

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
DENIS BIASSI

**O DESAFIO DE ENSINAR POTENCIAL ELÉTRICO PARA ALUNOS DO
ENSINO MÉDIO**

Porto Alegre
2018

Denis Biassi

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

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
2018

|

*“Ensinar não é transferir
conhecimento, mas criar as
possibilidades para a sua
própria produção ou a sua
construção ”*

Paulo Freire

Agradecimentos

Ao meu pai *Paulo Isair Scaravonatti*, à minha mãe *Judite Scaravonatti*. Em especial pelo apoio durante a realização deste trabalho, por sempre me ajudar com elementos básicos e pela atenção com minhas dificuldades durante todo esse período de curso.

Aos colegas e amigos que durante todo esse período me deram suporte para alcançar meus objetivos. E foram tantas as formas de ajuda, desde simples trabalhos em grupos até aquelas tarefas mais complicadas em que precisei de muito apoio.

A todos os docentes do Instituto de Física da UFRGS, pelos momentos de aprendizagem que me proporcionaram, pela paciência imensa em todas as explicações e por terem contribuído com meu crescimento na área. Também ao professor *Ives Solano Araújo*, que sempre foi muito atencioso, me ajudando com minhas dificuldades e me ajudando na complexa tarefa do ensino.

Ao professor Rafael Vasques Brandão, por demonstrar confiança no meu trabalho. E não posso esquecer os alunos que durante esse tempo também contribuíram para minha completa formação.

À professora Sandra Denise Prado que em seus deveres para a COMGRAD sempre atende aos alunos de forma atenciosa e diferenciada.

À professora Magale Elisa Bruckmann, por ser uma pessoa que admiro muito e por ter compreendido tão bem o trabalho que realizei durante o estágio.

Por fim, agradeço à minha fé em dar tudo que tenho para alcançar um objetivo maior. E o objetivo maior não é aquele que enaltece uma pessoa e sim aquele que é um ganho para todos e assim espero poder retribuir aos outros tudo que ganhei nesses anos de graduação.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	07
2. REFERENCIAL TEÓRICO	08
2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel	09
2.2 O método de ensino - <i>Peer Instruction</i> (Instrução pelos Colegas)	12
3. REFERENCIAL EPISTEMOLÓGICO.....	14
4. OBSERVAÇÕES	15
4.1 A escolha escolhida.....	15
4.2 Os professores e as disciplinas observadas.....	19
4.3 Os Relatos das Observações.....	21
5. PLANOS DE AULA E RELATOS DE REGÊNCIA	46
6. RESULTADO DAS ATIVIDADES	71
7. CONCLUSÕES FINAIS.....	73
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
APÊNDICE I – QUESTIONÁRIO DE ATITUDES.....	I
APÊNDICE II – CRONOGRAMA DE REGÊNCIA.....	II
APÊNDICE III – APRESENTAÇÃO DA AULA 1.....	III
APÊNDICE IV – APRESENTAÇÃO DA AULA 2.....	III
APÊNDICE V – TRABALHO ETAPA 1:	
Potencial, energia potencial e movimento de cargas.....	V
APÊNDICE VI – MONTAGEM:	
Maquete simulando postes da rede de alta tensão.....	VI
APÊNDICE VII – APRESENTAÇÃO DA AULA 3.....	VII

APÊNDICE VIII – LISTA DE EXERCÍCIOS COMPLEMENTARES.....	VIII
APÊNDICE IX – TRABALHO ETAPA 3:	
Potencial, energia potencial, movimento de cargas, ddp e trabalho do	
campo elétrico.....	IX
APÊNDICE X – QUESTÕES CONCEITUAIS:	
Para serem utilizadas com o método de instrução pelos colegas.....	X
APÊNDICE XI – PROVA AVALIATIVA SEM CONSULTA.....	XI

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho consiste em um relatório de estágio supervisionado em Ensino de Física, obrigatório para a conclusão do Curso de Licenciatura em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. As atividades de estágio visam proporcionar a experiência em sala de aula do graduando em Licenciatura.

O estágio foi realizado no Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, durante o primeiro semestre do ano de 2018. Inicialmente foram feitas 22 horas de observações de aulas de Física do Ensino Médio ministradas pelo professor titular da disciplina, em uma turma de terceiro ano. Paralelamente com as observações, foi feito um estudo da fundamentação teórica a ser utilizada durante o período de regência e as aulas preparadas foram ministradas nos chamados “microepisódios” de ensino que consistiram em uma espécie de ensaio para as aulas, em que o estagiário apresentava sua aula para o orientador de estágio e os outros colegas estagiários para receber críticas e sugestões e poder melhorar as atividades de ensino planejadas.

A seguir será descrita brevemente a fundamentação teórica utilizada como ponto de apoio para elaboração dos trabalhos a serem realizados na etapa de estágio. Na sequência é apresentado: a escola escolhida; a turma; os professores das disciplinas observadas, bem como a avaliação do professor titular da disciplina.

Por fim, são também apresentados os relatos de observação e planos de aula acompanhados dos respectivos relatos regência nos quais são descritos os principais pontos da aula, as impressões, informações relevantes e conclusões importantes.

A título de conclusão, apresento uma reflexão sobre a experiência de estágio docente como um todo partindo das ideias iniciais e passando por todo trabalho realizado dentro e fora de sala de aula.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Um dos desafios de quem trabalha com ensino de Física é encontrar meios de tornar a aprendizagem mais atraente para os alunos. Essa empreitada torna-se ainda mais difícil quando se pensa no atual papel do professor, antigamente detentor de informação privilegiada e que hoje divide o papel com o fácil acesso a livros e principalmente à internet. A metodologia tradicional de ensino que trata o aluno como mero ouvinte já não faz sentido em um tempo em que o aluno não depende unicamente do professor para aprender o conteúdo que é dado em aula. Assim, o professor deve considerar a utilização de um método que leve em consideração o conhecimento prévio do aluno e que quebre a antiga configuração em que apenas o professor ensina e o aluno assiste e resolve exercícios sem nenhuma conexão com seu cotidiano ou mesmo com outras áreas do conhecimento.

Os métodos apresentados neste trabalho visam tornar o aluno personagem ativo em sala de aula, fazem com que este tenha seu próprio papel dentro da metodologia de ensino. Isso significa que o fluxo de informações deixa de ser unidirecional e passa a se dar entre os próprios alunos que ganham a tarefa de tomarem posicionamento e interagir entre si tentando convencer os colegas de que entenderam o assunto. A relação professor aluno passa a se dar de forma planejada, ou seja, o conteúdo é preparado antecipadamente considerando o conhecimento prévio dos alunos a respeito do tema. O desenvolvimento da aula também passa a ser orientado de acordo com os resultados que vão sendo obtidos com a obtenção das respostas às questões propostas.

Dentre as várias metodologias de ensino conhecidas, para este trabalho, foi escolhida como referencial teórico a Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel que foi utilizada como ferramenta de motivação para criação de atividades que tem como base a inspiração dos alunos, fazendo com que as informações sejam captadas pelos alunos e o conhecimento seja construído passo a passo e respeitando tudo aquilo que os alunos já trazem como conhecimento. Outra ferramenta que visa auxiliar na consecução desse objetivo é a metodologia de ensino *Peer Instruction*, que em sua tradução significa: Instrução pelos Colegas e seu objetivo é colocar os alunos e professores em posições diferenciadas, onde a linha tradicional de ensino é quebrada e reconstruída a partir da mudança nos papéis.

As ferramentas de ensino atuais pedem inovação didática, visto as mudanças que estão ocorrendo na educação e na própria sociedade. A teoria de aprendizagem escolhida visa adequar o trabalho do professor a seu novo papel que passou a ser de alguém com mais experiência que orienta e tenta estimular o interesse do aluno.

2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel

A ideia principal da teoria de Ausubel é que o fator mais importante a ser considerado na aprendizagem é levar em conta aquilo que o aluno já sabe. Mapear previamente a estrutura cognitiva do aluno pode se tornar o verdadeiro desafio para o professor, ainda mais quando consideramos uma turma inteira de alunos.

Assim, pela teoria de Ausubel, todo novo conhecimento adquirido vem da interação desse com outros conhecimentos relevantes que já façam parte da estrutura cognitiva do aluno. Nesse processo, a nova informação que chega ao aluno interage com seu conhecimento prévio e essa interação, além de reforçar o conhecimento existente, também dá forma à um novo significado, resultante da interação entre o conhecimento prévio e o novo. Esse modo de entender a aprendizagem através de uma resignificação de conhecimentos é o que Ausubel chama de aprendizagem significativa.

A importância do conhecimento prévio segundo Moreira (1999, p.26):

“O conhecimento prévio serve de matriz ideacional e organizacional para a incorporação, compreensão e fixação de novos conhecimentos quando estes “se ancoram” em conhecimentos especificamente relevantes (subsúncor) preexistentes na estrutura cognitiva. Novas idéias, conceitos, proposições, podem ser aprendidos significativamente (e retidos) na medida em que outras idéias, conceitos, proposições, especificamente relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do sujeito e funcionem como pontos de “ancoragem” aos primeiros.”

Esse conhecimento prévio do aluno pode ser traduzido através de uma imagem marcante, uma informação de valor ou mesmo uma experiência significante vivida ou mesmo compartilhada de forma diferenciada pelo aluno. Esses são exemplos que simbolizam o que Ausubel chama de subsúncor. Então, para Ausubel, a estrutura cognitiva do aluno seria formada por um conjunto de subsúncor que necessariamente devem estar disponíveis para que ocorra o processo de aprendizagem significativa.

O desafio de mapear a estrutura cognitiva pode ter início com o conhecimento do perfil dos alunos da escola e principalmente, através de um histórico da própria turma ou de turmas anteriores a qual se vai trabalhar. Logo após, a ideia é conhecer um pouco daquelas informações mais diretas a

respeito dos alunos: a idade, a origem, onde moram. E a partir de então, lançar mão de ferramentas de aplicação. Por exemplo, para este trabalho, foi utilizado um questionário¹ que teve como objetivo analisar o comportamento do aluno perante a disciplina de Física e outras, suas perspectivas para o futuro e a importância da escola. Um questionário com perguntas direcionadas a conhecer os interesses dos alunos é uma ótima ferramenta que pode permitir ao professor ter uma ideia inicial de como direcionar suas aulas de forma a atingir a aprendizagem significativa.

Atividades ajustadas de acordo com os interesses e gostos dos alunos podem estimular e facilitar a aprendizagem, pois, além dos subsunçores, a aprendizagem com significado depende da atitude do aluno perante aquilo que está sendo ensinado, ou seja, este deve buscar, deliberadamente, relacionar o conhecimento apresentado com aquele que já possui.

Assim, fica patente a importância do papel do professor no esquema de aprendizagem significativa, porém, existe outro ponto muito importante a ser considerado que é a avaliação dos resultados. Essa avaliação deve buscar evidências da compreensão por parte do aluno e isso não significa simplesmente a aplicação de uma prova, pois acertos por si só podem significar indícios de uma aprendizagem mecânica, na qual o aluno pode simplesmente memorizar um procedimento ou mesmo um conceito. Além disso, uma avaliação adequada vai lançar as bases dos novos subsunçores construídos e direcionar as novas atividades que servirão para a continuação da aprendizagem significativa.

Assim diz Moreira (1999, p 28) ao descrever a aprendizagem significativa a partir da óptica de Piaget:

“Quando os esquemas de assimilação não conseguem assimilar determinada situação, o organismo (mente) desiste ou se modifica. No caso de modificação, ocorre a acomodação, ou seja, uma reestruturação da estrutura cognitiva (esquemas de assimilação existentes) que resulta em novos esquemas de assimilação. É através da acomodação que se dá o desenvolvimento cognitivo. Se o meio não apresenta problemas, dificuldades, a atividade da mente é apenas de assimilação; contudo, frente a elas se reestrutura (acomoda) e se desenvolve.”

E, além da avaliação, outro ponto importante a ser levado em conta é o acompanhamento da evolução dos resultados da aprendizagem significativa e por isso as atividades avaliativas foram planejadas também com esse fim.

¹ Questionário de atitudes disponibilizado via plataforma Moodle no início da etapa de observações das aulas e apresentado no Apêndice I.

Então, visando obter uma verificação constante dos resultados de aprendizagem, foi elaborado um trabalho para ser desenvolvido em grupos e em etapas. Os alunos começam a fazer o trabalho ainda em sala de aula partindo de uma breve explicação geral do conteúdo da unidade. Na segunda etapa do trabalho, na semana seguinte, é realizada uma verificação dos pontos de maiores dúvidas do trabalho e os grupos ganham mais uma semana para realizarem as revisões necessárias fora de sala de aula. Passada essa semana, para a última etapa, o trabalho é repensado e são realizadas algumas alterações em estrutura inicial com modificações e inclusão de novas questões relacionadas ao novo conteúdo que foi sendo passado durante o desenvolvimento da unidade didática. As questões desse trabalho reformulado devem ser respondidas pelos grupos fora de sala de aula, visto que, os alunos já deverão possuir a base de conhecimento necessária para realizá-lo em grupo e independente do professor. O ponto mais importante desse trabalho é manter o contato com os alunos fora de sala de aula acompanhando as dificuldades dos grupos e guiando-os para a superação das dificuldades. Com relação ao conteúdo do trabalho para a primeira etapa, algumas questões devem abranger de forma mais interativa e criativa os assuntos iniciais e outras devem contemplar de forma mais superficial assuntos que apenas começaram a ser vistos. E para a terceira etapa, quando o trabalho em grupo é reformulado, devem ser acrescentadas questões de todo conteúdo visto no decorrer da unidade.

Além dos resultados dos trabalhos em grupos, também é importante ter uma noção de como o conhecimento do aluno está se desenvolvendo de forma individual e para isso foi preparada uma lista de exercícios montada sob uma estrutura mais elaborada do que aquela do trabalho em grupos que está mais voltada para fixação dos conceitos básicos do conteúdo. Assim, as questões envolvem cálculos mais arrojados e perguntas de maior grau de dificuldade que acabam exigindo maior raciocínio e empenho por parte do aluno, tanto que, em algumas delas é sugerido explicitamente ao aluno que pesquise sobre o assunto em seu livro didático. Essa forma de pensar as questões para a lista vem daquilo que propõe a teoria da aprendizagem significativa: questões avaliativas devem requerer o máximo de transformação do conhecimento.

O último instrumento avaliativo utilizado dentro da unidade e com vistas aos olhos da teoria ausubeliana é a prova final da unidade. Suas questões foram elaboradas com base no material disponibilizado nos trabalhos e no livro didático. Embora o livro didático não tenha sido utilizado durante as aulas, é uma ferramenta muito utilizada pelo professor titular e os alunos já possuem o hábito de tê-lo como apoio didático e por isso serve como uma das fontes de conteúdo que podem ser utilizadas para a elaboração da prova.

2.2 O método de ensino - *Peer Instruction* (Instrução pelos Colegas)

Dentro da rotina de sala de aula, muitos fatores podem influenciar na aprendizagem do aluno e, portanto, é sempre interessante que se utilizem métodos auxiliares de aprendizagem. O método de instrução pelos colegas, *Peer Instruction*, visa apoiar a metodologia baseada na teoria Ausubeliana da aprendizagem significativa na medida em que altera a estrutura tradicional da sala de aula.

A rotina dos alunos, desde pequenos, é sempre a mesma: entrar na sala de aula e aguardar pelas instruções do professor que, em substituição de seus pais ou outros responsáveis, lhes guiará pelas horas seguintes e isso se sucederá com vários professores. O objetivo do método de instrução pelos colegas é tirar os alunos de uma posição passiva e dar-lhes autonomia, uma vez que a proposta é a de que o aluno defenda seu ponto de vista com relação a uma questão proposta pelo professor e não apenas receba a resposta de forma passiva. O Aluno deve, então, responder às questões propostas de forma consciente e sua tarefa, tal qual a do professor, será de convencer seus colegas de que seus argumentos são válidos. Desse modo, além de aprender com o professor, os alunos também vão aprender com seus colegas.

Assim como toda a proposta de Ausubel, a contextualização e a problematização também é importante aqui. A primeira ação para o sucesso do método depende do professor, ou seja, trazer situações curiosas e interessantes que envolvam a necessidade de participação do aluno para serem solucionadas.

O método *Peer Instruction* foi desenvolvido pelo professor de Física Erik Mazur da Universidade de Harvard em meados dos anos 90. Considerado um método inovador, começou a ser aplicado em escolas de ensino médio europeias e norte-americanas com excelentes resultados.

O método apresentado aqui, segundo apresentam Araújo e Mazur (2013)², consiste de um estudo prévio de materiais disponibilizados pelo professor e apresentação de questões conceituais, em sala de aula, para os alunos discutirem entre si. O professor realiza breves exposições que devem focar nos principais conceitos relacionados ao conteúdo a ser estudado em sala de aula. O professor deve, então, apresentar uma questão conceitual, usualmente de múltipla escolha.

² Explicação do método *Peer Instruction* foi retirada do artigo “**Instrução pelos colegas e ensino sob Medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino e aprendizagem de Física.**”

O aluno deve encontrar a resposta de forma que consiga construir um argumento que justifique sua escolha e tenha poder de convencimento perante seus colegas.

Para verificação das respostas dos alunos, existem algumas ferramentas que podem ser utilizadas e para este trabalho foi utilizado um aplicativo chamado Plickers³ que é instalado no celular do professor e, através da câmera do aparelho, faz a leitura de cartões de resposta, levantados pelos alunos na hora da votação. A resposta escolhida para a questão é indicada de acordo com a orientação do cartão. Após a leitura das respostas, o aplicativo apresenta os resultados em forma de relatório indicando o número de escolhas para cada opção.

As respostas obtidas para a questão são analisadas e, conforme a porcentagem de acertos, o professor toma um determinado direcionamento para a aula, conforme aconselham Araujo e Mazur (2013):

- Para casos em que mais de 70% dos alunos tenham votado na resposta correta:

“Não explicar a questão, reiniciar o processo de exposição dialogada e apresentar uma nova questão conceitual sobre um novo tópico”

- Para casos em que o percentual de acertos obtidos esteja entre 30% e 70%.

“Agrupar os alunos em pequenos grupos (2-5 pessoas), preferencialmente que tenham escolhido respostas diferentes, pedindo que eles tentem convencer uns aos outros usando as justificativas pensadas ao responderem individualmente”

- Para casos em que o percentual de acertos fique abaixo dos 30%.

“Revisitar o conceito explicado, através de nova exposição dialogada buscando aclará-lo, apresentando outra questão conceitual ao final da explanação e recomeçando o processo”

³ Site do desenvolvedor do aplicativo: <https://www.plickers.com/>

3. REFERENCIAL EPISTEMOLÓGICO

Sabe-se que há uma grande quantidade de cientistas que considera que a filosofia da ciência não desempenha papel importante no desenvolvimento científico e por isso deve ser descartada, porém, essa importância pode ser atestada em uma frase de Lakatos:

“a filosofia da ciência sem a história da ciência é vazia; a história da ciência sem a filosofia da ciência é cega” (Lakatos, 1983; p.107)

Muitas vezes, em sala de aula, surgirão momentos em que ensinar aos alunos um pouco de história da ciência poderá auxiliar na tarefa de contextualizar ou problematizar uma situação, pois esses elementos históricos e epistemológicos acabam auxiliando na criação de subsunções.

