desligarmos apenas a chave A?³⁷



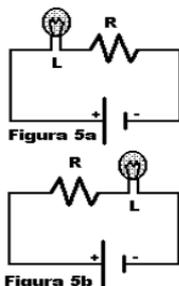
- a) L_1 , L_2 e L_3 .
- b) L_3 e L_2 .
- c) L_1 .

2) No circuito da figura, admite-se que as lâmpadas sejam iguais e que os brilhos das lâmpadas crescem quando a intensidade da corrente elétrica aumenta. Nesse circuito:³⁸



- a) L_1 brilha mais do que L_2 e esta mais do que L_3 .
- b) L_3 brilha mais do que L_2 e esta mais do que L_1 .
- c) As três lâmpadas têm o mesmo brilho.

3) Admite-se que as lâmpadas sejam iguais. Os brilhos das lâmpadas crescem quando a intensidade da corrente elétrica aumenta. Nos circuitos 5a e 5b a lâmpada L, o resistor R e a bateria são exatamente os mesmos. Nestas situações:³⁹



- a) L brilha mais no circuito 5a.
- b) L brilha igual em ambos os circuitos.
- c) L brilha mais no circuito 5b.

³⁷ Adaptada de: MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Física: volume 3**. São Paulo: Scipione, 2000, p. 135.

³⁸ SILVEIRA, F. L. Um teste para verificar se o respondente possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples. Publicado em **Física no ensino médio : falhas e soluções**. Organizador: Rocha Filho, J. B. Porto Alegre : Edipucrs, 2011. p. 61-67.

³⁹ SILVEIRA, F. L. Um teste para verificar se o respondente possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples. Publicado em **Física no ensino médio : falhas e soluções**. Organizador: Rocha Filho, J. B. Porto Alegre : Edipucrs, 2011. p. 61-67.

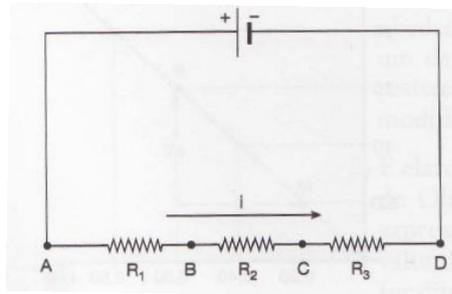
APÊNDICE 10 – EXERCÍCIOS - AULA 5

INSTITUTO ESTADUAL PROFESSORA GEMA ANGELINA BELIA EXERCÍCIOS

Prof.^a Mariana Costa Torres
Turma 302
Nomes:

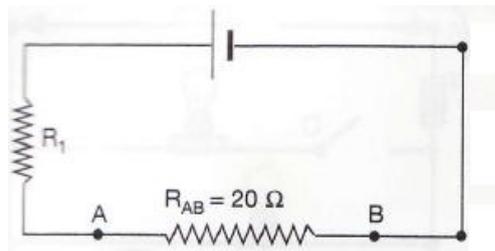


1) Suponha que na figura desse exercício, as resistências tenham os seguintes valores: $R_1 = 10 \Omega$, $R_2 = 18 \Omega$ e $R_3 = 20 \Omega$. Sabe-se que a bateria estabelece no circuito uma diferença de potencial $V_{AD} = 24 V$.⁴⁰



- Qual é o valor da resistência equivalente da associação?
- Qual é o valor da corrente que passa em R_1 ? E em R_2 ? E em R_3 ?
- Quais são os valores das voltagens V_1 , V_2 e V_3 ?

2) Suponha que na figura desse exercício, o valor da corrente é $0,8 A$ e a bateria estabelece no circuito uma diferença de potencial $V = 40 V$.⁴¹



- Qual é o valor da resistência equivalente da associação?
- Qual é o valor da resistência em R_1 ?
- Qual é o valor da diferença de potencial em R_1 ? E em R_{AB} ?

⁴⁰ Disponível em: MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Física: volume 3**. São Paulo: Scipione, 2000, p. 135.

⁴¹ Adaptada de: MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Física: volume 3**. São Paulo: Scipione, 2000, p. 134.

APÊNDICE 11 – TRABALHO AVALIATIVO - AULA 5

INSTITUTO ESTADUAL PROFESSORA GEMA ANGELINA BELIA

TRABALHO AVALIATIVO

Prof.^a Mariana Costa Torres

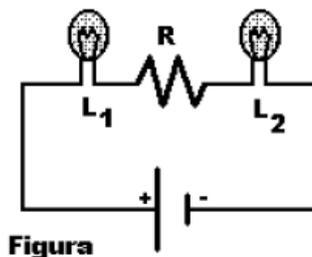
Turma 302

Nome:



Admite-se que as lâmpadas sejam iguais. Os brilhos das lâmpadas crescem quando a intensidade da corrente elétrica aumenta.

1) No circuito da figura, R é um resistor. Nesse circuito:⁴²



a) L_1 e L_2 têm o mesmo brilho.

b) L_1 brilha mais do que L_2 .

c) L_2 brilha mais do que L_1 .

2) Dois resistores R_1 e R_2 , sendo $R_1 = R_2 = 12 \Omega$, são ligados em série a uma bateria que estabelece, na associação, uma voltagem de 24 V.⁴³

a) Faça uma figura esquemática deste circuito.

b) Qual é a resistência equivalente da associação?

c) Qual é a corrente que passa em R_1 ? E em R_2 ?

d) Qual é o valor da diferença de potencial em R_1 ? E em R_2 ?

⁴² SILVEIRA, F. L. Um teste para verificar se o respondente possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples. Publicado em **Física no ensino médio : falhas e soluções**. Organizador: Rocha Filho, J. B. Porto Alegre : Edipucrs, 2011. p. 61-67.

⁴³ Adaptada de: MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Física: volume 3**. São Paulo: Scipione, 2000, p. 135.

APÊNDICE 12 - EXERCÍCIOS - AULA 6**INSTITUTO ESTADUAL PROFESSORA GEMA ANGELINA BELIA
EXERCÍCIOS**

Prof.^a Mariana Costa Torres
Turma 302
Nome:



1) Uma corrente elétrica com intensidade de 0,5 A percorre um condutor metálico. A carga elementar é $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C. Determine o número de partículas carregadas que atravessam uma seção transversal desse condutor, por segundo.⁴⁴

2) Se você pegar um fio de comprimento 3 vezes maior do que a de um outro fio de mesmo material e mesma área da seção transversal, a resistência do primeiro será maior ou menor do que a do segundo? Quantas vezes?⁴⁵

3) Dispõe-se de um fio de alumínio com seção normal de 2,0 mm² de área. Qual deve ser o comprimento do fio para obter-se uma resistência elétrica de 50 Ω?⁴⁶

(Dados: resistividade do alumínio: $\rho_{Al} = 2,8 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$)

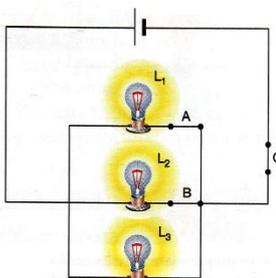
⁴⁴ Adaptada de disponível em: <<http://exercicios.brasilecola.com/fisica/exercicios-sobre-corrente-eletrica.htm#resposta-1870>>. Acesso em: 29/11/2013.

⁴⁵ Adaptada de: Axt, R. Alves, V. M. **Física para secundaristas: eletromagnetismo e óptica**. Porto Alegre: Instituto de Física – UFRGS, 2. ed. Revisada 1999, p.40.

⁴⁶ Adaptada de: GASPAR, Alberto. **Física – 3. Eletromagnetismo e física moderna**. São Paulo: Ática, 2009, p. 105.

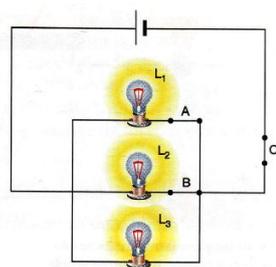
APÊNDICE 13 – QUESTÕES DO MÉTODO IpC - AULA 7

1) Considere o circuito mostrado na figura, quais lâmpadas se apagarão ao desligarmos apenas a chave A?⁴⁷



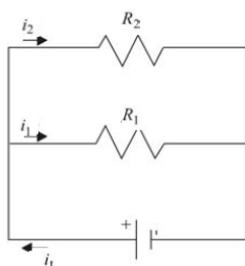
- a) L_1 , L_2 e L_3 .
- b) L_3 e L_2 .
- c) L_1 .

2) Considere o circuito mostrado na figura, quais lâmpadas se apagarão ao desligarmos apenas a chave C?⁴⁸



- a) L_1 , L_2 e L_3 .
- b) L_3 e L_2 .
- c) L_1 .