Os cientistas não precisam conhecer a fundo a epistemologia ou teoria do conhecimento para dar prosseguimento em seus trabalhos de pesquisas. Mas, quando questionados sobre algo muito simples, muitos desses profissionais da ciência, provavelmente, encontrarão dificuldade na resposta para a seguinte pergunta:

O que é ciência, afinal?

4. OBSERVAÇÕES

O período de observações é a etapa do estágio na qual o estagiário tem o primeiro contato com os alunos da escola escolhida. É o momento em que o aluno de licenciatura passa a conhecer a rotina das atividades escolares, professores, metodologias utilizadas, costumes e exigências da escola com relação ao trabalho do professor. Além disso, é durante a etapa de observações que o estagiário tem a oportunidade de analisar como se dá o processo de interação entre alunos e professores das diversas disciplinas, como os alunos se comportam diante da necessidade de aprendizagem de um determinado conteúdo apresentado por um determinado professor. Outro fator importante dessa análise é o relacionamento entre os alunos durante a realização de uma determinada atividade, seja individual ou em grupos.

Todo esse processo de análise realizado durante a etapa de observação exige muito cuidado, pois existem fatores que não são observados diretamente, pois não se pode subentender uma situação ou problema sem se conhecer melhor os atores desse processo: os alunos. E por isso, que os alunos são chamados a participar do processo através do preenchimento de um questionário no qual o aluno expõe um pouco de sua realidade, o que pensa sobre a disciplina e da Física como ciência, seus planos para o futuro e suas perspectivas com relação à disciplina.

As observações ocorreram no período de 22/03/2018 a 03/05/2018 no Colégio de Aplicações da UFRGS e foram realizadas na turma escolhida para a etapa de regência: uma turma de terceiro ano do ensino médio com 32 alunos registrados na lista de chamada, 14 alunos e 18 alunas, mas duas alunas ali registradas nunca compareceram às aulas. As disciplinas observadas foram de Física, Matemática e Geografia e os encontros foram todos de duas horas-aula cada um, permitindo assim, um bom tempo de observação por encontro.

Este capítulo está dividido em três partes: a primeira parte apresenta as características e particularidades da escola escolhida para o estágio; a segunda procura caracterizar as disciplinas e os professores das disciplinas observadas, bem como sua relação com os alunos durante as aulas; e a terceira consiste em apresentar os relatos de observações realizadas a cada duas horas-aula.

4.1 A Escola escolhida

O estágio foi realizado no Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CAp/UFRGS), situada na entrada do Campus do Vale da mesma Universidade, na Rua Bento Gonçalves, 9500. Bairro Agronomia, na cidade de Porto Alegre/RS.

O Colégio de Aplicação da UFRGS foi fundado pela professora Graciema Pacheco. Sua origem se reporta a um decreto federal de 1946, realmente efetivado em 1954, e é resultado do esforço de um reduzido grupo de educadores de um Departamento da Faculdade de Filosofia.

A ideia inicial para o espaço era direcioná-lo para formação pedagógica, comprometendo-se com a teoria e a prática docentes. Portanto, os CAPs se estabelecem como espaço a serviço da prática docente de estagiários dos cursos de licenciatura da UFRGS, assim como de construção de campo de investigação pedagógica para a Faculdade de Filosofia dessa Universidade.

As atividades foram iniciadas, oficialmente, no dia 14/04/1954 – ano em que a Faculdade de Filosofia veio a possuir prédio próprio. Embora contemplado com verbas próprias, o CAP ocupou, inicialmente, quatro salas do prédio central da Faculdade de Filosofia, que também lhe colocou a disposição móveis, laboratórios e material didático.

A partir de 1971, o CAP passou a ocupar o prédio da Faculdade de Educação (FACED), e a lei 62997, de 16/07/1968 determinava que o Colégio passava a pertencer à FACED, devendo formar o Centro de Educação Primária e Média. Enfim o Colégio, depois de fazer parte da FACED, conquistou território próprio, no Campus do Vale. Atualmente o CAP-UFRGS é regido, além do decreto-lei número 9053 de 12/03/1946, pela Portaria número 959 de 2013, pelo artigo 107 dos Estatutos da UFRGS, e por seu próprio regimento⁴.

Figura 1: Colégio de Aplicação da UFRGS, vista frontal.



Fonte: Próprio autor (2018).

⁴ A maioria das informações sobre o CAP/UFRGS aqui citadas foram retiradas do site do CAP/UFRGS (www.cap.ufrgs.br).

Com relação às novas propostas que o CAp vem desenvolvendo, conta com professores especialistas nas disciplinas de Educação Física, Música e Línguas desde as séries iniciais. Oferece trabalho com interdisciplinaridade e iniciação científica nos diversos níveis e modalidades de ensino, além de contribuir com a formação inicial e continuada de professores⁵.

A estrutura física do Colégio é muito bem conservada, formada por laboratórios, salas de aula, gabinetes de professores distribuídos em um prédio de dois andares com salão de entrada bem iluminado, amplo e preparado para acesso e locomoção de alunos com algum tipo de deficiência em sua movimentação (rampas e elevadores). Além disso, o CAp possui refeitório, quadra de esportes e estacionamento. Tudo é mantido limpo e organizado por um time pessoas encarregadas pela limpeza constante do prédio.

Figura 2: Salão de entrada com elevador e estrutura dos laboratórios



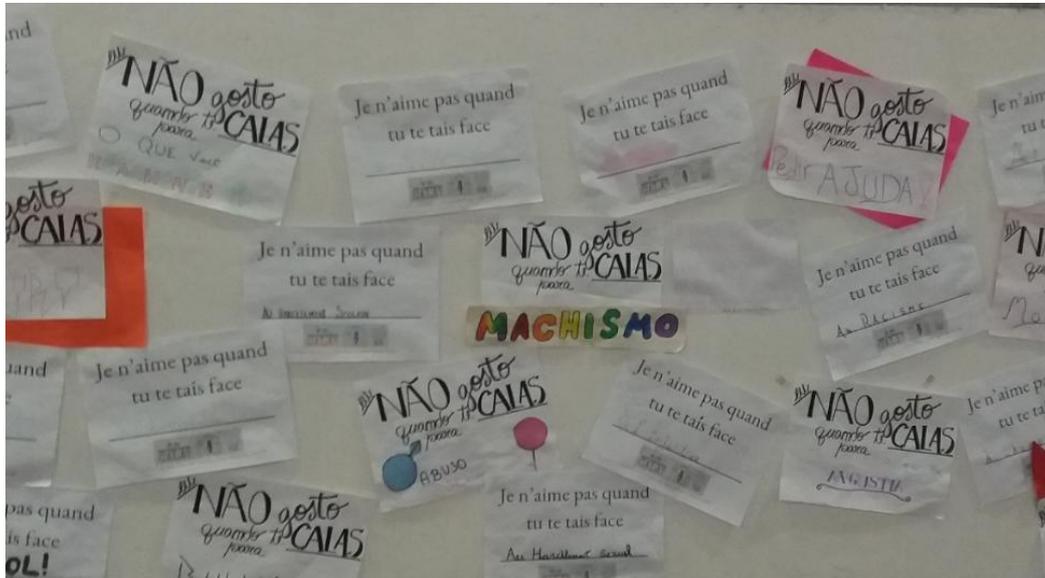
Fonte: Próprio autor (2018).

Os laboratórios são utilizados para aulas práticas e teóricas dependendo da necessidade. Os alunos também tem aulas de monitoria nesses locais onde podem trabalhar em pequenos grupos e serem assistidos pelos monitores das disciplinas.

⁵ A maioria das informações sobre o CAp/UFRGS aqui citadas foram retiradas do site do CAp/UFRGS (www.cap.ufrgs.br).

Pelos corredores, os alunos tem espaço para manifestarem suas opiniões com relação a temas polêmicos ou que estão em voga na mídia e na sociedade.

Figura 3: Colégio de Aplicação da UFRGS, vista frontal.



Fonte: Próprio autor (2018).

A estrutura física das salas, a exemplo do resto do colégio, também são bem conservadas, amplas e limpas. As cadeiras são confortáveis e espaçosas com apoio para material e a sala é equipada com computador, projetor e no-break. As salas ainda não tem ponto de rede, mas em breve será disponibilizada a instalação de pontos que permitirão acesso à internet.

Os alunos ingressam no CAp/UFRGS via sorteio e são oferecidos dois períodos semanais de Física. O CAp/UFRGS funciona semestralmente e existe um recesso escolar na metade do ano. O ensino médio possui duas turmas para cada ano de primeiro ano, três turmas de segundo ano, duas turmas de terceiro ano e três turmas do EJA. As aulas dos terceiros anos ocorrem prioritariamente na parte da manhã, sendo que apenas algumas disciplinas e outras atividades, como monitorias são realizadas no turno da tarde.

O plano de ensino da disciplina obrigatória de Física para Ensino Médio baseia-se nos três eixos fundamentais dos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998): representação e comunicação; investigação e compreensão; e contextualização sociocultural. Nesse sentido, a disciplina favorece o desenvolvimento prioritário das competências básicas de leitura, produção de textos e resolução de problemas⁶.

⁶ Informações retiradas do plano de ensino da disciplina da turma escolhida para realização do estágio.

4.2 Os professores e as disciplinas observadas

Para os trabalhos de observação, foram acompanhadas as aulas de três disciplinas: Física, Matemática e Geografia. O número modesto de aulas observadas não permite ao estagiário ter uma ideia aprofundada das relações entre alunos e professores, mas certamente serve ao propósito de orientar inicialmente a elaboração das aulas que serão colocadas em prática na etapa de regência.

Sobre o professor e a disciplina de Física:

Além das atividades de docência, também acumula atividades administrativas. Suas atividades de docência envolvem as duas turmas de terceiro ano que acompanham o mesmo conteúdo dentro do mesmo ritmo. Apesar do pouco tempo de dedicação que consegue oferecer, consegue ter um ótimo relacionamento com os alunos, nunca se mostrando desanimado ou frustrado pelo excesso de trabalho. Com base numa boa oratória e um discurso convincente, o professor consegue problematizar situações interessantes contextualizadas de forma fácil de ser compreendida e analisada. Apesar da dispersão de vários alunos, em sua maioria, demonstram bastante interesse, compartilham experiências e fazem várias perguntas durante as aulas. A participação e interesse dos alunos parecem aumentar quando o foco é alguma questão relacionada à matemática, como se naquele momento houvesse a necessidade de suprir a dificuldade que eles sentem ao utilizar fórmulas ou expressões que não conseguem compreender.

As atividades relacionadas com exercícios e trabalhos em grupos ou individuais não envolvem nenhum método ou teoria de aprendizagem em especial. Essas atividades acontecem de forma espontânea de acordo com o interesse dos alunos.

No geral, o que se observa, é uma agitação muito maior no início e no final das aulas e isso pode ocorrer devido ao horário das aulas que são dadas nos dois primeiros períodos da manhã, quando os alunos estão mais despertos.

Ficou claro nas aulas observadas que a formação do aluno foi colocada em primeiro lugar, sempre no sentido de formar um profissional diferenciado e preparado para interagir com problemas de maneira consciente e racional sempre buscando a melhor solução. O incentivo através de material disponibilizado através da plataforma Moodle completa aquilo que não é possível ser passado em aula, exigindo que o aluno se dedique à disciplina fora de sala de aula.

O Quadro 1 sintetiza o comportamento do professor de Física de acordo com as observações realizadas durante o período em sala de aula. No quadro, quanto maior a pontuação, mais positivo será o comportamento observado.

Quadro 1: Observações sobre o comportamento do professor.

Comportamentos Negativos		1	2	3	4	5	Comportamentos Positivos	
1	Rigidez de Comportamento					x	Flexibilidade	1
2	Moleza					x	Atividade	2
3	Frio e reservado					x	Caloroso, entusiasmado	3
4	Nervoso e irritadiço					x	Calmo e paciente	4
5	Expõe sem cessar					x	Provoca a reação da classe	5
6	Não avalia a recepção				x		Avalia a recepção	6
7	Não reformula explicações					x	Reformula as explicações	7
8	Exige participação				x		Provoca participação	8
9	Apresenta sem lógica					x	Apresenta com lógica	9
10	Não se adapta ao nível					x	Adapta-se ao nível	10
11	Desorganizado					x	Organizado	11
12	Comete erros				x		Não comete erros	12
13	Má distribuição do tempo				x		Boa distribuição do tempo	13
14	Linguagem imprecisa					x	Linguagem precisa	14
15	Não utiliza recursos					x	Utiliza recursos	15

Fonte do modelo: Cavalcanti e Ostermann, 2014⁷; Respostas do autor

Sobre os professores e as disciplinas de Matemática e Geografia:

O professor da disciplina de Matemática parece ter um relacionamento mais afastado dos alunos. Demonstra um pouco de exaustão quando se faz necessária a repetição de algum conceito ou mesmo exercícios baseados em conhecimentos mais básicos. Durante o período de observação, a metodologia aplicada foi a tradicional, a qual os alunos parecem responder com indiferença, não interiorizando a importância da disciplina que serve como ferramenta para outras disciplinas. Existe muita dispersão e conversa durante a aula e os alunos parecem realmente incomodados com o conteúdo que é passado.

⁷ Modelo da tabela retirado do roteiro para construção de uma unidade didática disponibilizado na disciplina de Projetos de Desenvolvimento em Ensino de Física.

O professor da disciplina de Geografia tem um relacionamento mais ameno com os alunos. Sua aula é baseada nos textos do livro didático adotado para a disciplina. Alguns alunos participam da leitura, mas em sua maioria, parece não haver interesse mais direcionado ao assunto e sim com relação às avaliações dos trabalhos com base no conteúdo. Esses trabalhos são realizados em grupos, de e sem nenhum método ou teoria de aprendizagem em especial e sem nenhum acompanhamento.

4.3 Os relatos das observações

Foram realizadas 22 horas de observações em uma única turma de terceiro ano do Colégio de Aplicações da UFRGS no período de 22/03/2018 a 03/05/2018. Cada aula apresentada neste tópico possui duração de 2 horas-aula num total de 90 minutos por aula.

Aula 1 - Física

Data: 22/03/2018

Turma: 302 - 2 horas-aula (08h00min até 09h30min) – 28 alunos presentes

Tópico: Lei de Coulomb.

O professor anunciou o final do primeiro capítulo do conteúdo, questionou os alunos sobre a data de aplicação da primeira prova e deixou a questão em aberto.

O professor iniciou a aula com uma análise sobre o significado da expressão matemática da Lei de Coulomb. Os alunos, em sua maioria, aparentavam estar muito dispersos no primeiro momento, olhando para seus celulares ou mantendo conversas em grupos espalhados pelas periferias da sala enquanto na parte central permanecia o grupo de alunos mais concentrado na aula.

O professor enunciou a Lei de Coulomb como forma de calcular a intensidade das forças envolvidas numa interação entre duas partículas carregadas. A aula foi estruturada com base no estudo de todos os aspectos relacionados à Lei de Coulomb: força, carga e distância, e por isso, sua expressão foi deixada no quadro durante toda a aula. Também foram desenhadas cargas Q aos pares, ligadas por uma linha que representa a distância d entre elas.

A Figura 4 apresenta a estrutura básica do quadro mantida durante a análise da expressão matemática da Lei de Coulomb. As bolinhas azuis representam as cargas Q e a linha representa a distância d .

Figura 4: Esboço: Lei de Coulomb e cargas separadas a uma distância d .

$$F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2}$$



Fonte: Elaborado pelo autor.

O primeiro ponto discutido foi sobre a relação entre a definição de partícula e a distância entre elas. O professor lembrou que na aula anterior foram estudados corpos eletrizados. Assim, a primeira menção foi com relação ao uso dos nomes: corpo e partícula. Para isso, a explicação inicia-se com uma analogia entre a situação das partículas mencionadas e um carro em uma garagem ou na estrada. Um carro na garagem possui dimensões bem definidas, porém irrelevantes quando visualizadas de um helicóptero sobrevoando uma estrada. Os alunos posicionados no centro da sala de aula mencionaram que o conceito corpo/partícula já foi estudado no primeiro ano.

O segundo ponto analisado foi com relação aos sinais das cargas e novamente veio à tona informações vistas na aula anterior com o experimento do pêndulo com a bolinha de isopor e o bastão carregado ao ser atritado. Os alunos foram questionados sobre o comportamento das cargas (positiva e negativa) ao serem realizadas interações entre elas ao aproximar ou afastar o bastão carregado da bolinha de isopor. Os alunos mostraram-se bastante participativos respondendo de forma clara e incisiva.

Uma vez definidos os elementos, o professor iniciou uma série de exemplificações

analisando a expressão da Lei de Coulomb em conjunto com os desenhos de duas cargas q afastadas de uma distância d .

A análise iniciou-se com um exemplo simples de cálculo de Força: Cargas elétricas de valor 1 coulomb afastadas pela distância de 1 metro. Alterando sinais, valores de carga e distâncias dentro de uma sequência autoexplicativa, os alunos eram chamados a fazer relações considerando atração e repulsão entre cargas; módulo, direção e sentido de forças; e variadas distâncias entre as partículas. Os valores e sinais atribuídos às cargas, bem como aqueles dados às distâncias foram selecionados de maneira que o aluno conseguisse verificar rapidamente a relação com a Lei de Coulomb. O ponto de dificuldade geral foi a confusão entre os sinais das forças e os das cargas. A atenção dos alunos nesse momento havia chegado ao ápice. Todos ficavam frustrados pela confusão e dificuldade em atribuir corretamente o sinal às forças de atuação sobre as cargas. Assim, o professor retomou uma revisão sobre vetores reforçando os conceitos de módulo, direção e sentido. Também aproveitou para recordar o que significava uma carga positiva e negativa lembrando que a definição de um corpo carregado negativamente ou positivamente apenas faz menção ao desbalanço entre as quantidades de cargas positiva e negativa.

Uma vez apresentados os exemplos e calculadas as forças, o professor fez uma análise sobre as unidades utilizadas e a consideração sobre o significado da unidade coulomb. Para isso, foi resgatado o conceito da unidade fundamental de força, o Newton, calculando o peso relativo a vários valores de massa. Então, para exemplificar o uso, foi feita uma lista apresentando o valor em gramas de presunto e seu equivalente em Newton partindo de 100 gramas. O exemplo chamava atenção para os alunos se imaginarem segurando um pacote de presunto, mas com o aumento da massa, o exemplo mudou de presunto para uma pessoa chegando até 100 kg, o que corresponde ao peso aproximado de 1000 N. Assim, ao comparar a força de $9 \cdot 10^9$ N entre duas partículas de 1 C, os alunos demonstraram compreensão sobre enorme intensidade de força considerada e a partir dessa conclusão, foram apresentados os múltiplos e submúltiplos da unidade coulomb. Também foi feita uma análise sobre a unidade correspondente à constante k e sua obtenção isolando o k dentro da expressão da Lei de Coulomb.

Foi dado um exemplo prático: a caneta que é atritada e fica presa na parede. Os alunos foram incentivados a descobrir o valor da força elétrica que mantém a caneta presa à parede. Também foram questionados sobre a questão da caneta se desprender da parede e cair algum tempo depois.

Nenhum aluno soube responder, porém, todos ficaram interessados. Foi um novo ápice na atenção dos alunos que se perguntavam o porquê de um corpo cair algum tempo depois se nada poderia interferir na força que segurava a caneta. A resposta de que ocorre a descarga pela própria umidade do ar fez os alunos recordarem-se da aula anterior quando foi abordada a questão da descarga de corpos eletrizados.