3) Considere o circuito representado pela figura. Se R_1 for aumentada, indique a alternativa que apresenta o que acontece com os valores de i_1 e i_2 .⁴⁹



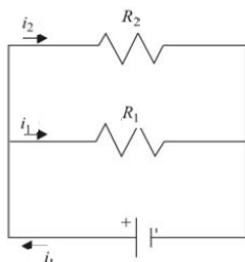
- a) i_1 aumenta e i_2 diminui.
- b) i_2 aumenta e i_1 diminui.
- c) i_1 diminui e i_2 permanece constante.

⁴⁷ Adaptada de: MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Física: volume 3**. São Paulo: Scipione, 2000, p. 135.

⁴⁸ Adaptada de: MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Física: volume 3**. São Paulo: Scipione, 2000, p. 135.

⁴⁹ Figura retirada de: DORNELES, Pedro F. T., ARAUJO, Ives S.; VEIT, Eliane A. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: Parte I – circuitos elétricos simples. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 4, p. 490, (2006).

4) Considere o circuito abaixo. Se mais um resistor for associado em paralelo a esse circuito, o valor da corrente total irá:⁵⁰



- a) aumentar.
- b) diminuir.
- c) permanecer constante.

⁵⁰ Figura retirada de: DORNELES, Pedro F. T., ARAUJO, Ives S.; VEIT, Eliane A. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: Parte I – circuitos elétricos simples. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 4, p. 490, (2006).

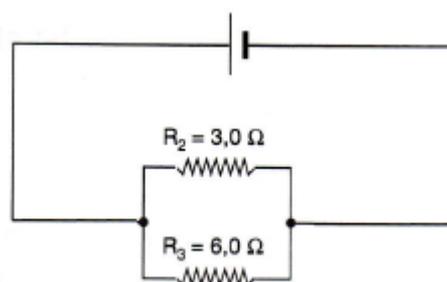
APÊNDICE 14 – EXERCÍCIO - AULA 7

INSTITUTO ESTADUAL PROFESSORA GEMA ANGELINA BELIA
EXERCÍCIO

Prof.^a Mariana Costa Torres
Turma 302
Nome:



1) Considere o circuito mostrado na figura desse exercício e sabendo que a voltagem entre os pólos da pilha é de 1,5 V, determine:⁵¹



- Qual é a resistência equivalente da associação?
- Qual é a corrente que passa em R_2 ? E em R_3 ?
- Qual é o valor da corrente total?
- Qual é o valor da diferença de potencial em R_1 ? E em R_2 ?

⁵¹ Adaptada de: MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Física: volume 3**. São Paulo: Scipione, 2000, p. 135.

APÊNDICE 15 – TRABALHO AVALIATIVO - AULA 7

INSTITUTO ESTADUAL PROFESSORA GEMA ANGELINA BELIA

TRABALHO AVALIATIVO

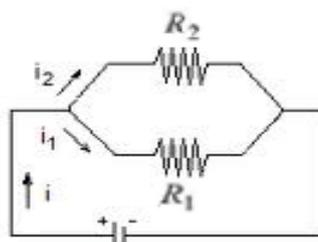
Prof.^a Mariana Costa Torres

Turma 302

Nome:



1) No circuito da figura, a resistência elétrica R_1 é maior que a resistência elétrica R_2 . Nesse circuito:



Figura

- i_1 é maior que i_2 .
- i_2 é maior que i_1 .
- i_1 e i_2 são iguais.

2) Dois resistores R_1 e R_2 , sendo $R_1 = 3 \Omega$ e $R_2 = 2 \Omega$, são ligados em paralelo a uma bateria que estabelece, na associação, uma voltagem de $3V$.⁵²

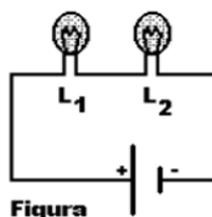
- Faça uma figura esquemática deste circuito.
- Qual é a resistência equivalente da associação?
- Qual é a corrente que passa em R_1 ? E em R_2 ?
- Qual é o valor da corrente total?

⁵² Adaptada de: MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Física: volume 3**. São Paulo: Scipione, 2000, p. 135.

APÊNDICE 16 – QUESTÕES DO MÉTODO IpC - AULA 8

1) A figura abaixo representa um resistor conectado a uma bateria. i é a corrente elétrica. A respeito desse sistema, considere as seguintes afirmações.⁵³

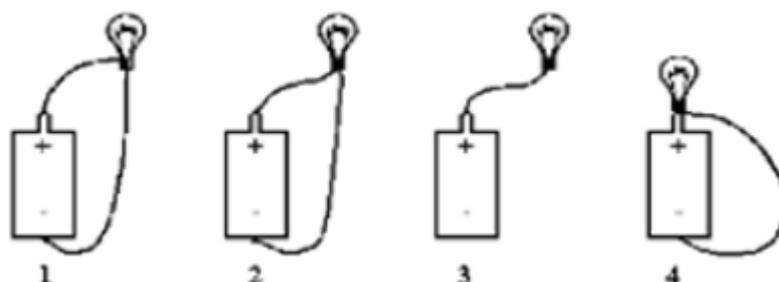
- I – As cargas elétricas de i são consumidas ao atravessarem as lâmpadas.
 II – Todas as cargas elétricas que atravessam as lâmpadas originam-se na bateria.



Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
 b) Apenas II.
 c) I e II.
 d) Nenhuma das afirmações.

2) (UERJ-1998) Observe as configurações abaixo:



Aquela que permite acender uma lâmpada de lanterna, usando uma pilha comum e alguns pedaços de fio, é a de número:

- a) 1
 b) 2
 c) 3
 d) 4
 e) 1 ou 4

⁵³ Imagem adaptada de: SILVEIRA, F. L. Um teste para verificar se o respondente possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples. Publicado em **Física no ensino médio: falhas e soluções**. Organizador: Rocha Filho, J. B. Porto Alegre: Edipucrs, 2011. p. 61-67.

APÊNDICE 17 – MATERIAL DE APOIO

INSTITUTO ESTADUAL PROFESSORA GEMA ANGELINA BELIA

MATERIAL DE APOIO

Prof.^a Mariana Costa Torres

Turma 302



Intensidade da corrente elétrica⁵⁴

Vamos supor que determinada quantidade de carga elétrica passe através da seção normal de um condutor em determinado intervalo de tempo como mostra a Figura 12.

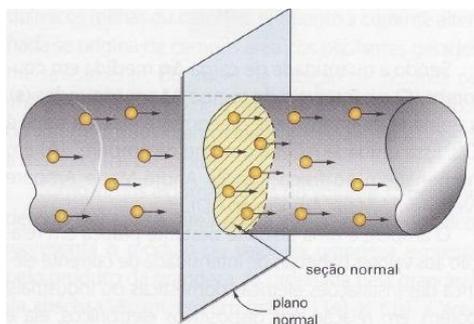


Figura 12: Os portadores de carga atravessando a seção normal do condutor metálico.

Pode-se afirmar que, quanto maior a quantidade de carga Δq que atravessa essa seção normal no intervalo de tempo Δt , mais intensa é a corrente elétrica que percorre o condutor. Assim, define-se a intensidade da corrente elétrica no condutor, pela razão:

$$i = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

Sendo a quantidade de carga Δq medida em coulombs (C) e o intervalo de tempo Δt em segundos (s), a unidade da intensidade da corrente elétrica no SI é C/s. Essa unidade recebe o nome de ampère (A).

O ampère é uma unidade bastante prática em relação aos valores habituais de intensidade de corrente elétrica das instalações elétricas domésticas ou industriais; porém, em relação aos dispositivos eletrônicos, ela é grande demais. Por isso, é frequente o uso de alguns

⁵⁴ Texto adaptado de: GASPAR, A. **Física 3: Eletromagnetismo e física moderna**. 2 ed. São Paulo: Ática, 2009. p. 90 – 92.

submúltiplos, como o miliampère ($1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}$) e o microampère ($1 \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A}$), por exemplo.

Como a carga elétrica é quantizada, e seu valor mínimo ou elementar é $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$, sempre é possível expressar a quantidade de carga (Δq) pelo produto ne ($\Delta q = ne$), em que n é um número inteiro que representa o número de elétrons. Assim, a intensidade da corrente elétrica pode ser expressa ainda na forma:

$$i = \frac{ne}{\Delta t}$$

Diferença de potencial, resistência elétrica e lei de Ohm⁵⁵

Os portadores de carga de um condutor só se deslocam preferencialmente em determinada direção e sentido se em cada um deles for exercida uma força orientando esse deslocamento nessa direção e sentido.