Na última parte da aula, foram refeitos os exemplos de cálculo de força relativos a duas partículas separadas por uma distância d explicitando a influência do inverso do quadrado da distância e o produto das cargas.

Considerações finais: Existe muito interesse da turma por curiosidades que envolvam alguma situação do cotidiano ou mesmo pequenos experimentos que eles possam entender e relacionar com o conteúdo que está sendo estudado. Existe também muito interesse da turma com relação ao entendimento de expressões matemáticas e seu significado físico.

Aula 2 - Física

Data: 05/04/2018

Turma: 302 - 2 horas-aula (08h00min até 09h30min) – 27 alunos presentes

Tópico: Lei de Coulomb.

O professor anunciou que o foco da aula seria a resolução de exercícios da lista disponibilizada via Moodle e do livro didático. Também se colocou a disposição dos alunos para auxiliar com as dúvidas.

Os alunos realizaram a atividade dentro dos grupos que geralmente formam durante as aulas. Em alguns grupos, os alunos trabalhavam dentro de um regime de alternância que consistia

em tentar fazer os exercícios em um primeiro momento e conversar com os colegas sobre assuntos diversos em outro. Em grupos menores e até individualmente, os alunos pareciam não ter entusiasmo na atividade. Isso acabava reduzindo o ritmo de trabalho e dispersando os alunos que acabavam por realizar outras atividades.

Alguns alunos mantiveram-se concentrados durante todo tempo, escrevendo, procurando respostas no livro, conversando sobre as questões e tirando dúvidas com o professor.

O professor manteve-se andando pela sala durante todo primeiro período de aula. O curioso foi que muitos dos alunos que pareciam não estar interessados acabavam por trazer dúvidas ao professor. Então, acredito que vários deles tenham tentado resolver a lista em casa com antecedência.

Durante o segundo período, o professor passou a resolver partes de questões mais complexas diretamente no quadro. A dispersão e a conversa aumentaram naqueles grupos em que o interesse por resolver exercícios não era muito expressivo. Por outro lado, foi perceptível o aumento do interesse daqueles que iniciaram a aula totalmente concentrados. Esses acabavam por ajudar os colegas que estavam mais próximos e questionavam o professor sobre as questões mais complicadas, fazendo com que o professor permanecesse mais próximo do quadro durante todo segundo período de aula.

Durante a aula, surgiram questões de todos os níveis de dificuldades, incluindo, desde questões relacionadas com dificuldades matemáticas até questões de cunho conceitual. A ajuda do professor não se estendia além do limite de exigência da questão, então se a questão fosse mais simples, o aluno era direcionado para leitura de um determinado ponto do livro. Caso a questão exigisse um maior raciocínio no seu entendimento, o professor optava por manter-se mais tempo junto ao aluno ou resolver no quadro para que todos pudessem tirar proveito da explicação.

Questões mais simples estavam relacionadas com a aplicação direta da Lei de Coulomb lançando questões em que se questionava o valor da força com aumento ou diminuição de distância entre cargas e também os valores dessas. O problema, nesse tipo de questão, estava sempre relacionado com a dificuldade dos alunos em trabalhar com unidades de medidas e também com a notação científica utilizada.

Questões mais complicadas estavam relacionadas com obtenção de valores que necessitavam algum raciocínio mais elaborado como, por exemplo, a associação do número de cargas de determinado corpo com sua área de superfície.

Considerações finais: Esta aula foi importante para analisar a produtividade dos trabalhos em grupos e serviu como parâmetro para a escolha de atividades que promovam uma maior colaboração entre os alunos. Os alunos apresentaram resultados diferenciados com relação ao trabalho colaborativo. A maioria parece responder bem a esse tipo de atividade enquanto uma minoria ainda parece preferir realizar atividades de forma individual.

Aula 3 - Física

Data: 12/04/2018

Turma: 302 - 2 horas-aula (08h00min até 09h30min) – 29 alunos presentes

Tópico: Aplicação de prova: Eletrização de corpos e Lei de Coulomb.

Foi realizada a primeira prova do trimestre de Física envolvendo os assuntos relacionados com o 1º capítulo do livro didático utilizado: Eletrização de corpos; condutores e isolantes; e, Lei de Coulomb.

Antes do início da realização das provas, foram recolhidas as listas de exercícios previamente resolvidas pelos alunos e que compõe a nota final. O professor entregou as provas, fez alguns comentários e chamou a atenção para o formulário que era curto, pois as questões não exigiam muitas fórmulas.

Num primeiro momento, os alunos mantiveram-se concentrados na resolução da prova e o professor permaneceu em pé a frente da turma. Porém, durante a realização das provas, os alunos começaram a pedir para sair da sala para ir ao banheiro e tomar água. Uma das alunas esqueceu a calculadora e pediu ao professor para utilizar a calculadora do celular, porém, o professor não permitiu.

No início do segundo período, a impressão de quem estava na frente da turma era de que parte dos alunos não tinha mais o que colocar na prova, enquanto outra parte ainda resolvia

questões e uma terceira parte mantinha-se relendo constantemente as questões. Foi a partir desse ponto em que se iniciaram os questionamentos diretamente na mesa do professor que dificilmente falava alguma coisa. Ao final do segundo período, menos de 1/3 da turma ainda continuava fazendo a prova, até que se encerrou o tempo e o professor recolheu as provas.

Aula 4 - Física

Data: 19/04/2018

Turma: 302 - 2 horas-aula (08h00min até 09h30min) – 28 alunos presentes

Tópico: Correção da Prova 1 e Campo Elétrico.

O professor anunciou que a aula iniciaria com a resolução da prova 1 cujo gabarito havia sido disponibilizado via Moodle.

Os alunos estavam muito agitados, querendo saber sobre o resultado das provas e questionando sobre a recuperação e datas, porém, o professor interrompeu os alunos ressaltando a importância de manterem o foco nas dificuldades que sentiram na realização da prova.

A prova foi resolvida em pouco mais de um período de aula e a maioria dos alunos procurou prestar mais atenção nas questões em que erraram. A agitação continuou durante toda a resolução da prova e ao final os alunos começaram a reclamar sobre a correção. O professor sugeriu que os alunos o procurassem fora do período de aula para maiores esclarecimentos.

A prova continha 10 questões discursivas e entre elas haviam algumas questões puramente conceituais, mas a maioria envolvia aplicação de algum cálculo relacionado com o valor da carga elementar, transferência de cargas devido a uma interação e aplicação direta da Lei de Coulomb em que se consideraram comparações entre valores de força para diversos valores de distância e carga visando verificar se o aluno entendia a relação entre força, distância e intensidade de carga.

Na segunda parte da aula iniciou-se o novo capítulo com o assunto campo elétrico. O professor inicia dizendo que quando ensina campo gravitacional, elétrico ou magnético prefere ensinar os três campos ao mesmo tempo dando ao aluno uma compreensão mais abrangente sobre

o assunto. Assim, começa supondo que o quadro negro é um modelo bidimensional limitado do universo. O professor também chama a atenção para o fato de que, mesmo inicialmente vazio, esse espaço está cheio de propriedades físicas que podem ser gravitacionais, elétricas, magnéticas, térmicas entre outras. Continuando a explanação, sugeriu aos alunos imaginar que se jogasse uma partícula com certa massa provocaria uma alteração nas propriedades gravitacionais no espaço ao seu redor.

Sugeriu logo em seguida que se jogasse outra partícula massiva do outro lado do universo ressaltando que, embora muito distantes uma da outra, ambas sabem da existência da outra através da mudança nas propriedades gravitacionais gerada pela presença de ambas.

O professor contextualizou o assunto utilizando o exemplo de um lençol esticado no qual rolaria uma esfera que alteraria as propriedades gravitacionais do universo com maior ênfase em torno da esfera diminuindo mais e mais conforme a distância dessa mesma esfera. E como consequência disso, exemplificou com a luz que ao atravessar o universo, também contorna o espaço distorcido pela esfera. Os alunos transpareceram muito interesse na história e na simplicidade do professor ao explicar o universo de forma tão fácil.

Para explicar campo elétrico, o professor utilizou o mesmo exemplo, porém utilizando uma partícula massiva dotada de carga elétrica. O professor chama atenção de que essa mesma partícula alteraria as propriedades gravitacionais e elétricas do espaço. Por fim, considerou a mesma partícula com massa, carga e em movimento, ou seja, com velocidade, gerando assim campo elétrico e magnético. E no caso de haver duas partículas dotadas de carga, uma sentiria a presença da outra, de forma menos intensa conforme aumenta a distância entre elas.

Naquele momento, o professor lançou uma pergunta: Como é que uma partícula sente a presença do campo elétrico gerado pela existência da outra? A turma não respondeu e o professor continuou dizendo que isso se dá pelo surgimento de uma força de natureza elétrica que é calculada pela Lei de Coulomb. O professor continuou dizendo que o campo elétrico é um conceito que surge para tentar explicar o motivo pelo qual mesmo a uma grande distância e sem entrar em contato, uma partícula sente a presença da outra, como se fosse uma informação que se propaga com a velocidade da luz em todo espaço e quando essa informação chega até a outra partícula, é exercida uma força que pode ser atrativa se o sinal das duas forem contrários ou

repulsiva se forem de iguais.

Outra questão interessante levantada foi a questão de que a informação propagada pode levar muito tempo para ir de um lugar a outro e por isso existe a unidade de medida de distância ano-luz que nada mais é do que a distância percorrida pela luz durante um ano. E novamente, os alunos demonstram ter muito interesse em questões que relacionam o que estão aprendendo na escola com informações, situações e fenômenos que eles de algum modo conhecem.

Ao final da explicação, uma aluna pede ao professor que repita a definição de campo elétrico. Este aproveitou então para questionar todos os alunos sobre o que era campo elétrico. Um aluno tentou dizer que seria uma alteração das cargas elétricas do espaço, mas o professor logo corrigiu a colocação do aluno lembrando que quem tem carga elétrica é a matéria e não o espaço. Outra aluna tentou então dizer que campo elétrico é a alteração do espaço com a carga elétrica e o professor então complementou que campo elétrico é a alteração das propriedades elétricas do espaço devido à presença da carga elétrica.

Sentindo a dificuldade dos alunos em absorver o novo conceito, o professor decidiu colocar as mesmas ideias no quadro:

- 1) Quem tem massa, carga elétrica e velocidade são os corpos que foram colocados para dentro do espaço.
- 2) As propriedades associadas à matéria são massa, carga elétrica e velocidade.
- 3) A propriedade física da matéria chamada carga elétrica altera ou influencia propriedades elétricas do espaço.
- 4) A propriedade física da matéria chamada massa altera ou influencia propriedades gravitacionais do espaço.
- 5) A propriedade física carga elétrica e velocidade tem influência sobre as propriedades magnéticas do espaço.

O professor reforçou o que havia dito mencionando que os físicos supõe a existência de um espaço com propriedades elétricas no universo. Ou seja, a suposição de existência de uma região no espaço cujas propriedades elétricas são alteradas pela existência de matéria carregada. O professor então perguntou se existe matéria na região do espaço cujo campo seria nulo. Uma

aluna disse que não, sendo logo corrigida pelo professor que ressalta que poderia haver, mas não seria apenas uma partícula, pois uma partícula produziria campo elétrico em todo aquele espaço. E o que poderia haver seriam várias partículas onde cada uma produziria um campo elétrico de tal forma que os campos elétricos se anulariam.

Por fim, o professor lembrou então do capítulo 1 onde foi visto que partículas carregadas interagem eletricamente produzindo uma força sobre a outra. E pela 2ª Lei de Newton, quando uma força é exercida sobre uma partícula, ela é acelerada caso não estejam impedidas de se movimentarem.

Considerações finais: Foi impressionante a mudança de comportamento dos alunos ao mudarem do assunto prova para o assunto novo da aula. A explicação de conceitos complicados partindo de uma contextualização simples e de fácil assimilação parece atrair os alunos. Existe entusiasmo em conseguir entender algo que eles julgavam complicado. O professor conseguiu passar a ideia de quão impressionante é um corpo entrar em movimento sem nenhum contato físico visível.

Aula 5 - Matemática

Data: 24/04/2018

Turma: 302 - 2 horas-aula (08h00min até 09h30min) – 26 alunos presentes

Tópico: Correção da Prova – Probabilidade e Análise combinatória.

A professora anunciou que a aula se iniciaria com a resolução da prova e logo salientou que a prova estava fácil e havia apenas uma questão com maior rigor matemático. Também se queixou sobre os resultados obtidos e garantiu que não haveria mais revisões sobre o assunto. Os alunos estavam realmente muito agitados e a professora não impôs silêncio inicialmente, deixando os alunos livres por cerca de 10 minutos antes de entregar as provas.

Uma vez entregue as provas, os alunos tiveram algum tempo para analisar e tirar fotos das mesmas, por orientação da própria professora. Nesse ponto, ficou difícil entender o que os alunos diziam, pois falavam todos ao mesmo tempo e externavam uma preocupação muito grande com o resultado obtido. Uma das alunas não quis tirar foto e nem analisar muito a prova e por isso, logo

pediu para devolver a prova. Os alunos se interessaram por comparar resultados e nem mesmo questionar sobre as correções com a professora.

Uma vez iniciada a correção no quadro, os alunos se acalmaram, mas a agitação permaneceu durante o restante dos dois períodos.

As correções das questões eram seguidas por colocações dos alunos sobre o que cada um havia considerado argumentando e tentando obter algum aumento na nota da prova, porém apenas dois alunos conseguiram reunir argumentos suficientes para pedir revisão da prova.

As questões envolviam os assuntos sobre análise combinatória e probabilidade. Algumas dificuldades envolvidas tinham relação direta com aquelas percebidas na revisão da prova de física. Por exemplo: Os alunos criaram confusão ao tentar simplificar uma equação e acabaram por fazê-lo num momento errado ou em casos em que não é possível a simplificação.

Exemplo 1: Em uma das questões da prova, os alunos se deparavam com a seguinte equação:

$$\frac{10! - 9!}{9! + 8!}$$

Nesse caso, o que boa parte dos alunos fizeram foi simplificar direto os 9!.

Mas o correto seria abrir os fatoriais 10! e 9! e apenas depois simplificar os fatoriais 8!.

$$\frac{10 \cdot 9! - 9 \cdot 8!}{9 \cdot 8! + 8!}$$

Exemplo 2: Em outra situação, os alunos apresentaram dificuldade ao interpretar o uso de parênteses na equação:

$$\frac{(n-1)!}{(n-1)!(n+1-(n-1))!} = 25$$

Nesse caso, muitos simplificaram n-1 dentro do segundo parênteses do denominador, quando, na verdade, o que resta nesses parênteses é apenas o valor 2.

As questões no geral não envolviam grandes dificuldades. Os detalhes que causaram confusão eram geralmente os mesmos, conforme apresentados nos exemplos anteriores.

Considerações finais: Essa aula foi muito útil para perceber alguns padrões entre as dificuldades verificadas durante as aulas de física e de matemática e isso, certamente, ajuda a identificar pontos em que deve se dar ênfase na preparação das aulas de regência.

Aula 6 - Geografia

Data: 24/04/2018

Turma: 302 - 2 horas-aula (09h30min até 10h15min – 10h40min até 11h25min)

Tópico: Correção da Prova – Probabilidade e Análise combinatória.

A aula é de geografia e a professora anunciou a data da prova de recuperação de química. Sinceramente, não entendi porque os alunos estavam sendo avisados sobre uma prova de química no início da aula de Geografia. Logo após, a professora informou aos alunos que o assunto da aula seria sobre a Organização Mundial do Comércio. A professora pediu para os alunos abrirem os livros e procederem com a leitura do capítulo.

Os alunos permaneceram na atividade de leitura do capítulo durante todo primeiro período da aula, porém foram poucos os alunos que realmente pararam para ler e discutir sobre o assunto pedido. A maioria acabou dispersa em conversa, utilização do celular, revistas e outras atividades.

No segundo período, a professora tomou a palavra e começou a comentar sobre o assunto do dia, mas com muita dificuldade para fazer os alunos prestarem atenção.

Basicamente, foi discutida a relação entre os países envolvidos na Organização Mundial do Comércio: suas regras, suas questões envolvendo taxas, tarifas, qualidade dos produtos e outros.

A metodologia utilizada pela professora foi de ler o livro junto com os alunos analisando o que estava sendo dito e fazendo perguntas diretamente aos alunos. Alguns deles, bem participativos, acabavam sempre por responder, mas a maioria permaneceu dispersa.

Considerações finais: O que foi possível perceber nessa aula é que atividades realizadas em grupos devem ser cuidadosamente planejadas para que se obtenha o resultado esperado garantindo o melhor rendimento do tempo.

Aula 7 - Física

Data: 26/04/2018

Turma: 302 - 2 horas-aula (08h00min até 09h30min) – 25 alunos presentes

Tópico: Campo elétrico.

O professor anunciou as próximas datas de aula e também da segunda avaliação lembrando que o conteúdo das provas é cumulativo. Os alunos começaram a conversar paralelamente em tom de protesto, pois teriam menos tempo antes da segunda prova. O professor, com tom de voz mais sério, explica para os alunos que não importa quantas aulas sejam dadas e sim que todo o tempo ali dentro seja aproveitado, pois, caso contrário, não aprenderiam nada, independente do número de aulas. Os alunos ficaram em silêncio e entraram num estado de atenção que perdurou pelo restante dos dois períodos. Apenas alguns alunos acabavam por perder o foco na aula por alguns instantes, mas acabavam retomando a atenção na explicação.

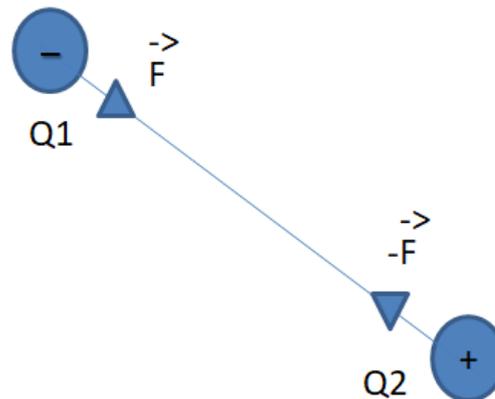
Professor iniciou a aula lembrando que foi visto que duas partículas dotadas de carga elétrica interagem à distância e que essa interação se dava por meio de uma força. O professor lembrou então a Lei de Coulomb e o significado de cada uma de suas variáveis e também da constante k que depende do meio em que as partículas que interagem se encontram.

Professor desenhou duas partículas no quadro, uma positiva e outra negativa e perguntou o que aconteceria então entre elas e a razão. Os alunos respondem que elas se atraem porque possuem cargas de sinais contrários. O professor chamou a atenção que esse é o primeiro tipo de explicação para existência da atração entre as cargas.

O segundo tipo de explicação para o mesmo fenômeno de atração seria o surgimento de uma força que uma exerce sobre a outra.

O professor perguntou então como é essa força e logo na sequência desenhou no quadro a representação das forças exercidas sobre cada uma das partículas devido à presença da outra, chamando a atenção para o sinal das mesmas, conforme apresenta a Figura 5.

Figura 5: Esboço: Interação entre partículas carregadas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Professor reforça que a força de interação entre as partículas é sempre a mesma e é calculada pela Lei de Coulomb, pois a intensidade dessa força depende do produto entre as duas cargas.