Em outras palavras, um condutor é percorrido por uma corrente elétrica quando no seu interior é gerado um campo elétrico, o que equivale a estabelecer uma diferença de potencial entre dois pontos desse condutor. Veja a figura:

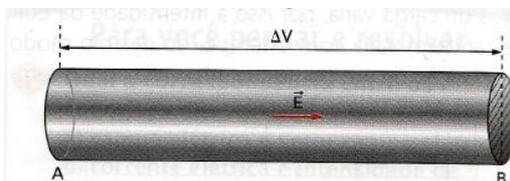


Figura 13: No instante em que se estabelece uma diferença de potencial ΔV entre os pontos A e B do condutor, aparece (se propaga) um campo elétrico (representado na figura pelo vetor \vec{E}) no seu interior, que orienta o movimento dos portadores de carga nele contidos.

O sentido convencional da corrente elétrica coincide com o sentido do vetor campo elétrico \vec{E} e é oposto ao sentido do movimento dos elétrons e à força exercida pelo campo elétrico sobre eles.

Mas a intensidade i da corrente elétrica depende ainda de outro fator.

Verifica-se experimentalmente que a mesma diferença de potencial e, portanto, o mesmo campo elétrico geram correntes elétricas de diferentes intensidades em condutores diferentes.

⁵⁵ Texto adaptado de: GASPAR, A. **Física 3: Eletromagnetismo e física moderna**. 2 ed. São Paulo: Ática, 2009. p. 94 – 95.

Pode-se supor que os condutores percorridos por correntes elétricas de menor intensidade oferecem maior dificuldade ou resistência ao movimento dos portadores de carga elétrica, enquanto aqueles percorridos por correntes elétricas de maior intensidade oferecem menor resistência. Assim, define-se a resistência elétrica (R) de um condutor pela razão:

$$R = \frac{V}{i}$$

em que V é a diferença de potencial nas extremidades do condutor⁵⁶ e i é a intensidade da corrente elétrica que o atravessa.

A unidade de resistência elétrica no SI recebe o nome de ohm (Ω).

O valor da resistência elétrica (R) de qualquer condutor não é constante, mas varia com a intensidade da corrente elétrica que o atravessa. No entanto, esse valor quase sempre pode ser considerado constante dentro de determinados intervalos de variação da intensidade da corrente elétrica. Assim, a lei de Ohm afirma que, para um condutor mantido à temperatura constante, a razão entre a diferença de potencial existente entre os seus terminais e a corrente elétrica é constante. Da definição de resistência elétrica, podemos escrever:

$$V = Ri$$

Quando a lei de Ohm é válida para um condutor ele é chamado de resistor ôhmico. Um resistor só pode ser ôhmico dentro de determinados intervalos de valores da intensidade da corrente elétrica que o atravessa.

Há autores que usam a letra U para se referir a diferença de potencial elétrico. Desta forma, a equação anterior fica da seguinte maneira:

$$U = Ri$$

Resistividade de um material ⁵⁷

A experiência nos mostra que se tomarmos um fio condutor, como o da Figura 14, o valor de sua resistência dependerá de seu comprimento e da área de sua seção reta.

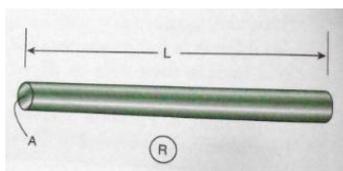


Figura 14: Fio de comprimento L e área da seção normal A .

⁵⁶ Por simplificação vamos passar a representar a diferença de potencial por V em vez de ΔV .

⁵⁷ Texto adaptado de: MÁXIMO, A., ALVARENGA, B. **Física: volume 3**. São Paulo: Scipione, 2000. p. 119 – 121.

A resistência do condutor é dada por “ $R = \rho \frac{L}{A}$ ”, onde ρ é a resistividade do material.

A resistência (R) de um condutor é tanto maior quanto maior for o seu comprimento (L).

A resistência de um condutor é tanto maior quanto menor for a área (A) de sua secção reta, isto é, quanto mais fino for o condutor.

Quanto menor for a resistividade ρ de um material, menor será a oposição que este material oferecerá à passagem da corrente através dele. Assim, quanto menor o valor da resistividade elétrica dos materiais que compõem um objeto, melhor condutor de eletricidade este objeto será.

Como no SI a resistência elétrica é medida em ohm, a área é medida em metro quadrado e o comprimento em metro, a unidade de resistividade no SI é $\Omega \cdot m$ (ohm . metro).

APÊNDICE 18 – AVALIAÇÃO FINAL

INSTITUTO ESTADUAL PROFESSORA GEMA ANGELINA BELIA AVALIAÇÃO

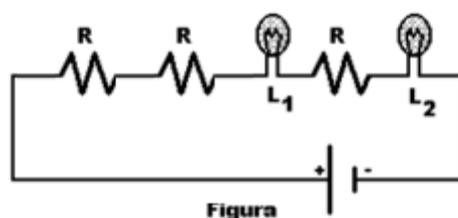
Prof.^a Mariana Costa Torres
Turma 302
Nome:



Justifique todas as respostas.

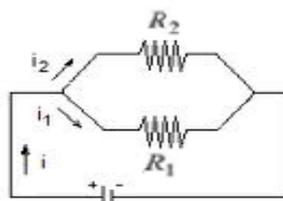
- 1) (2 pontos) Se você pegar um fio de comprimento 2 vezes maior do que a de um outro fio de mesmo material e mesma área da secção transversal, a resistência do primeiro será maior ou menor do que a do segundo? Quantas vezes?⁵⁸

- 2) (2 pontos) Admite-se que as lâmpadas sejam iguais. Os brilhos das lâmpadas crescem quando a intensidade da corrente elétrica aumenta. No circuito da figura, R é um resistor. Neste circuito:⁵⁹



- a) L_1 brilha mais do que L_2 .
b) L_2 brilha mais do que L_1 .
c) L_1 e L_2 têm o mesmo brilho.

- 3) (2 pontos) No circuito da figura, a resistência elétrica R_1 é menor que a resistência elétrica R_2 . Nesse circuito:



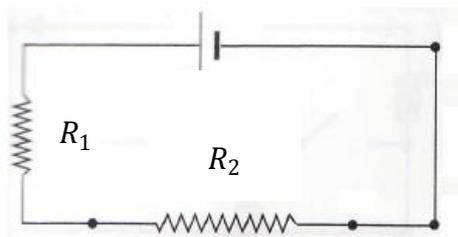
Figura

⁵⁸ Adaptada de: Axt, R. Alves, V. M. **Física para secundaristas: eletromagnetismo e óptica**. Porto Alegre: Instituto de Física – UFRGS, 2. ed. Revisada 1999, p.40.

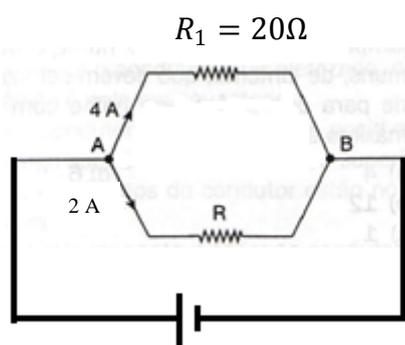
⁵⁹ SILVEIRA, F. L. Um teste para verificar se o respondente possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples. Publicado em **Física no ensino médio : falhas e soluções**. Organizador: Rocha Filho, J. B. Porto Alegre : Edipucrs, 2011. p. 61-67.

- d) i_1 é maior que i_2 .
- e) i_2 é maior que i_1 .
- f) i_1 e i_2 são iguais.

- 4) (2 pontos) Suponha que na figura desse exercício, as resistências tenham os seguintes valores: $R_1 = 10 \Omega$, $R_2 = 20 \Omega$. Sabe-se que a bateria estabelece no circuito uma diferença de potencial $V = 30 V$.⁶⁰



- d) Qual é o valor da resistência equivalente da associação?
 - e) Qual é o valor da corrente que passa em R_1 ? E em R_2 ?
 - f) Quais são os valores de V_1 e V_2 ?
- 5) (2 pontos) Na associação de resistores da figura desta questão, determine:
- a) O valor da diferença de potencial em R_1 .⁶¹
 - b) O valor da resistência em R .
 - c) O valor da resistência equivalente.
 - d) O valor da corrente total.



⁶⁰ Adaptada de: MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Física: volume 3**. São Paulo: Scipione, 2000, p. 134.

⁶¹ Adaptada de: MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Física: volume 3**. São Paulo: Scipione, 2000, p. 370.