Professor encerrou essa pequena revisão dizendo que havia ainda uma terceira maneira de explicar a atração que surge entre essas cargas que seria em termos de campo elétrico que cada carga gera. E nesse momento, o professor aproveitou para entrar no mesmo exemplo da aula passada utilizando o quadro como universo vazio bidimensional. Professor questionou nesse momento o que seria esse campo. Os alunos tentaram lembrar e falar algo, mas o professor logo complementou dizendo que esse campo é a alteração das propriedades elétricas do espaço ao redor da partícula. Professor questionou se cargas de sinais contrários alteram o espaço em torno delas da mesma forma e já emendou dizendo que alteram de forma diferente.

O professor repetiu a mesma informação de várias formas, sempre adicionando um detalhe ou situação diferente, seja mudando o sinal das cargas ou a distância entre elas.

Uma aluna manifestou uma dúvida com relação ao sentido do vetor que representa a força e o sinal da carga. O professor logo a interrompeu lembrando que o sinal negativo no vetor \mathbf{F} apenas indica que está no sentido oposto ao outro vetor \mathbf{F} . Outro aluno perguntou se é possível existirem duas partículas carregadas e sobre elas surgirem duas forças no mesmo sentido. O professor salientou que não e que para qualquer que seja a natureza das cargas, a força que surge sobre cada uma delas aponta na mesma direção da linha que as une e em sentidos contrários.

Professor definiu carga de prova como aquela que pudesse ter seu valor de carga tão pequeno quanto se quisesse, a tal ponto que ela não alterasse de forma significativa as propriedades elétricas do espaço ao seu redor de forma que a outra carga não poderia detectar sua presença. Assim, sua presença no espaço serviria apenas para provar a existência de um campo elétrico gerado por outra carga. E se existir, então essa mesma carga sofrerá a ação de uma força de natureza elétrica.

Alguns alunos manifestam não entendimento sobre o que foi dito e professor repetiu a mesma explicação, porém utilizando para isso uma carga de prova negativa, mas frisou que, por definição, o sinal de uma carga de prova é positivo.

Professor aproveitou a repetição da explicação para perguntar diretamente a uma aluna sobre a definição de campo elétrico, mas a mesma não soube responder. O professor então chamou a atenção daqueles que não estavam prestando atenção, pois, embora os alunos estivessem em silêncio desde o começo da explicação, era óbvio, pela expressão no rosto, que vários não estavam acompanhando.

Professor continuou a explicação dizendo que em cada ponto da região onde existe campo elétrico é associado um vetor chamado Vetor Campo Elétrico e ressalta que não é necessário que haja uma partícula carregada no ponto para que haja um Vetor Campo Elétrico. E isso é diferente de dizer que existe um vetor força elétrica ou força atuando naquele ponto, pois nesse caso, haverá ali uma partícula. Professor continuou dizendo que o Vetor Campo Elétrico quantifica as alterações das propriedades elétricas do espaço.

Continuando, o professor afirmou que Vetor Campo Elétrico não tem nada a ver com campo elétrico. A expressão de alguns alunos foi de confusão e frustração, pois pareceu que estavam entendendo tudo e de repente descobriram que entenderam errado.

O professor logo esclareceu dizendo que campo elétrico é algo que os físicos supõem que exista na natureza, ou seja, corpos carregados com certa quantidade de carga elétrica alteram as propriedades elétricas do espaço ao seu redor e que Vetor Campo Elétrico é uma entidade matemática que é utilizada para quantificar as modificações que acontecem no espaço influenciado pelo campo elétrico.

Considerações finais: A aula se deu de forma tranquila, sem agitação ou mesmo conversas laterais, apesar de que vários alunos perdiam o foco durante a aula e retomavam logo depois. A participação nas aulas se dá quase sempre pelos mesmos alunos, porém, como a prova se dará num período mais curto, parece que os alunos estão se esforçando em prestar mais atenção durante a aula. Uma observação curiosa dessa aula e de outras é que nos momentos de não entendimento por parte dos alunos, o professor procura contar uma história que envolva uma “descoberta” pelos físicos em tom de mistério e os alunos respondem muito bem a esse tipo de abordagem.

Aula 8 - Física

Data: 28/04/2018

Turma: 302 - 2 horas-aula (08h00min até 09h30min) – 28 alunos presentes

Tópico: Campo elétrico.

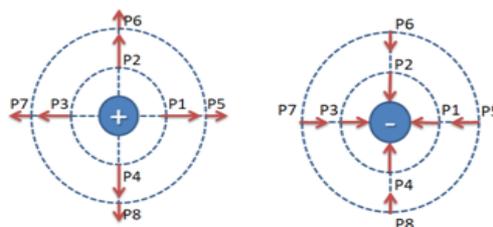
O professor lembrou as próximas datas de aula e também da segunda avaliação lembrando que o conteúdo das provas é cumulativo.

O professor retornou ao exemplo em que explicava os três exemplos de campos vetoriais: campos gravitacional, elétrico e magnético. O professor afirmou então que se existir um campo gravitacional no espaço, poderia associar, a cada ponto desse espaço, um vetor campo gravitacional. Da mesma forma, reforça o professor, se considerasse a existência de um campo elétrico, poderia associar, a cada ponto do espaço, um vetor campo elétrico e, por fim, concluiu o mesmo no caso do campo magnético.

Complementando a explicação anterior, e fazendo um contraponto, o professor problematizou a questão de se comparar os pontos na região do espaço onde exista um campo vetorial e outra região do espaço onde exista um campo escalar. Utilizou como exemplo um campo tridimensional de temperaturas e contextualizou a questão utilizando a sala de aula, uma região do espaço tridimensional delimitado pelas paredes, e ao fim lançou uma pergunta: Vocês acreditam que, em cada ponto desse espaço, a temperatura seja a mesma? Alguns alunos, timidamente e sem convicção, respondem que não. O professor confirmou a resposta e lançou nova pergunta: Onde vocês acham que a temperatura é maior? Novamente, alguns alunos respondem que seria perto das lâmpadas, porém, com mais segurança na afirmação que fizeram. O professor pediu, então, aos alunos que imaginassem a existência de um gradiente de temperatura, e que em cada ponto daquela região do espaço poderia ser associado um valor diferente de temperatura, ou seja, um campo de temperatura dentro da sala de aula. A segunda contextualização foi com relação às margens de um rio de grande profundidade em que a água vai escoando. Problematizou com nova pergunta: Será que as partículas de água se movimentam com a mesma velocidade em qualquer altura? Os alunos respondem com segurança que não. O professor então complementa dizendo que naquela região do espaço em que existe água, poderia ser associado a cada ponto, um vetor velocidade.

O professor complementou a análise falando sobre campo elétrico, lembrando que sua definição é de um espaço cujas propriedades elétricas foram modificadas e é possível associar a cada ponto daquela região do espaço um vetor campo elétrico que quantifica essa alteração naquele ponto. Para tornar clara a explicação, o professor esboçou o campo produzido por uma carga puntual positiva e outra negativa conforme apresenta a Figura 8.

Figura 8: Esboço: Representação das linhas de campo.



Fonte: Elaborado pelo autor

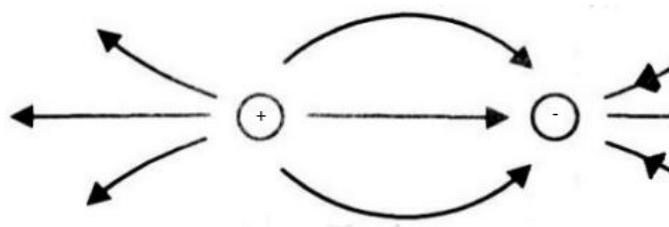
Professor explicou o desenho dizendo que as distâncias entre os pontos P1, P2, P3 e P4 e a carga geradora é a mesma, logo, o comprimento do vetor campo elétrico em cada um desses pontos também é o mesmo. Já nos pontos mais afastados P5, P6, P7 e P8, seus comprimentos também são os mesmos, porém menores que P1, P2, P3 e P4 devido ao aumento da distância entre elas e a carga geradora.

Ao término da explicação, o professor perguntou: Por que os vetores campo elétrico de um campo elétrico gerado por uma partícula positiva apontam para fora da carga e por que os vetores campo elétrico de um campo gerado por uma partícula negativa apontam para dentro da carga? Ninguém respondeu e o professor logo complementou que é assim que essas cargas carregadas alteram as propriedades elétricas do espaço ao seu redor.

O professor mencionou novamente a definição de carga de prova e aproveitou para indagar os alunos sobre qual sentido a carga se movimentaria ao ser colocada em alguns dos pontos ali destacados. Uma aluna então questionou sobre a possibilidade de colocar uma carga negativa para verificar o sentido do campo e se uma carga negativa altera o sentido de atuação do campo gerado pela carga central. O professor esclarece que a carga elétrica negativa não altera o sentido de atuação do campo, pois o vetor campo elétrico está associado ao ponto e não à carga que eu coloco no ponto. Também menciona a única coisa que pode mudar em termos de vetor é o vetor que representa a força exercida sobre a carga.

O último assunto do dia foi de linhas de força e o professor exemplificou apresentando a configuração das linhas geradas por duas partículas de cargas de sinais contrários, conforme apresenta a Figura 9.

Figura 9: Esboço da interação entre duas cargas elétricas de sinais opostos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Professor inicia dizendo que esse conceito serve para concretizar a definição de campo que parece tão abstrata. Exemplificou o conceito utilizando a configuração de linhas que ligam uma partícula de carga positiva e outra negativa e que se quisermos saber qual a direção e sentido do vetor campo elétrico associado a um ponto sobre uma linha, ele será tangente àquela linha naquele ponto e aponta no sentido da linha.

Uma aluna perguntou sobre o motivo das linhas apontarem pra fora no caso de cargas positivas e pra dentro no caso de cargas negativas. O professor novamente menciona que é uma convenção. Ou seja, ao utilizar uma partícula de prova colocada num determinado ponto de campo gerado por uma carga positiva vai se movimentar para fora, logo, a convenção é de que o campo elétrico gerado aponta sempre na mesma direção e sentido do movimento de uma carga de prova.

Considerações finais: Novamente, a aula se deu de forma tranquila, sem agitação ou mesmo conversas laterais, pode-se dizer que a aula foi um retrato fiel da aula anterior.

Aula 9 - Física

Data: 03/05/2018

Turma: 302 - 2 horas-aula (08h00min até 09h30min) – 28 alunos presentes

Tópico: Campo elétrico.

O professor anunciou que o assunto da aula seria o cálculo da intensidade de campo elétrico juntamente com resolução de exercícios do livro didático.

O professor começou com a definição da intensidade de campo elétrico gerada por uma partícula Q carregada positivamente que gera um campo em um determinado ponto P que possui um vetor campo elétrico que representa a direção e sentido de atuação do campo naquele ponto.

A primeira suposição do professor foi a colocação de um ponto do outro lado da partícula Q carregada e perguntou qual a direção e sentido do vetor campo no ponto P_2 . Lembrou que a intensidade deve ser a mesma, pois a distância da carga é a mesma, porém o sentido é contrário devido à configuração do campo elétrico no espaço em torno da partícula.

O professor, então, esboçou no quadro a situação apresentada aos alunos, conforme a Figura 10.

Figura 10: Esboço: Carga Q e os respectivos vetores campo elétrico em P1 e P2.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Um aluno perguntou se o sinal do vetor campo elétrico no ponto 2 não deveria ser negativo por estar apontando na direção contrária do vetor campo elétrico presente no ponto P1. O professor respondeu que não seria necessário, pois são vetores de representados com índices diferentes: \mathbf{E}_1 e \mathbf{E}_2 . A necessidade se daria se fossem vetores de mesma especificação: \mathbf{E} .

O próximo passo na resolução do problema foi encontrar a intensidade do vetor campo elétrico e por isso definiu essa intensidade como a força exercida por unidade de carga que está associado àquele ponto. Exemplificou com um valor de campo 50 N/C associado ao ponto P1 concluindo que um Coulomb de carga colocado naquele ponto sofreria a ação de uma força de 50 N e que a intensidade é a mesma para qualquer sinal de carga.

O professor definiu, assim, matematicamente, a relação entre intensidade de campo elétrico e a intensidade da força gerada por esse campo sobre uma carga colocada na região desse campo:

$$\mathbf{E} = \frac{\mathbf{F} \text{ [N]}}{q \text{ [C]}} \rightarrow F = \frac{k \cdot Q \cdot q}{d^2} \text{ [N]} \rightarrow \mathbf{E} = \frac{\frac{k \cdot Q \cdot q}{d^2}}{q} = \frac{k \cdot Q}{d^2} \frac{\text{[N]}}{\text{[C]}}$$

Uma aluna perguntou se no caso de uma carga negativa geradora de campo o sinal do campo elétrico não deveria ser negativo também. Ou seja, se a carga geradora fosse negativa, o campo gerado em P1 não seria -50 N/C? O professor respondeu que sim e não. Os alunos ficaram surpresos e foi clara a expressão de espanto em alguns que jamais esperariam receber essa resposta.

O professor complementou dizendo que depende do que for convencionado e acrescentou ao que foi dito algumas notas no quadro conforme apresenta o Quadro 2.

Quadro 2: Características de uma grandeza vetorial

- 1°) $E \neq |E|$
- 2°) Todo vetor é caracterizado por seu módulo, direção e sentido.
- 3°) Toda grandeza física vetorial é representada por um vetor. Exemplos de grandezas físicas vetoriais: Força, velocidade, vetor campo elétrico, aceleração.
- 4°) Grandezas físicas escalares: Temperatura, massa, tempo.
- 5°) Então, a grandeza física vetorial tem intensidade, direção e sentido e é representada, respectivamente pelo módulo ou tamanho do vetor, direção e sentido.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Uma vez definidos os termos utilizados na notação vetorial, o professor então pergunta se é possível representar, ao mesmo tempo, módulo, direção e sentido matematicamente? O professor diz que isso exigiria um pouco mais de conhecimento matemático para que fosse possível fazer uma representação algébrica e não gráfica como normalmente é feito. E em resposta à aluna, o que o professor disse que nunca se coloca o sinal então, pois já existe uma representação gráfica indicando a direção e o sentido.

O professor iniciou a resolução dos exercícios com um exemplo onde se tem um ponto P na região de um campo elétrico representado pelo seu respectivo vetor campo elétrico apontando para fora da carga. A primeira questão pede para calcular intensidade do campo a partir da informação da intensidade de força que atua sobre uma partícula de carga conhecida que é colocada no ponto P. O professor resolveu o exemplo junto com os alunos que iam respondendo questões como o que aconteceria se sinais ou valores de carga de partículas colocadas ali fossem alteradas. A segunda questão pede apenas para calcular a força que atua sobre uma partícula de carga de outro valor e nesse caso, o professor aproveitou para ressaltar que a intensidade da grandeza campo elétrico não se modifica pela alteração da carga. E que a grandeza vetorial que depende da carga é a força que atuará sobre a partícula.

Ressaltou que a única possibilidade de haver modificação no campo é pela alteração do valor ou sinal da carga geradora ou modificar-se a distância entre a partícula e a carga geradora.

Considerações finais: Os alunos, novamente, se mostraram atentos e preocupados com a prova. A análise vetorial parece ser um problema constante para a maioria dos alunos e poderia ser um ponto de análise a ser considerado em conjunto pelos professores de física e matemática do CAp.

Aula 10 - Física

Data: 05/05/2018

Turma: 302 - 2 horas-aula (08h00min até 09h30min) – 29 alunos presentes

Tópico: Campo elétrico.

O professor iniciou a aula anunciando que o foco da aula seria a continuação da resolução dos exercícios do livro didático.

O primeiro exercício apresentava uma carga geradora fixa na posição central de uma mesa retangular. A questão perguntava sobre a forma de verificar a presença de um campo nos cantos da mesa. O professor aproveitava para interpretar a questão de várias formas: uma carga pode sentir a presença de um campo elétrico; pode sentir as alterações das propriedades elétricas do espaço em torno dela; pode sentir se existe a influência de alguma força.

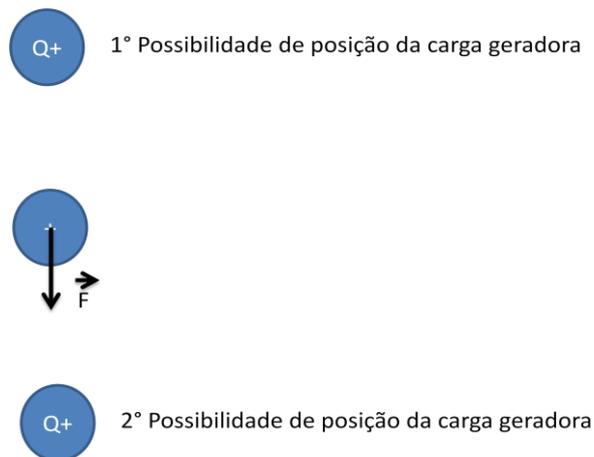
O professor lembrou os alunos de que o mais importante é entender a questão e não copiar. Lembrou que os exercícios devem ser feitos para que se consiga absorver todos os conceitos.

A próxima questão apresentava uma carga de valor conhecido que sofria influência de uma força elétrica exercida por uma carga geradora desconhecida. A pergunta da questão fazia menção à identificação do vetor campo elétrico sobre a carga conhecida (módulo, direção e sentido). O professor aproveitou para questionar os alunos sobre a existência da carga geradora, uma vez que a mesma não aparecia no desenho. Os alunos se manifestaram todos juntos, tentando desvendar a questão e a impressão que surgiu no momento foi de que para os alunos só existiria um campo se o desenho mostrasse a carga geradora.

Um aluno aproveitou para perguntar se existia um campo elétrico agindo na carga ou sendo gerado pela carga. O professor então pediu silêncio e ressaltou a importância da pergunta do aluno, uma vez que a questão gera dúvidas. O professor então respondeu que não acontecia nada daquilo, pois o campo elétrico não age nas partículas e sim as forças! Então o professor perguntou para todos se existia campo elétrico na região da carga. A resposta foi sim porque existe uma força atuando em cima da carga e o professor aproveitou para iniciar uma discussão sobre onde estaria a carga elétrica que gerava a campo elétrico e ressaltou que essa informação era irrelevante para a resolução do problema, mas com base na informação vetorial da força, o professor previu a localização da mesma considerando o sinal das mesmas.

A Figura 11 apresenta o esboço da questão proposta pelo professor de tentar localizar a carga geradora.

Figura 11: Esboço: Suposição da localização da carga geradora $Q+$.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O professor então respondeu às perguntas do exercício: cálculo da intensidade do campo elétrico no ponto da carga positiva. E também procedeu a representação do vetor campo elétrico. O professor também aproveitou para relembrar a definição e função de uma partícula de prova dentro de um problema.

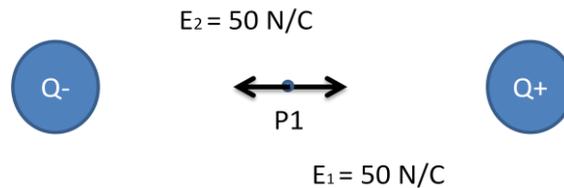
Após a resolução dos exercícios mencionados, o professor abriu espaço para os alunos trabalharem sozinhos. E depois de algum tempo, retomou a resolução no quadro lembrando que os exercícios realizados até o momento tinham como foco a partícula sob ação do campo.

O professor aproveitou para fazer uma análise sobre todas as expressões relacionadas com as grandezas campo e força, diferenciando bem a relação entre carga geradora e campo e também a relação carga de prova e força. Os alunos parecem ter muita dificuldade em lidar com conceitos que atuam de forma tão entrelaçada, porém são coisas diferentes.

O próximo exercício tratou de uma carga elétrica puntual positiva em um determinado espaço (ar). Foi dado valor da carga e pediu-se o valor de campo em um determinado ponto dado. Foram pedidos valores de campo dobrando ou triplicando a carga, a distância ou ambos. O professor aproveitou também para analisar as unidades de medida, visto que havia uma carga dada em μC , distâncias em cm e valor da constante elétrica k dada com uma potência 10.

A parte final da aula foi utilizada para ressaltar uma questão da representação vetorial do campo e da força que em muitas ocasiões geram dúvidas. A Figura 12 apresenta o esboço utilizado pelo professor para exemplificar o caso de duas cargas Q de iguais valores em módulo e a distâncias iguais de um ponto no qual se pedia para representar os vetores campo elétrico.

Figura 12: Esboço: dois vetores campo elétrico em um ponto P1.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O professor discutiu a relação entre os tamanhos dos vetores e destacou a diferença entre vetor campo elétrico e força aplicada sobre uma carga.

Considerações finais: O professor buscou aprofundar os conceitos vistos nas aulas anteriores na forma de exercícios e explicitando os pontos de maior dificuldade dos alunos. Uma decisão acertada, visto que, a participação foi ainda maior que na aula anterior. Os alunos certamente tiraram muito proveito dessa aula. O único ponto negativo da aula é que são quase sempre os mesmos alunos que se manifestam, assim, minhas conclusões com relação aos outros alunos são quase sempre com base em suas expressões ou em seu comportamento.

Aula 11 - Física**Data:** 10/05/2018**Turma:** 302 - 2 horas-aula (08h00min até 09h30min) – 29 alunos presentes**Tópico:** Aplicação de prova: Eletrização de corpos, Lei de Coulomb e Campo Elétrico.

Foi realizada a segunda prova do trimestre de Física envolvendo os assuntos relacionados com o 1º e 2º capítulos do livro didático utilizado: Eletrização de corpos; condutores e isolantes; e Lei de Coulomb e campo elétrico.

Antes da entrega da prova, foram recolhidas as listas de exercícios previamente resolvidas pelos alunos e que entrarão como parte da nota final. Ao final do recolhimento, o professor entregou as provas e fez os comentários pertinentes.

Num primeiro momento, os alunos mantiveram-se concentrados na resolução da prova e o professor permaneceu em pé a frente da turma. Porém, durante a realização das provas, os alunos começaram a pedir para sair da sala para ir ao banheiro e tomar água. Esse é um fato interessante que destaco aqui com relação a todo período de observação: os alunos começam a pedir pra sair logo nos primeiros 30 minutos de aula. E isso gera um questionamento se realmente os alunos precisam ir ao banheiro ou estão psicologicamente cansados de alguma forma com a rotina escolar.

Considerações finais: Não observei nenhum comportamento inesperado ou incomum durante a realização da prova.

5. PLANOS DE AULA E RELATOS DE REGÊNCIA

Neste capítulo serão apresentados os planos de aula planejados para serem aplicados durante o período de regência. Antes do início desse período, foram preparadas 14 horas-aula para serem aplicadas segundo o cronograma de regência⁸ e planejadas em consonância com professor titular da turma da escola em que foi realizado o estágio.

O conteúdo definido para ser apresentado durante a etapa de regência foi aquele relacionado com o capítulo 3 do livro didático adotado pelo Cap⁹:

- Conceito de Potencial
- Energia Elétrica Potencial;
- Movimentação de cargas;
- DDP e a relação com o trabalho exercido pelo campo;
- Rigidez dielétrica;
- Poder das pontas;
- Blindagem eletrostática;

Para a elaboração das aulas foram utilizados livros de diversos autores, incluindo livros do ensino médio e de graduação¹⁰.

Foram planejadas três atividades avaliativas já apresentadas dentro da teoria de aprendizagem escolhida:

- 1) NT: Trabalho de avaliação em grupo (dividido em etapas)
- 2) NL: Resolução da lista de exercícios individualmente;
- 3) NP: Prova individual e sem consulta;

⁸ O cronograma de regência montado e apresentado no Apêndice II.

⁹ Alvarenga, B. & Máximo, A., Curso de Física, São Paulo, Editora Scipione, 2016 PNLD.

¹⁰ Para o planejamento das aulas foi utilizada basicamente a seguinte bibliografia de consulta: Gaspar, A., Física, São Paulo, Editora Ática, 2011, Volume Único, pp.425-475; Pietrocola, M., Física, Conceitos e Contextos 3, São Paulo, Editora FTD S.A., 2013, pp. 10-25; Alvarenga, B. & Máximo, A., Curso de Física, São Paulo, Editora Scipione, 2006, Volume 3, pp.12-154; Kazuhito Fuke, Física para Ensino Médio, Editora Saraiva, 2010, Volume 3 p 10-95; Gaspar, A., Eletromagnetismo e Física Moderna, São Paulo, Editora Ática, 2000, Volume 3, pp.10-89; Halliday, D., Resnick, R., Walker, J., Fundamentos de Física, Rio de Janeiro, Editora LTC, 2007, Volume 3, pp.75-91; Knight Randall, D., Física, Uma Abordagem Estratégica, Eletricidade e Magnetismo, Porto Alegre, Editora Bookman, 2009, Volume 3.

E a nota final:

$$NF = 0.2*NT + 0.2*NL + 0.6*NP$$

Todas as aulas planejadas foram apresentadas aos colegas e professor da disciplina de estágio na forma de microepisódios com o intuito de receberem críticas e sugestões, além de servir como treinamento antes da apresentação na escola.

Ao final de cada plano de aula, estão observações onde se encontram indicadas necessidades de modificações para as aulas subsequentes.

Na sequência de cada plano de aula é apresentado o relato de regência relacionado à aula em questão expondo as experiências e os resultados obtidos.

Observação: Devido a um atraso no início do período de regência, as aulas 9 e 10 não puderam ser ministradas. Tentei fazer um agendamento das mesmas em dia e horário diferente daquele estabelecido para a regência, mas não foi possível. Assim, essa aula é apenas mencionada neste TCC.

PLANO DE AULA (1 e 2)

Data: 17/05/2018

Turma: 302 (Terceiro ano) - 2 horas-aula (08h00min até 09h30min)

Conteúdo: Apresentação pessoal, apresentação do conteúdo, energia potencial elétrica, armazenamento de energia no campo (importância e aplicações), dedução da grandeza de potencial elétrico a partir análise de energia potencial disponibilizada pela carga geradora.

Objetivos de ensino:

Apresentar os conteúdos que serão vistos com olhar sobre as respostas obtidas via questionário de atitudes e considerando as observações de aulas.

Verificar o aprendizado do aluno com relação aos assuntos anteriores.

Analisar o conceito de energia potencial de natureza elétrica, oriunda de um campo elétrico tomando como ponto de comparação a energia potencial gravitacional.

Apresentar aplicações que requerem armazenamento de energia.

Dar ao aluno a percepção sobre Potencial: uma nova grandeza que quantifica a energia que pode ser disponibilizada para cada coulomb de carga colocado sob influência de um campo elétrico.

Trazer para o aluno a história de Michael Faraday, um físico importante dentro do assunto da unidade didática.

Procedimentos:

Atividade Inicial:

Apresentação pessoal e das atividades do dia que incluem a mostra das informações coletadas durante a etapa de observações, apresentação dos principais comentários feitos no questionário de atitudes, cronograma de ensino e por fim, anunciar o início do conteúdo do capítulo 3 que trata do assunto sobre Potencial elétrico.

Desenvolvimento:

Iniciar a apresentação com os elementos utilizados durante a etapa de observações, dando ao aluno a ideia dos objetivos dessa fase do estágio e da importância do papel do aluno que também colabora através do preenchimento do questionário. Dar sequência à apresentação trazendo o cronograma de ensino destacando os procedimentos, metodologias e atividades a serem realizadas durante a etapa de docência. Por fim, dar início às atividades do capítulo 3 do livro didático: Potencial elétrico. Iniciar as atividades apresentando aplicações que envolvem a utilização de energia disponibilizada pelo armazenamento de cargas e geração de campo elétrico. Elementos como: capacitor, desfibrilador e a própria tomada elétrica que disponibiliza energia para movimento de cargas que irão transferir essa mesma energia para algum uso planejado como ligar um televisor, um carregador de celular ou mesmo servir para armazenamento de energia em placas eletrônicas. Por fim, apresentado o objetivo através de suas aplicações, apresentar o modelo básico constituído por uma carga puntual geradora e uma carga de prova para analisar o processo de transferência de energia e relacionar essa mesma energia a ser disponibilizada com a definição de potencial.

Fechamento:

Apresentação de um vídeo abordando a vida e o trabalho de um dos principais físicos envolvidos na abordagem do assunto que está sendo visto pelos alunos: Michael Faraday.

Recursos:

Data show, computador, quadro, giz, capacitor.

Observações:

Não foi possível fazer dedução e definição do conceito de potencial elétrico com base na energia disponibilizada pelo campo elétrico. Esse assunto será abordado na próxima aula.

Relato de regência:

Hoje foi um dia em que deveria estar nervoso, mas estava muito calmo com a nova situação. Eu estava mais nervoso alguns dias antes do que naquele primeiro momento em sala de aula. O professor titular iniciou a aula me apresentando novamente à turma e estipulando o meu período de regência e logo senti uma conexão muito forte com a turma no momento em que iniciei a regência.

Iniciei a apresentação com a minha própria apresentação e antes de iniciar a sequência de slides que havia preparado¹¹, perguntei aos alunos se eles já haviam tido esse tipo de experiência com estagiários e todos responderam que sim. Minha segunda pergunta foi se algum estagiário já havia falado com eles sobre o período de observação e todos responderam que não. Uma surpresa para mim, afinal, acredito que por fazerem parte do processo de estágio, os alunos devem saber o que o estagiário está fazendo ali durante todo aquele período de observações.

A apresentação que preparei tratava justamente dos aspectos observados durante o período de observações que para meu planejamento foram: dificuldades individuais, atividades em grupo, interação entre colegas e relação com as diversas disciplinas. Os alunos ficaram paralisados prestando atenção, afinal, estava mostrando uma análise sobre o comportamento deles e isso faz parte das necessidades dos alunos, ou seja, se conhecerem melhor!

A segunda parte da apresentação tratava do plano de ensino, no qual procurei dar uma pequena noção da importância de cada assunto através de perguntas ou mesmo contextualizando situações que farão parte das próximas aulas. Os alunos mostraram-se bastante receptivos nessa parte.

A última parte da apresentação envolveu o início do conteúdo com uma pequena revisão sobre os conceitos de campo elétrico e o movimento de cargas, servindo como ponte para o novo assunto a ser tratado: Potencial Elétrico.

¹¹ Sequência de *slides*: Apresentação, Introdução ao conceito de energia de campo e movimento de cargas. Disponível no Apêndice III.

Neste ponto, os alunos começaram a dispersar completamente, e iniciaram-se as conversas laterais. Os alunos pareciam estar saturados daquele assunto. Porém, quando comecei a tratar do assunto do novo capítulo, o interesse voltou e os alunos começaram a participar mais tornando a aula num misto de alunos prestando atenção e outros conversando.

É importante que se diga aqui que, por uma questão de simplicidade, não segui a ordem de apresentação do livro didático que inicia o capítulo 3 apresentando juntos os conceitos de potencial, energia e ddp. Penso que essa abordagem tão abrangente seria muito árdua para um primeiro contato dos alunos com um assunto tão abstrato. O livro didático também tenta trazer uma situação comum que é o roubo de fios e cabos de transmissão de energia elétrica e o perigo dos ladrões morrerem eletrocutados. Apesar da boa intenção do autor do livro didático, o contexto se encontra muito deslocado daquele que seria o ideal para os alunos dessa turma em particular. Não estou desmerecendo o trabalho do autor do livro didático, mas sim, levantando uma questão muito importante que faz parte das bases da teoria de aprendizagem significativa: o conteúdo deve ser potencialmente significativo. Ou seja, deve fazer sentido para o aluno e isso vai depender de seus subsunçores. O conhecimento que o aluno trouxe do capítulo que tratava de campo elétrico tinha como base o modelo de uma carga geradora puntual e uma carga de prova e, portanto, decidi iniciar os trabalhos falando sobre energia potencial elétrica e através de um contexto que é bem familiar a todos os alunos: o chuveiro elétrico e uma problematização que coloquei para os alunos:

“Como pode aquela peça, conhecida popularmente por “resistência elétrica”, conseguir aquecer a água dentro do chuveiro estando apenas ligada à rede elétrica?”

Assim, os alunos começaram a pensar no assunto, afinal, não se consegue ver nada acontecendo de fato acontecendo ali, mas a água sai quente do chuveiro. Primeiro, propus aos alunos que alguma energia deveria estar se convertendo em energia elétrica. Depois definimos energia cinética e finalmente chegamos na definição de corrente elétrica onde temos o movimento de cargas. Desse modo, ficou estabelecida a ligação entre os pontos de partida e chegada do assunto que queria trabalhar nessa aula, ou seja, energia potencial elétrica que as cargas ganham, convertem em energia cinética de movimento que, ao passar pela resistência, é convertida em energia térmica. Apresentei outros exemplos de aplicações envolvendo o armazenamento de cargas e por consequência, a utilização de energia armazenada: pilhas, baterias, desfibriladores e a própria tomada elétrica que alimenta os equipamentos.

Os alunos acharam interessante saber que a energia que os pais pagam na conta de energia elétrica, na verdade, é a energia associada com cargas elétricas.

Apresentadas as aplicações, retornamos para o modelo simples de uma carga geradora e uma carga puntual e nessa parte da apresentação, a ideia era mostrar aos alunos que existe uma maneira de analisar o movimento de cargas através da análise da energia fornecida pelo campo elétrico. Apelando para os subsunçores que sabia que os alunos possuíam, utilizei a ideia de energia potencial gravitacional (maçã que cai numa árvore) para conseguir estabelecer uma boa relação entre o que o aluno sabe e o novo conhecimento alcançando o entendimento do conceito de energia potencial elétrica.

Minha ideia inicial era interromper a apresentação com slides e iniciar a dedução do conceito de potencial a partir da energia fornecida pelo campo elétrico, mas o tempo que restava não seria suficiente, então decidi apresentar o vídeo previamente preparado sobre Faraday¹² já no espírito de dar aos alunos uma ideia sobre história e epistemologia da ciência. Fiz alguns comentários atentando que a ciência é algo construído por vários homens e mulheres de todas as classes sociais e quem melhor que Faraday para exemplificar? Um cientista que é mencionado durante o desenvolvimento da unidade didática e, além disso, uma peça imprescindível para a construção de uma ciência que não se dá de forma linear e sistematizada tal qual é apresentada nos livros didáticos.

O vídeo sobre Faraday foi retirado de um documentário sobre Einstein e a expressão $E = MC^2$ onde mostra que o resultado conquistado por Einstein tem por trás o trabalho de muitos outros cientistas de ambos os sexos e de todas as classes sociais. Faraday é um exemplo de cientista que superou várias dificuldades e inclusive o preconceito de seus colegas para conseguir obter suas contribuições para a ciência.

Os alunos permaneceram atentos ao vídeo durante todo o tempo. Parece que a ideia passada anteriormente sobre a ciência poder partir de pessoas comuns chamou a atenção dos alunos que acreditam que ciência é algo muito distante deles. Acredito que tenha contribuído um pouco nessa área da filosofia e epistemologia da ciência e assim encerro esse primeiro relato. **Não foi possível** comentar o vídeo, pois o tempo que tínhamos foi suficiente apenas para o vídeo. Na próxima aula perguntarei o que eles acharam.

¹² Michael Faraday foi um físico e químico inglês. Considerado um dos cientistas mais influentes de todos os tempos. <https://www.youtube.com/watch?v=eZMUm53d6LY&t=1511s>

PLANO DE AULA (3 e 4)

Data: 24/05/2018

Turma: 302 (Terceiro ano) - 2 horas-aula (08h00min até 09h30min)

Conteúdo: Dedução da grandeza de potencial elétrico a partir análise de energia potencial disponibilizada pela carga geradora; Análise sobre o sentido de movimento de uma carga em uma região de potenciais; Definição de ddp a partir de sua relação com o trabalho realizado pelo campo; Apresentação de aplicações que envolvem grande ddp e manipulação no movimento de cargas.

Objetivos de ensino:

Complementar a abordagem sobre energia potencial elétrica estabelecendo sua conexão com o conceito de região de potencial elétrico gerado pelo campo elétrico;

Propiciar ao aluno a compreensão da ideia de movimento de uma carga entre pontos de potenciais criados por um campo elétrico (explicar movimento a partir de valores de energias potenciais e também apenas considerando potenciais);

Apresentar aplicações que envolvam a manipulação do movimento de cargas, a utilização de grandes ddp's nesses equipamentos: Aceleradores de partículas – cyclotron (circular) e Tubo de raios catódicos¹³.

Disponibilizar aos alunos a primeira etapa do trabalho em grupo envolvendo os conceitos de potencial, energia potencial e movimento de cargas¹⁴.

Apresentar a definição de ddp a partir de sua relação com o trabalho realizado pela força aplicada sobre a carga de prova colocada sob influência do campo.

Procedimentos:*Atividade Inicial:*

Comentar a importância do vídeo apresentado na aula anterior e recapitular a relação estabelecida entre energia potencial elétrica e a energia potencial gravitacional a partir do exemplo dado sobre uma maçã pendurada na árvore.

¹³ Sequência de Slides: Aceleradores de partículas lineares e angulares. Disponível no Apêndice IV.

¹⁴ O trabalho em grupo é uma atividade dividida em três etapas e contém questões que visam verificar se os alunos estão compreendendo os conceitos fundamentais dos conteúdos apresentados. Etapa 1 disponível no Apêndice V.

Desenvolvimento:

Complementar a ideia de energia potencial elétrica associando-a ao conceito de potencial elétrico e interpretar o movimento de carga como aquele dado entre dois pontos com diferentes valores de potenciais. Apresentar a expressão matemática do potencial gerado por uma carga puntual e a sua relação com a energia potencial elétrica e a carga que é colocada em um ponto do campo elétrico. Mencionar a utilidade de se conhecer os potenciais para a situação na qual não se conhece(m) a(s) carga(s) geradora(s) de campo.

Apresentar aos alunos algumas aplicações interessantes que envolvam a utilidade de se ter o controle sobre a diferença de potencial entre dois pontos, como por exemplo, o controle sobre a velocidade que pode ser produzida, bem como, a direção de propagação de cargas.

Deduzir a expressão da ddp a partir do conceito de trabalho realizado pela força elétrica.

Pedir aos alunos para formarem grupos, de no máximo quatro componentes, para iniciarem a resolução de questões que fazem parte da primeira etapa de uma das atividades de avaliação: trabalho em grupo. Distribuir as folhas com o trabalho impresso, ler rapidamente seu conteúdo e informar como serão realizadas as próximas etapas do trabalho.

Fechamento:

Informar os alunos que a correção se dará na próxima aula e que me coloco à disposição para receber *emails* com dúvidas sobre a resolução das questões.

Recursos:

Data show, computador, quadro, giz, folhas com o trabalho em grupo.

Avaliação:

A primeira etapa do trabalho em grupo não será avaliada, mas os alunos devem procurar fazê-lo como preparação para a última etapa quando os grupos receberão uma nova folha com o trabalho avaliativo reformulado.

Relato de regência:

Em minha segunda aula, iniciei com um diálogo simples perguntando sobre o que eles acharam do vídeo, pois na aula anterior, não consegui conversar com eles sobre as conclusões deles a respeito do que assistiram. Mas ouvi respostas como: Qual vídeo? Nós assistimos a um vídeo? Relembrei-os do que se tratava, mas os alunos disseram apenas que “acharam legal”. Acredito que não seja intencional esse tipo de apatia com relação à importância da ciência, afinal, esse tipo de abordagem não é prioridade no ensino médio tradicional.

Na continuação da aula, iniciei os trabalhos com a dedução de potencial partindo do conceito de energia potencial elétrica fornecido pela carga geradora através do campo elétrico. Para essa parte da aula utilizei a metodologia tradicional com quadro e giz, mas sempre lembrando das aplicações que vimos na aula passada. A abordagem foi toda realizada com base no modelo carga geradora e carga puntual. E, para que os alunos compreendessem corretamente a definição de potencial, usei algumas situações do cotidiano, baseando-me nas aulas do professor titular disciplina.

Minha sugestão foi que os alunos imaginassem uma loja onde em cada ponto fosse colocado um caixa de produtos com uma etiqueta indicando o preço por unidade. Logo, se o cliente quisesse saber o montante a pagar (MP) por uma certa quantidade de produto (Q), bastava multiplicar o valor unitário (VU) do produto pela quantidade (Q) que fosse retirada da caixa, logo:

$$MP = VU \times Q$$

Ou ainda, existiria a possibilidade de considerar que o valor unitário é o montante a pagar por unidade de produto.

A partir desse ponto apresentei o conceito de potencial (V), tal qual VU, como sendo a energia potencial elétrica (Ep), tal qual MP, que é disponibilizada por unidade de carga (q), tal qual Q. Então, representei potencial ($V = EP/q$) como se fosse uma caixa num espaço do campo onde existe uma etiqueta indicado o quanto de energia potencial elétrica tem-se para cada unidade de carga. Depois disso comecei a sugerir alguns valores de carga q para um determinado potencial num ponto do campo e começamos a calcular as energias potenciais que cada carga poderia retirar daquele ponto.

Num segundo momento da explicação, apresentei aos alunos a expressão do potencial gerado pelo campo elétrico de uma carga puntual. Para essa situação, expliquei que apenas seria dada a expressão do potencial pois sua dedução só é considerada em cursos mais avançados. Salientei que os valores de potencial em um determinado ponto mudam conforme muda a configuração da carga geradora: placas, esferas e a própria carga puntual.

Assim, para uma carga puntual, a expressão que determina o potencial em um determinado ponto é:

$$V = KQ/d \text{ onde } V : \text{potencial [V]}$$

$$Q : \text{carga [C]}$$

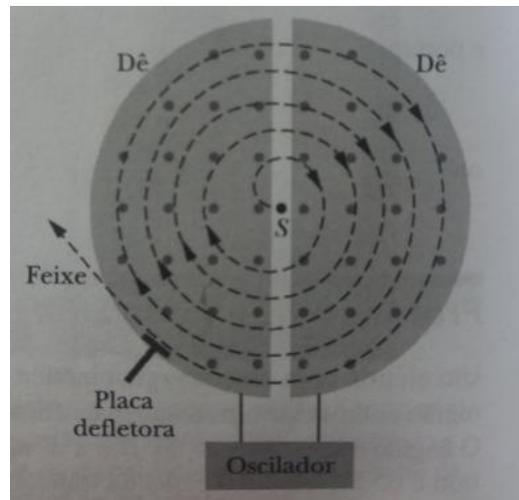
$$d : \text{distância da carga } Q \text{ até o ponto que se deseja saber o potencial. [m]}$$

Conforme esperado, os alunos pareceram não ter entendido muito bem. Isso era esperado, uma vez que esse é um assunto mais abstrato que exige mais do aluno. Complementei o assunto abordando a questão da movimentação de cargas de acordo com as energias potenciais envolvidas no campo. Para isso, sugeri que os alunos pensassem num carro abastecido que começa a rodar e depois de um tempo tem menos combustível. A mesma situação ocorre com uma carga que recebe energia potencial do campo elétrico. Depois de começar a andar, vai se deslocar para pontos onde a energia potencial elétrica seja menor.

Na segunda parte da aula, iniciei uma apresentação sobre aceleradores lineares e angulares, reforçando a importância da utilização de energia na aceleração de partículas que ajudam a ciência em seu desenvolvimento. Apresentei o tubo de imagem utilizado nos antigos televisores como exemplo de um acelerador linear e nesse momento os alunos que até então não estavam interessados, passaram a prestar atenção. Afinal, o televisor de tubo é conhecido deles, e existem particularidades neste equipamento que atraem muito a atenção dos alunos: a eletricidade estática observada nos tubos; a questão da alta voltagem no interior de um televisor; a luminosidade produzida no interior do televisor que libera as mesmas cargas que ficam acumuladas na tela. Vários deles mencionaram a questão do aquecimento no televisor, outros lembraram de experimentos ao acaso como aproximar o braço do tubo e sentir a atração, e inclusive teve aqueles que entenderam porque os novos televisores não aquecem mais, afinal, com as novas tecnologias de transmissão de imagem, os tubos foram abandonados no que diz respeito à fabricação de televisores e monitores de computador.

Como exemplo de acelerador angular, utilizei a imagem de um ciclotron, conforme a representação na Figura 13.

Figura 13: Imagem Ciclotron.



Fonte: HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J., Fundamentos de Física, RJ, LTC, 2007, Volume 3, p204.

O funcionamento desse tipo de equipamento se dá com o aumento de velocidade de uma carga que vai circulando pela espiral conforme se modifica a polaridade do oscilador. Ou seja, conforme vai se modificando a configuração de campo elétrico. Se num primeiro instante a carga ganha energia que é convertida em energia cinética, num segundo instante, no momento em que a polaridade é alterada, altera-se também a direção de movimento de carga com aumento de energia.

Concluí essa parte da aula lembrando que a movimentação de cargas não é importante apenas nos aceleradores, mas também em todos equipamentos que dependem da energia elétrica.

Na última parte da aula, iniciei as atividades de resolução do trabalho em grupo que possui questões com: cálculo de potenciais, energia potencial e cinética e questões de cunho conceitual. Fiz uma pequena apresentação na qual expus objetivo do trabalho: fazê-los trabalhar em grupo e com o apoio do professor dentro e fora de sala, preparando-os para a terceira etapa do trabalho em grupo na qual receberiam um trabalho reformulado com peso de 20% na média final. Lancei o compromisso (comigo e com o grupo) e demarquei um objetivo claro que justificaria o empenho de todos no trabalho. Nem todos alunos se mostraram participativos no começo, e acredito que tenha sido mais por estarem habituados a não manifestarem interesse por tarefas que não são avaliadas, mas passei a circular e ajudar aqueles que estavam interessados. A partir daí, todos os grupos entraram no ritmo do trabalho, tanto que alguns conseguiram terminar até o final da aula.

PLANO DE AULA (5 e 6)

Data: 07/06/2018

Turma: 302 (Terceiro ano) - 2 horas-aula (08h00min até 09h30min)

Conteúdo: Definição do conceito de DDP a partir do trabalho da força elétrica; Superfícies equipotenciais; Rigidez dielétrica, Poder das pontas e Blindagem eletrostática.

Objetivos de ensino:

Rever alguns pontos do trabalho em grupo iniciado na aula anterior e esclarecer dúvidas mais urgentes que estejam impedindo os alunos de prosseguirem no desenvolvimento das questões;

Introduzir o conceito de ddp (diferença de potencial) a partir da definição de trabalho da força elétrica e sua importância para a existência de trabalho da força elétrica (sem ddp – sem trabalho);

Mostrar a representação dos potenciais através de linhas equipotenciais de uma carga puntual e trazer à tona a interpretação de movimento de cargas apenas com o desenho das equipotenciais e o sinal da carga que é colocada sob ação do campo;

Trazer ao conhecimento dos alunos a conexão entre os conceitos de rigidez dielétrica, poder das pontas e blindagem eletrostática através de aplicações interessantes.

Procedimentos:

Atividade Inicial:

Questionar os alunos sobre o que se lembram da última aula ocorrida há duas semanas e fazer uma recapitulação dos conceitos vistos até aquele momento. Devolver os trabalhos corrigidos daqueles que já haviam entregado no final da aula anterior e recolher dos que concluíram a atividade fora de sala de aula.

Desenvolvimento:

Partindo da análise sobre o resultado dos trabalhos em grupo dos alunos que conseguiram entregá-lo ainda na aula anterior e das dúvidas manifestadas durante a semana por *email* por aqueles que optaram por terminar em casa, orientar os alunos a respeito dos pontos do trabalho que estão impedindo que eles continuem.

Numa segunda etapa do desenvolvimento da aula, está prevista a apresentação do conceito de ddp partindo de sua relação com o trabalho. Deduzir sua relação a partir de um contexto conhecido pelos alunos: pássaros que pousam sobre os cabos de alta tensão que estão nos postes de energia elétrica. E para chamar a atenção do aluno, utilizar uma maquete de postes de energia elétrica com dois cabos e uma lâmpada representando um pássaro¹⁵. Problematizar com os alunos a seguinte situação: “Por que os pássaros não levam choque ao pousar nos cabos de alta tensão da rede elétrica?”. Utilizando os terminais de ligação da lâmpada que representam as patinhas dos pássaros, mostrar que a passagem de corrente elétrica ou movimento de cargas pelo corpo do pássaro só ocorre se o pássaro encostar-se aos dois cabos, ou seja, situação na qual existirá uma ddp entre as patas do pássaro. Ou seja, encostando-se aos dois cabos, haverá trabalho sendo realizado pelo campo elétrico sobre as cargas que entram em movimento.

Uma vez compreendido que só existe trabalho sendo realizado sobre as cargas se houver ddp, introduzir o conceito de linhas equipotenciais. Através da representação de uma carga puntual, mostrar que o conjunto de pontos no espaço que estão à mesma distância da carga formam uma linha equipotencial e uma carga colocada em um desses pontos não se movimenta sobre essa equipotencial pelo mesmo motivo que os pássaros não são eletrocutados: É necessário existir ddp para que haja movimentação de cargas entre dois pontos.

A última parte do desenvolvimento foi planejada para uma apresentação envolvendo os conceitos de rigidez dielétrica, poder das pontas e blindagem eletrostática com o objetivo do aluno conseguir conectar esses conceitos entre si e também identificá-los em fenômenos do cotidiano¹⁶.

Fechamento:

Lembrar os grupos de trabalho que devem revisar seus trabalhos, continuar se comunicando por *email* e concluir as questões da primeira etapa do trabalho em grupo.

¹⁵ Maquete construída com o propósito de simular a rede de energia elétrica e entender o que acontece com pássaros ao pousar nos fios de alta tensão. Imagem disponível no apêndice VI.

¹⁶ Sequência de Slides: Rigidez dielétrica; Poder das pontas; Blindagem eletrostática. Disponível no Apêndice VII.

Recursos:

Data show, computador, quadro, giz, multiteste, folhas com o trabalho proposto, maquete com postes de iluminação, HD de computador.

Avaliação:

Foi realizada a segunda etapa do trabalho em grupo: Revisão sobre os pontos de dúvidas manifestados desde a aula de aplicação do trabalho. Nessa etapa, os alunos tem nova oportunidade de revisarem o trabalho realizado até o momento e questionar sobre o mesmo até a próxima semana quando iniciaremos a última etapa do trabalho em grupo quando os alunos receberão uma nova folha com o trabalho avaliativo reformulado.

Observações:

Não foi possível terminar a apresentação dos slides sobre rigidez dielétrica, poder das pontas e blindagem eletrostática.

Relato de regência:

A aula nem bem se iniciou e aqueles que estavam pendentes com a conclusão da primeira etapa do trabalho em grupo já começaram a entregar suas folhas. Alguns alunos vieram me pedir mais prazo, pois não haviam conseguido fazer tudo que estava ali. Fiz a devolução dos trabalhos para aqueles que o haviam entregue na aula passada. Tranquilei o restante dos alunos, lembrando que o trabalho se daria em três etapas e não haveria avaliação até a última delas, a ser apresentada no final da próxima aula. A ideia de fazer um trabalho em etapas me surgiu ainda na apresentação dos microepisódios de ensino aos colegas na UFRGS¹⁷. Minha ideia inicial era trabalhar um exemplo completo envolvendo os conceitos de potencial e energia potencial, bem como a análise sobre movimento de cargas sob ação de um campo elétrico, mas acabei percebendo que ficaria cansativo demais para os alunos. Contudo, trabalhar esses conceitos de forma mais espaçada poderia deixá-los perdidos. A solução que encontrei foi planejar um trabalho em grupo que seria realizado em etapas. Assim, seria possível acompanhar de perto o desenvolvimento do aprendizado dos alunos.

¹⁷ Mini-seminários fazem parte da cadeira de estágio. Essa tarefa inclui a apresentação prévia de blocos das aulas para o professor da cadeira e colegas de curso que podem fazer comentários e sugestões de melhoria.

Esse acompanhamento se tornou possível a partir do meu contato com os alunos por email durante a semana.

Ainda em casa, fiz as correções e acrescentei os comentários necessários nos trabalhos daqueles que conseguiram concluir o trabalho em grupo ainda na aula anterior. Como era previsto, os grupos acertaram a primeira parte do trabalho que exigia aplicação das expressões para calcular potencial e energia potencial elétrica; alguns tiveram dificuldade na apresentação dos gráficos que exprimiam o comportamento dessas expressões e praticamente todos desviaram da resposta para as questões de cunho conceitual do trabalho que tratavam da análise sobre o movimento de cargas sob ação de um campo elétrico (com base nos conceitos de potencial, energia elétrica potencial e energia cinética). Isso se explica pelo fato dos alunos já terem analisado o movimento de cargas nos capítulos anteriores quando tomaram como base a regra de que cargas de sinais contrários se atraem e cargas de sinais iguais se repelem (os alunos usaram essa justificativa, mostrando que não absorveram completamente o conteúdo dado na aula passada).

Meu primeiro contato com os alunos fora de sala de aula iniciou-se, então, com *emails* enviados aos alunos apresentando os resultados do trabalho (com anexos de imagens) e orientando sobre a correção das questões conceituais.

Esse tipo de trabalho vem ao encontro daquilo que defende Moreira:

“ O aprendizado ocorre quando professor e aluno compartilham significados através da interação social. (Moreira, 2003)” .

Os alunos passaram, então, a manifestar várias dúvidas que acabaram se tornando os pontos de análise sobre o trabalho em grupo visto no início dessa aula.

Além disso, assim como defende a teoria de Vygotsky, a ferramenta cognitiva básica para o processo de desenvolvimento cognitivo é a imitação e esta tem como corolário a presença do parceiro mais capaz, o professor, este último torna-se indispensável na interação social.

Claro que a interação entre alunos não pode ser negligenciada e por isso, os alunos trabalham em grupos e os atendimentos externos são dados em grupos.

Assim, iniciei a aula abordando os resultados obtidos pelos grupos até o momento, dando orientações e fazendo as observações necessárias para que os alunos pudessem prosseguir concluindo seus trabalhos e fazendo as correções necessárias fora de sala de aula. Os alunos ficaram muito atentos durante a explicação e surgiram muitas dúvidas, tanto que tomou um tempo muito maior que o previsto para esta atividade.

A segunda etapa envolveu a utilização de uma maquete representando dois postes de energia elétrica com dois cabos de alta tensão. Em um dos postes foi colocado uma resistência de um aquecedor de líquidos, representando um transformador e deixando a mostra ainda mais próxima do real. Os alunos acharam muito interessante a construção feita, vindo inclusive a comentar sobre a mesma antes do início da aula. Reproduzi o planejamento previsto no desenvolvimento do plano de aula e os alunos demonstraram ter entendido a relação entre os conceitos de ddp e trabalho. Fiz a dedução da expressão que relaciona diferença de potencial (ddp) e trabalho a partir do teorema do trabalho e energia. Essa expressão nos diz que só existe energia sendo entregue às cargas para se movimentarem se houver ddp entre esses pontos. Ou seja, só existe corrente elétrica (movimentação de cargas) se houver tensão elétrica entre dois pontos. Mostrei aos alunos, utilizando o aparelho multiteste, que não existe tensão ou ddp entre dois pontos no mesmo fio da maquete, mas existe entre dois fios diferentes. Os alunos ficaram muito satisfeitos com a demonstração e de poder ver os conhecimentos de aula sendo analisados diretamente em uma maquete que representa uma situação real. Uma vez entendido o conceito de ddp, foi introduzido o conceito de linhas ou superfícies equipotenciais através da representação das linhas de campo e equipotenciais de uma carga puntual.

Para a última parte do trabalho, iniciei a apresentação dos slides com conteúdo sobre rigidez dielétrica, poder das pontas e blindagem eletrostática¹⁸. Tive alguns problemas com o equipamento da sala: projetor e computador. O mouse havia sumido e o conector do projetor havia sido danificado, muito provavelmente ao ser retirado do computador para ligar algum notebook. Perdi alguns minutos para conseguir fazer a apresentação rodar, mas com imagem em roxo e passando os comandos apenas via teclado. Geralmente levaria meu *netbook* para a sala, porém, por recomendação do próprio professor titular, fui instruído a utilizar o equipamento da própria sala para evitar justamente danificar o cabo. O professor encontra-se em viagem nesse momento, então tentarei contato para falar sobre levar meu próprio *netbook* e também conversarmos sobre a aula extra que ainda não foi marcada.

¹⁸ Sequência de Slides: Rigidez dielétrica; Poder das pontas; Blindagem eletrostática. Disponível no Apêndice VII.

PLANO DE AULA (7 e 8)

Data: 14/06/2018

Turma: 302 (Terceiro ano) - 2 horas-aula (08h00min até 09h30min)

Conteúdo: Superfícies equipotenciais; Rigidez dielétrica; Poder das pontas; Blindagem eletrostática.

Objetivos de ensino:

Apresentar a relação entre linhas de campo elétrico e linhas equipotenciais;

Concluir a apresentação sobre os conceitos de rigidez dielétrica, poder das pontas e blindagem eletrostática iniciada na aula anterior.

Revisar os conteúdos conceituais das aulas anteriores.

Procedimentos:

Atividade Inicial:

Comentar sobre a correção dos trabalhos em grupo recolhidos na aula anterior e anunciar o início da terceira e última etapa do trabalho em grupo e para isso, entregar as folhas com a reformulação do trabalho em grupo (potencial, energia, movimento de cargas e relação entre ddp e Trabalho). Aproveitar o momento para comunicar também sobre a lista de exercícios de todo conteúdo que será disponibilizada no mesmo dia, além do resumo da matéria que já está disponível no Moodle¹⁹.

Desenvolvimento:

Apresentar um simulador de linhas de campo e potenciais²⁰ e demonstrar a questão de movimentação de cargas utilizando como informação as linhas de potencial. Finalizar a demonstração com as relações entre linhas de campo e potencial.

Concluir a apresentação iniciada na aula passada sobre rigidez dielétrica, poder das pontas e blindagem eletrostática²¹.

¹⁹ Lista de exercícios e reformulação trabalho em grupo (Potencial, Energia, Movimento de cargas e relação entre ddp e Trabalho) são apresentadas nos Apêndices VIII e IX.

²⁰ Simuladores de campos e potenciais disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/charges-and-fields

²¹ Sequência de Slides: Rigidez dielétrica; Poder das pontas; Blindagem eletrostática. Disponível no Apêndice VII.

Passar algumas questões sobre os assuntos apresentados utilizando a metodologia de instrução pelos colegas²².

Fechamento:

Lembrar os alunos de acessarem o Moodle e os e-mails. E aqueles que não tiverem acesso à internet dentro e fora do Cap, por algum motivo, para falar comigo.

Recursos:

Quadro, giz, livro didático, projetor, computador e folhas com conteúdo previamente impressas e HD.

Avaliação:

O trabalho em grupo reformulado será realizado fora de sala de aula, com prazo de uma semana para entrega e terá peso de 20% sobre a nota final. Além disso, será disponibilizada lista de exercícios sobre toda a matéria para ser entregue no dia da prova.

Observações:

Não foi possível concluir as questões com Peer Instruction. Será dada sequência à atividade na próxima aula.

Relato de regência:

Esse foi um dia planejado para ser muito rico no sentido de atividades: simulação, slides, vídeos interessantes que não foi possível passar na aula anterior, resolução de folha de exercícios que seria resolvida via metodologia do *Peer Instruction*, apresentação de um HD de computador que seria apresentado como forma de reforçar a importância dos conhecimentos estudados, disponibilização das folhas do trabalho em grupo reformulado e disponibilização de material no Moodle: um resumo da matéria que havia preparado para auxiliar os alunos nas atividades de estudo em casa; gabarito do primeiro trabalho dado aos alunos ainda na segunda aula; lista de exercícios que deve ser entregue até o dia da prova.

²² Lista com questões conceituais para serem aplicadas dentro do método de instrução pelos colegas. Disponível no Apêndice X.

Como não consegui contato com o professor titular da disciplina antes dessa aula (ele estava em viagem), preparei todo material no meu *netbook* e como havia muito material pra organizar, cheguei uma hora antes na sala para preparar tudo. Consegui ajeitar provisoriamente o conector do projetor, e tive que fazer algumas adaptações no sentido de que o cabo do projetor era muito curto (tive que retirá-lo da canaleta de fios). Deixei tudo perfeitamente organizado, pois nesse dia estava dando como certo a vinda do orientador do estágio.

Ao encontrar o professor titular, expliquei a situação do equipamento, mas ainda assim o professor não gostou de ter adaptado meu *netbook* no lugar do computador, embora ele tenha entendido que não tinha outra saída para conseguir apresentar meu material. Também conversei com o professor sobre a aula que eu deveria dar fora do horário normal do início das quintas-feiras, mas o mesmo me comunicou que seria necessário que o pedido passasse pelo conselho de classe na próxima sexta-feira, dia 15 de junho, e eu deveria repassar os horários que teria disponível pela manhã na próxima semana e aguardar a resposta.

Os alunos estavam agitados como sempre no começo da aula, mas logo se acalmaram e prestaram muita atenção quando apresentei o simulador de campo elétrico e potenciais²³. Alguns deles se manifestaram dizendo que já haviam trabalhado com aquele simulador, mas que não entenderam direito como funcionava. Então, partindo da ideia da aula anterior do pássaro que pousa as patas num mesmo referencial, rerepresentei o conceito de linha equipotencial e de superfícies formadas por linhas equipotenciais no quadro a partir de uma carga puntual e depois perguntei aos alunos o que aconteceria se houvessem mais cargas formando as linhas equipotenciais. Todos foram categóricos dizendo que as linhas mudariam, mas não souberam dizer como ficaria. Foi nesse momento em que justifiquei dizendo que realmente é muito complicado prever exatamente a disposição das linhas quando se tem várias cargas puntuais gerando o campo e por isso que existem os simuladores. Daí pra diante, comecei a apresentar cada aspecto do simulador: apresentação das linhas de campo para uma carga puntual, depois para duas cargas, a disposição dos vetores campo elétrico no espaço, o movimento de uma carga de prova ali naquele espaço. A interação foi muito boa, pois os alunos estavam vendo aquilo que eles aprenderam sendo aplicado em um programa. Segui a apresentação com mostrando uma ferramenta do simulador que mostra os valores de potencial e desenha as respectivas linhas no espaço. Os alunos ficaram impressionados quando viram as linhas que se formavam.

²³ Simuladores de campos e potenciais disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/charges-and-fields

Nesse ponto, procurei fazer uma análise mais cuidadosa, lembrando os alunos sobre o que foi visto sobre movimento de cargas quando se tem apenas a informação de potencial e sinal da carga. Essa questão foi pedida no primeiro trabalho que eles fizeram e fiz uma indicação da localização dessa informação no livro didático da disciplina.

Uma vez superadas as dificuldades com a interpretação sobre o movimento da carga no espaço de potenciais, respondi algumas perguntas relacionadas com potencial e energia potencial no sentido de diferenciar os dois conceitos e encerrei a apresentação.

A segunda etapa da aula consistiu em prosseguir a apresentação sobre rigidez dielétrica, poder das pontas e blindagem eletrostática. Iniciei a explicação sobre rigidez dielétrica problematizando o fenômeno conhecido como descarga eletrostática que ocorre quando sentimos um choque ao encostarmos-nos a algum ponto condutor em dias mais secos: Por que isso ocorre e o que é aquela faísca que às vezes surge? Expliquei que tanto o ar como qualquer outro dielétrico possuem um valor máximo de campo ao qual pode ser submetido (rigidez dielétrica) sem passarem a conduzir corrente elétrica. Para valores acima daquele estabelecido, o dielétrico passará a apresentar características de condutor. Para tornar aquele conhecimento mais interessante, iniciei a apresentação de vídeos de algumas situações interessantes, mas que exigem cuidado com relação a descargas eletrostáticas, ou seja, situações como em locais que trabalham com produtos inflamáveis²⁴ ou silos de armazenagem de alimentos²⁵. Os alunos ficaram impressionados com as situações de incêndio e explosão que podem acontecer a partir de uma inocente faísca. Também apresentei uma atividade em que o cuidado com eletricidade eletrostática é imprescindível já que pode causar prejuízos: manutenção de equipamentos de informática. Apresentei um vídeo onde placas de memória, hds e placas de vídeo eram submetidas a descargas criadas por um gerador eletrostático. O vídeo apresenta placas passando pelo processo de descarga eletrostática e logo após, apresentando defeito no computador²⁶. Por fim, apresentei um HD que havia levado de casa com embalagem anti eletrostática. Fiz a leitura da embalagem e do adesivo do HD que alertavam justamente para cuidados com relação à eletrostática. Foi um sucesso com os alunos essa mostra. Muitos se manifestaram querendo dizer o que sabiam de computador e perguntando se realmente aquilo seria possível. Para justificar aquelas perguntas, expliquei um pouco do funcionamento da memória que trabalha com capacitores muito pequenos que armazenam alguns poucos volts e que nosso corpo é capaz de proporcionar descargas altas que ultrapassam o limite suportado pelo ar.

²⁴ Perigo de uma descarga eletrostática em um posto de gasolina. <https://www.youtube.com/watch?v=Jm0vCDFYysk>

²⁵ Perigo de uma descarga eletrostática em um silo de armazenagem. <https://www.youtube.com/watch?v=ILuWqRxFaRs>

²⁶ Teste com descargas eletrostáticas sobre placas de informática. disponível em: <https://youtu.be/AhlyMdiLc0E>

Dando sequência, perguntei se existiria alguma forma de ver o fenômeno da descarga eletrostática de forma mais nítida e os alunos logo se manifestaram falando sobre os raios. Esse foi o mote para associar descargas atmosféricas com a utilização de para-raios e o conceito de poder das pontas. Afinal, quanto mais próximo da nuvem ficar o para-raios, maior será o campo ao qual ficará submetido o ar que fica entre nuvem e para-raios e mais fácil será superar sua rigidez dielétrica.

Uma vez que os alunos entenderam que as cargas se acumulam em maior quantidade nas pontas de um corpo, ficou fácil para eles associarem que nessas pontas o campo elétrico gerado é maior e naquele ponto rompe com mais facilidade o valor de rigidez dielétrica do ar.

Na última parte da apresentação, apresentei um raio caindo num avião e mencionando que em sua maioria, as descargas acontecem entre nuvens que são os pontos mais próximos. Os alunos já tinha esse conhecimento e então perguntei o porquê de nada acontecer com quem está dentro e foram várias as respostas e alguns alunos acertaram, mas não souberam expressar corretamente o conceito físico por trás do fenômeno. Alguns falaram que um avião certamente deveria ter mais proteção pois estava mais perto das nuvens e aproveitando, perguntei se o mesmo resultado seria visto com um raio caindo em um automóvel então. Os alunos não souberam responder. Dei sequência continuando a explicação anterior sobre distribuição de cargas, mas sugerindo que exista uma distribuição de cargas num corpo oco. Os alunos manifestaram-se perguntando se poderia então ter raio no interior do corpo e justifiquei explicando que o comportamento das cargas é de se distribuir sempre na superfície externa do corpo anulando qualquer influência eletrostática no seu interior. Mencionei o experimento feito com uma gaiola por um cientista muito famoso e aproveitei para perguntar se alguém se recordava desse cientista que vimos no vídeo ainda na primeira aula. Apenas uma aluna se manifestou dizendo corretamente o nome: Faraday, mas ela disse que só lembrou do nome porque associou ele ao jogo da fazendinha. Foi um dos vários momentos que tive que rir junto com a turma.

Para encerrar, iniciei as atividades com o método de instrução pelos colegas, orientando os alunos com relação aos exercícios que seriam propostos e todos acharam muito tranquila metodologia e estavam muito entusiasmados em praticar o novo método. Porém, infelizmente o tempo estava no fim e não pude dar sequência.

No meu entender, a aula foi um sucesso e apesar do que reclamem muitos professores, a respeito de conversas que ocorrem durante as aulas, particularmente, gosto desse clima de descontração e até deixo claro isso para eles desde que demonstrem que estão entendendo e foi o que percebi claramente na aula de hoje.

PLANO DE AULA (9 e 10)

Turma: 302 (Terceiro ano) - 2 horas-aula (08h00min até 09h30min)

Conteúdo: Relação entre corrente e potencial elétrico, funcionamento de aparelho multíteste, funcionamento de geradores de carga, medições com multíteste.

Objetivos de ensino:

Permitir que o aluno manuseie um equipamento de medição e gerador de cargas e busque no livro didático algum desenho, exercício ou trecho do texto que seja possível reproduzir através de um experimento utilizando os materiais disponibilizados.

Procedimentos:

Atividade Inicial:

Os alunos tomarão contato com o instrumento de medição e com o gerador de carga e serão orientados a buscar no livro didático um trecho de texto, figura ou exercício que seja interessante e possível de ser reproduzido utilizando o material disponibilizado.

Desenvolvimento:

Os alunos formarão grupos que trabalharão juntos na elaboração de roteiros de trabalho procurando reproduzir algum experimento com base no conteúdo do livro didático.

Em um segundo momento da aula, concluir a aplicação do método de instrução pelos colegas iniciado na última aula.

Fechamento:

Recolher os roteiros preenchidos.

Recursos:

Livro didático, gerador de Van der Graaff, multíteste, latas, papel picado, pilhas.

Avaliação:

Roteiros serão avaliados pela criatividade, clareza e coerência com o conteúdo dado.

Observações:

Essa aula não pode ser realizada e assim, a resolução das questões que utilizaria a método de instrução pelos colegas será realizada de forma tradicional e em grupos na próxima aula.

PLANO DE AULA (11 e 12)

Data: 21/06/2018

Turma: 302 (Terceiro ano) - 2 horas-aula (08h00min até 09h30min)

Conteúdo: Todo conteúdo das aulas anteriores.

Objetivos de ensino:

Dar espaço para os alunos trabalharem as listas de exercícios e questões conceituais sobre rigidez dielétrica, poder das pontas e blindagem eletrostática²⁶.

Procedimentos:

Atividade Inicial:

Anunciar atividades de resolução de exercícios em grupos e distribuir folhas de exercícios²⁷.

Desenvolvimento:

Atendimento aos grupos ou alunos com dificuldades na resolução.

Fechamento:

Colocar-me a disposição para ajudar os alunos com dúvidas e lembrar da prova a ser realizada na próxima aula.

Recursos:

Quadro, giz, livro didático e folhas de exercícios.

Avaliação:

Será recolhida a folha de exercícios da terceira etapa do trabalho em grupo sobre potencial, energia e movimentação de cargas, incluindo questões que tratam de ddp e trabalho.

Observações:

Alunos conseguiram terminar todas as questões de *Peer Instruction* que foram deixadas para serem trabalhadas dentro da metodologia tradicional em grupos de trabalho junto com as outras atividades do dia.

²⁷ Apenas imprimir a lista de exercícios e de questões conceituais já disponibilizadas via Moodle na aula anterior.

Relato de regência:

Com a exclusão de um dia de atividades e a modificação abrupta do cronograma, as atividades com Peer Instruction que haviam sido iniciadas na aula anterior foram concluídas em grupos. Não havia outra opção, já que estamos a uma semana da prova. Era necessário disponibilizar um dia para os alunos poderem trabalhar em grupos e terem o professor à disposição para tirar dúvidas sobre o conteúdo. A aula anterior previa atividades práticas relacionadas com o conteúdo já visto, então, com relação ao conteúdo da unidade, não houve prejuízos.

A aula teve a presença do professor orientador e o professor titular teve que se ausentar. Assim, logo anunciei o início das atividades. Os alunos estavam muito agitados, como sempre, mas principalmente porque estavam caracterizados para uma atividade extra chamada “dia do pijama”. Pedi que eles se reunissem em grupos que já estavam trabalhando nas aulas anteriores e distribuí as folhas de exercícios: questões conceituais sobre rigidez dielétrica, poder das pontas e blindagem eletrostática; lista de exercícios com prazo de entrega para próxima semana e também deixei livre para completarem o trabalho que deveriam entregar no dia de hoje.

A turma trabalhou dentro daquele sistema de conversa e trabalho, porém, todos questionaram suas dúvidas demonstrando interesse e concluíram os trabalhos. Inclusive, entre as perguntas, duas que destaco que foram muito importantes:

- 1) Se o potencial diminui com a distância, por que no caso de uma carga negativa ele aumenta com a distância?

O aluno confundiu potencial com valor de potencial, pois conforme o potencial negativo diminui ao se afastar a carga geradora negativa, o valor vai ficando mais positivo. O aluno estava pensando que ficar mais positivo significava aumentar o potencial. Confesso que na hora, no meio dos atendimentos não soube parar para explicar, mas a solução me veio naturalmente com o final da aula e inclusive compartilhei essa dúvida com todos os alunos pois certamente é a dúvida de muitos.

- 2) Novamente a questão sobre diferenciar potencial de energia potencial elétrica. A aula estava quase no fim, mas achei muito conveniente encerrar os trabalhos do dia revendo novamente esses conceitos que foram os mais difíceis dos alunos conseguirem diferenciar.

PLANO DE AULA (13 e 14)

Data: 28/06/2018

Turma: 302 (Terceiro ano) - 2 horas-aula (08h00min até 09h30min)

Conteúdo: Avaliação escrita²⁸.

Objetivos de ensino:

Avaliar o conhecimento adquirido pelos alunos.

Procedimentos:

Atividade Inicial:

Distribuição, leitura e questionamentos sobre dúvidas na compreensão das questões.

Desenvolvimento:

Os alunos realizarão a atividade sem consulta e individualmente.

Fechamento:

Recolhimento das avaliações.

Recursos:

Prova de aplicação.

Avaliação:

Prova com 10 questões.

Considerações finais:

Os trabalhos em grupo entregues na aula anterior foram corrigidos e tiveram ótimos resultados, com exceção de poucos alunos. Acredito que no geral tenha realizado um bom trabalho e apostado no sucesso dos alunos na realização desta prova.

²⁸ Prova avaliativa disponível no apêndice XI.

6. RESULTADOS DAS ATIVIDADES

Os resultados finais obtidos com base nos trabalhos e prova avaliativa foram muito bons. As atividades realizadas buscaram sempre direcionar o aluno à máxima compreensão dos conceitos apresentados.

A atividade em grupo foi um sucesso a meu ver, uma vez que foi possível acompanhar de perto a evolução dos alunos. A qualidade das respostas evoluiu muito do primeiro para o segundo trabalho. No primeiro trabalho percebi alunos apressados e respondendo às questões de qualquer jeito sem ao menos ler completamente o que era pedido. Já no segundo trabalho (reformulado), os alunos trabalharam com um alto nível de comprometimento. A maioria dos grupos obteve uma pontuação perto do máximo. Alguns me surpreenderam com a riqueza de detalhes e precisão das respostas. Outros me surpreenderam pela qualidade do texto e clareza nas respostas.

A lista de exercícios foi montada sob uma estrutura mais elaborada para servir de complemento às questões apresentadas no trabalho em grupo. O grau de dificuldade e exigência foi bem maior e era exigido diretamente nas questões que o aluno consultasse seu livro didático. A atividade era individual e serviu como estudo final para a prova da unidade didática. As notas foram muito boas também. Não percebi nenhuma forma de cópia entre os trabalhos. No geral, os alunos continuam com dificuldades com cálculos relacionados com potência de dez que já tinham desde o período de observações. Esse foi um ponto que não consegui encaixar dentro dos planos para trabalhar com os alunos. Então o que pude fazer foi alertar os alunos de que quase todos eles tinham esse problema e que era importante que superassem essa dificuldade, pois faz parte das cobranças de vestibular. Outra dificuldade que não foi totalmente superada foi aquela com a compreensão mais clara e precisa da relação entre potencial, energia e trabalho. As questões da lista direcionavam o aluno a chegar essa compreensão, mas muitos não conseguiram expressar isso nas respostas dadas às questões direcionadas a esse fim. O que pude fazer foi chamar a atenção dos alunos para essa dificuldade e descrevê-la em um parágrafo que enviei a eles por email.

Com relação à prova, sua elaboração levou em conta todo conteúdo visto na unidade, partindo de uma estrutura baseada na lista de exercícios, suas questões procuraram explorar os mesmos conceitos da lista, mas de uma forma um pouco diferente, conforme pede a teoria de aprendizagem significativa: requerer o máximo de transformação do conhecimento, fugindo de respostas que requeiram apenas uma aprendizagem mecânica. O nível de dificuldade e exigência das questões foi bem variado. Algumas questões pediram o mesmo que na lista de exercícios, mas de uma forma diferente ou abordando o mesmo assunto de outra forma. Então, por exemplo, se na lista foi perguntado ao aluno sobre a definição de potencial e energia potencial, na prova foi perguntado qual

a relação entre esses dois conceitos. Outras questões exigiam que o aluno tivesse estudado o livro didático e uma delas, a mais difícil, exigia paciência e análise por parte do aluno. Assim, poucos alunos obtiveram pontuação maior que 80%, mas a maioria obteve uma pontuação acima de 60%.

Com relação às médias finais (considerando trabalhos e provas), esses foram os resultados:

- 07 alunos obtiveram pontuação superior a 80%
- 14 alunos obtiveram pontuação entre 60% e 80%.
- 06 alunos obtiveram pontuação inferior à 60%

Observação: Duas alunas não puderam comparecer no dia da prova e não aparecem no resultado final apresentado.

Quanto às atitudes e comportamento da turma, posso dizer que os alunos se mostraram bem receptivos e interessados. Uma mudança na estrutura das aulas abriu espaço para os alunos participarem de forma mais ativa do processo de aprendizagem e o resultado desse trabalho pode ser visto através das seguintes conclusões:

- Alunos passaram a trabalhar de forma mais participativa.
- Houve excelente aceitação quanto às atividades propostas.
- Os resultados das notas do trabalho em grupo foram muito bons.
- As listas foram resolvidas com empenho e alunos se interessaram em me procurar via email para tirar dúvidas.
- Os alunos ainda tem muita dependência com relação ao professor em sala de aula, mas fora de sala mostraram-se bem independentes.

Ao final da experiência na turma de estágio, os alunos manifestaram-se de forma positiva, demonstrando que gostaram de trabalhar num contexto diferente. Senti os alunos mais tranquilos e determinados a continuar melhorando como foi o caso de algumas mensagens que recebi após o término da experiência. Desejo toda sorte para esses alunos que trabalharam junto comigo e ajudaram a construir esse trabalho de conclusão de curso.

7. CONCLUSÕES FINAIS

Depois da experiência de docência com alunos do ensino médio, acabei reforçando uma opinião que já tenho desde o começo do curso. É algo que deveria ser obrigatório mesmo para alunos do bacharelado, pois são esses profissionais que um dia ministrarão aulas aos futuros professores. Ter essa sensibilidade poderia contribuir para que o professor universitário conseguisse trabalhar adequadamente com o aluno de licenciatura nas cadeiras da chamada “Física dura”.

Minha experiência de estágio como um todo foi muito dura, difícil e trabalhosa, devido à fatores como o tempo reduzido, dificuldade em elaborar estratégias adequadas para aplicar durante a etapa de docência e pouca experiência com a elaboração de aulas. Por outro lado, embora as muitas dificuldades, eu posso dizer que o resultado do meu trabalho foi muito gratificante, uma vez que tive a sorte de escolher uma turma muito afetuosa, receptiva e descontraída. Isso me deixou mais a vontade para colocar em prática as diversas atividades preparadas durante a elaboração dos planos de ensino. A turma respondeu muito bem a todas elas e pude assistir de perto o progresso de cada aluno durante a realização dessas atividades. Procurei atuar menos como professor, no sentido tradicional da palavra, e mais como colega de trabalho dos alunos. Pois é nisso que eu acredito quando se fala em melhorar o ensino em termos de teorias de aprendizagem. É ter o professor como colega de trabalho com quem o aluno possa ter 100% de confiança e vice-versa, sem julgamentos ou preconceitos do tipo o aluno acreditar que o professor deve saber e tudo e ser responsável por sua educação ou o professor julgar que o aluno é um ser inferior e que deve aprender tudo que é falado em aula como se ele, o aluno, não fosse uma pessoa comum que tem outras atividades, suas próprias dificuldades e de repente, não possui sequer uma orientação pedagógica adequada. Essa parceria aluno professor acabou me ajudando naqueles momentos em que não consegui estabelecer uma correta maneira de conduzir alguma atividade. E nesses momentos, os alunos acabaram me surpreendendo, pois todos procuraram seguir as atividades propostas de forma autônoma, embora sempre num clima de descontração, que para mim não incomoda nem um pouco e sim até faço questão, embora não deixe isso claro nas aulas para não promover um clima de bagunça ao invés de animação. Os poucos alunos mais resistentes foram os que obtiveram resultados um pouco mais modestos nas atividades. Para estes, procurei sempre perguntar de forma não invasiva como estavam as coisas e sempre me colocando à disposição para atendê-los a qualquer hora por email e se fosse necessário, presencialmente em algum momento dentro do próprio CAp.

Não carrego a ilusão de que em todas as escolas eu encontraria a mesma situação. Entendo que existe outras realidades diferentes do CAp e que nem sempre se consegue alcançar todos os objetivos de ensino e nesses casos, para quem realmente pretende fazer um bom trabalho na área de licenciatura, acredito, seja tentar sempre discutir as dificuldades enfrentadas com outros docentes da escola, sejam eles da mesma disciplina ou não, para que assim, haja um trabalho mais colaborativo no sentido de tentar melhorar o ensino para outras turmas que virão. E esse foi um ponto negativo que destaquei do CAp e isso fica claro, por exemplo, nas dificuldades de matemática dos alunos que se repetem tanto nas disciplinas de Matemática como na Física.

Por fim, num todo, posso dizer que ganhei muito com a experiência, embora ainda tenha muito a melhorar e por isso sou muito grato ao meu orientador e colegas de estágio pela rigidez que e cobrança com relação à qualidade das minhas aulas; ao professor titular do CAp que demonstrou grande confiança no meu trabalho e principalmente aos alunos da turma que fiz o estágio, por terem me acolhido tão bem e terem trabalhado firme comigo durante todo o estágio.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GASPAR, A., Física, São Paulo, Editora Ática, 2011, Volume Único, pp.425-475.

GASPAR, A., Eletromagnetismo e Física Moderna, São Paulo, Editora Ática, 2000, Volume 3, pp.10-89.

HALLIDAY,D., RESNICK,R., WALKER, J., Fundamentos de Física, Rio de Janeiro, Editora LTC, 2007, Volume 3, pp.75-91.

KAZUHITO FUKE, Física para Ensino Médio, Editora Saraiva, 2010, Volume 3 p 10-95.

KNIGHT RANDALL, D., Física, Uma Abordagem Estratégica, Eletricidade e Magnetismo, Porto Alegre, Editora Bookman, 2009, Volume 3.

LAKATOS, I. **History of science and its rational reconstructions**. In: HACKING, I. (org.) Scientific revolutions. Hong-Kong: Oxford University, 1983.

MÁXIMO,A.& ALVARENGA,B., Curso de Física, São Paulo, Editora Scipione, 2006, Volume 3, pp.12-154.

MAXIMO A. ALVARENGA B. Física, Contexto e Aplicações, Volume 3. São Paulo: Editora Abril, 2011, 456p.

MÁXIMO, A.& ALVARENGA,B., Curso de Física, São Paulo, Editora Scipione, 2016 PNLD.

MOREIRA, M.A. (1999). *Aprendizagem significativa*. Brasília. Editora Universidade de Brasília. 129 p.

OSTERMANN, F. **A Epistemologia de Kuhn**. Instituto de Física, UFRGS. Caderno Catarinense De Ensino de Física, v. 13, n° 3: p. 184-196, dezembro, 1996.

PIETROCOLA, M., Física, Conceitos e Contextos 3, São Paulo, Editora FTD S.A., 2013, pp. 10-25.

ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. (2013). *Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino aprendizagem de física*. Caderno Brasileiro de ensino de Física. 23 p.

BIBLIOGRÁFIA CONSULTADA:

KUHN, T. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1978.

MAZUR, E. **Confissões de um professor convertido**. In:CONFERÊNCIAS INTERNACIONAIS SERRALVES - EDUCAÇÃO, 2007, Serralves.

MOREIRA, M. A. A Teoria de Ausubel como sistema de Referência para a Organização do Ensino. In: MOREIRA, Marco Antônio. **Uma abordagem Cognitivista ao ensino da Física**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1983. 192p.

APÊNDICE I:**Questionário de atitudes: Uma visão do aluno sobre a Física**

Nome: _____

Idade: _____

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

Se sua disciplina favorita não é Física, qual sua opinião sobre essa disciplina? Você gosta? Acha importante a disciplina de Física no currículo escolar?

Que tipos de dificuldade você costuma ter ao estudar Física?

“Eu gostaria mais de Física se...” Complete a sentença pensando se existe algo que pode ser mudado no modo de ensinar Física que a torne mais agradável e ao mesmo tempo ajude a superar suas dificuldades.

Que tipos de assunto você gostaria que fosse abordado nas aulas de Física?

Seus planos futuros incluem um curso superior? Se sim, em qual Instituição? Se não, qual profissão pretende seguir?

Você tem dificuldades em outras disciplinas? Quais? Você acredita que estudar Física pode ajudar a superar dificuldades em outras disciplinas e vice-versa? Apresente ideias e dê ideias do que você pensa quando analisa o ensino como um todo.

APÊNDICE II: Cronograma de Regência.

II

Aula	Data	Conteúdo(s) a serem trabalhado(s)	Objetivos de ensino	Estratégias de Ensino
1	17/05/18	<p>Apresentação pessoal.</p> <p>Apresentação do conteúdo.</p> <p>Energia potencial elétrica.</p> <p>Armazenamento de energia no campo (importância e aplicações)</p>	<p>Apresentar os conteúdos que serão vistos com olhar sobre as respostas obtidas via questionário e considerando as observações de aulas.</p> <p>Verificar o aprendizado do aluno com relação aos assuntos anteriores.</p> <p>Analisar o conceito e energia potencial de natureza elétrica, oriunda de um campo elétrico tomando como ponto de comparação a energia potencial gravitacional.</p> <p>Dar ao aluno a percepção sobre uma nova grandeza que quantifica a energia que pode ser disponibilizada para cada coulomb de carga colocado sob influência de um campo elétrico.</p> <p>Trazer para o aluno a história de Michael Faraday, um físico importante dentro do assunto da unidade didática</p>	<ul style="list-style-type: none"> Exposição dialogada. Apresentação de slides (Apresentação) Vídeo sobre Faraday.
2	24/05/18	<p>Definição de potencial elétrico com base na energia potencial elétrica;</p> <p>Análise sobre o sentido de movimento de uma carga em uma região de potenciais;</p> <p>Apresentação com aplicações que envolvem grande ddp.</p>	<p>Complementar a abordagem sobre energia potencial elétrica estabelecendo sua conexão com o conceito de região de potencial elétrico gerado pelo campo elétrico;</p> <p>Propiciar ao aluno a compreensão da ideia de movimento de uma carga entre pontos de potenciais criados por um campo elétrico (explicar movimento a partir de valores de energias potenciais e também apenas considerando potenciais;</p> <p>Apresentar aplicações que envolvem a manipulação do movimento de cargas, a utilização de grandes ddp's nesses equipamentos: Aceleradores de partículas – ciclotron (circular) e Tubo de raios catódicos.</p> <p>Disponibilizar aos alunos a primeira etapa do trabalho em grupo envolvendo os conceitos de potencial, energia potencial e movimento de cargas²⁹.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Exposição dialogada. Apresentação de slides (Aplicações). 1º Etapa do trabalho em grupo.

²⁹ O trabalho em grupo é uma atividade dividida em três etapas e contém questões que visam verificar se os alunos estão compreendendo os conceitos fundamentais dos conteúdos apresentados. Etapa 1: disponível no Apêndice V (exercícios envolvendo conceitos básicos). Etapa 2: correção do trabalho da primeira etapa. Etapa 3: disponível no Apêndice IX (exercícios mais complexos)

3	07/06/18	<p>Correção do exercício dado na última aula.</p> <p>Definição do conceito de DDP a partir do trabalho da força elétrica.</p> <p>Superfícies equipotenciais.</p> <p>Rigidez dielétrica / Poder das pontas / Blindagem eletrostática.</p>	<p>Rever alguns pontos do trabalho em grupo iniciado na aula anterior e esclarecer dúvidas mais urgentes que estejam impedindo os alunos de prosseguirem no desenvolvimento das questões .</p> <p>Introduzir o conceito de ddp (diferença de potencial) a partir da definição de trabalho da força elétrica e sua importância para a existência de trabalho da força elétrica (sem ddp – sem trabalho);</p> <p>Apresentar a forma de representação dos potenciais através de linhas equipotenciais e trazer a tona a interpretação de movimento de cargas apenas com o desenho das equipotenciais e sinal da carga</p> <p>Trazer ao conhecimento dos alunos a conexão entre as os conceitos de rigidez dielétrica, poder das pontas e rigidez dielétrica e tudo através de aplicações interessantes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição dialogada. • Apresentação de uma maquete com postes de energia, trazendo o exemplo de um pássaro representado por uma lâmpada que só terá passagem de corrente pelo seu corpo se encostar em dois pontos de ddp. • Apresentação de slides (Aplicações). • Disponibilização de um resumo de toda a matéria até o momento no Moodle.
4	14/06/18	<p>Superfícies equipotenciais.</p> <p>Rigidez dielétrica / Poder das pontas / Blindagem eletrostática.</p>	<p>Apresentar a relação entre linhas de campo elétrico e linhas equipotenciais;</p> <p>Concluir a apresentação sobre os conceitos de rigidez dielétrica, poder das pontas e blindagem eletrostática iniciada na aula anterior.</p> <p>Revisar os conteúdos conceituais das aulas anteriores.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 3º Etapa do trabalho em grupo. (deve ser feito fora de sala de aula). • Apresentação de slides (Superfícies equipotenciais e aplicações). • Peer Instruction.
5		<p>Relação entre corrente e potencial elétrico.</p> <p>Funcionamento de aparelho multitesteste.</p> <p>Funcionamento de geradores de carga.</p> <p>Medições com multitesteste.</p>	<p>Permitir que o aluno manuseie um equipamento de medição e gerador de cargas;</p> <p>Incentivar o aluno a buscar no livro didático algum desenho, exercício ou trecho do texto que seja possível reproduzir através de um experimento utilizando os materiais disponibilizados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição dialogada. • Permitir que o aluno manuseie um equipamento de medição e um gerador de cargas. • Incentivar aluno a buscar no livro didático algum desenho, exercício ou trecho do texto que seja possível reproduzir utilizando o material disponibilizado.

6	21/06/18	<p>Potencial elétrico</p> <p>Energia potencial elétrica</p> <p>Movimento de cargas</p> <p>DDP</p> <p>Trabalho do campo elétrico</p> <p>Superfícies equipotenciais</p> <p>Rigidez dielétrica</p> <p>Poder das pontas</p> <p>Blindagem eletrostática</p>	<p>Dar espaço para os alunos trabalharem as listas de lista de exercícios e do livro.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Folhas de exercícios.
7	28/06/18	<p>Aplicação de prova</p>	<p>Avaliação do aluno via aplicação de prova.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Aplicação de prova

APÊNDICE III:

Apresentação Aula 1: Slides 1 a 6

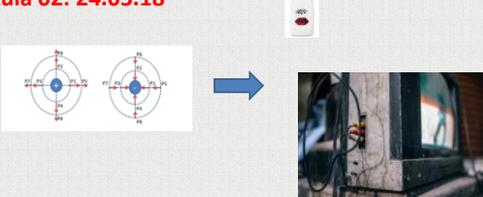
(Apresentação Pessoal, Introdução ao conceito de energia de campo e movimento de cargas)

<p style="text-align: center;"><u>Apresentação:</u></p> <p style="text-align: center;">Estagiário: Denis Biassi.</p> <p style="text-align: center;">Unidade didática: Potencial Elétrico.</p> <p style="text-align: center;">Período: 17.05.18 à 28.06.18</p>	<p style="text-align: center;">Dificuldades</p> <p>“Tenho dificuldades na matemática!”</p> <p>“Não consigo ver clareza nas fórmulas”</p> <p>“Os conceitos são muito confusos”</p> <p style="text-align: right;">4</p>
<p style="text-align: center;">OBSERVAÇÃO</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>DIFICULDADES INDIVIDUAIS</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>INTERAÇÃO ENTRE COLEGAS</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>ATIVIDADES EM GRUPO</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>RELAÇÃO COM AS DIVERSAS DISCIPLINAS</p> </div> </div> <p style="text-align: right;">2</p>	<p style="text-align: center;">Importância</p> <p>“Sei que é importante, mas eu não gosto.”</p> <p>“Até gosto e acho importante, mas quando começa a ficar complicado começa a ficar chato.”</p> <p>“Todas as matérias são importantes dentro do currículo”</p> <p style="text-align: right;">5</p>
<p style="text-align: center;">Física</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <p>IMPORTÂNCIA</p> <p>DIFICULDADES</p> </div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div> <p style="text-align: center;">SUGESTÕES</p> <p style="text-align: right;">3</p>	<p style="text-align: center;">Sugestões</p> <p>“Utilizar outros métodos de ensinar”</p> <p>“Trazer mais aplicações da física”</p> <p>“Falar de assuntos mais interessantes e não apenas fórmulas”</p> <p style="text-align: right;">6</p>

Observação: imagens não referenciadas são do próprio autor ou foram retiradas do site: <https://unsplash.com>

Apresentação Aula 1: Slides 7 a 12

(Apresentação Pessoal, Introdução ao conceito de energia de campo e movimento de cargas)

<p style="text-align: center;">Cronograma</p> <p>Aula 01: 17.05.18</p>  <p>Estratégia de ensino: Slides, vídeo, exposição dialogada e no quadro.</p> <p style="text-align: right;">7</p>	<p style="text-align: center;">Cronograma</p> <p>Aula 04: 14.06.18</p> <p>Simulador de campos Site PHET ³⁰ Apresentação rigidez/pontas/blindagem Peer Instruction ³¹</p>  <p>Estratégia de ensino: Exposição dialogada, simulador de campos, slides (rigidez dielétrica, poder das pontas e blindagem eletrostática) Peer Instruction</p> <p style="text-align: right;">10</p>
<p style="text-align: center;">Cronograma</p> <p>Aula 02: 24.05.18</p>  <p>Estratégia de ensino: Slides, exposição, dialogada e no quadro e trabalho em grupo</p> <p style="text-align: right;">8</p>	<p style="text-align: center;">Cronograma</p> <p>Aula 05: Gerador de Van der Graaff ³² Multímetro ³³</p>  <p>Estratégia de ensino: Exposição dialogada, gerador de Van der Graaff, multímetro.</p> <p style="text-align: right;">11</p>
<p style="text-align: center;">Cronograma</p> <p>Aula 03: 07.06.18</p>  <p>Estratégia de ensino: Exposição dialogada, slides, maquete, vídeos.</p> <p style="text-align: right;">9</p>	<p style="text-align: center;">Cronograma</p> <p>Aula 06: 21.06.18</p>  <p>Estratégia de ensino: Exposição dialogada, acompanhamento nos grupos .</p> <p style="text-align: right;">12</p>

³⁰ Simuladores de campos e potenciais disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/charges-and-fields

³¹ Imagem de alunos levantando seus cartões para leitura do aplicativo Plickers. Site Ensinando Física. <http://ensinando-fisica.blogspot.com/2016/01/verificacao-de-aprendizagem-na-sala-de.html>

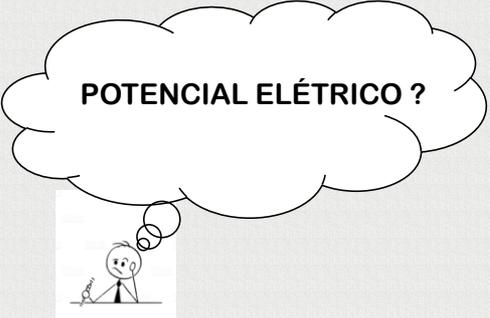
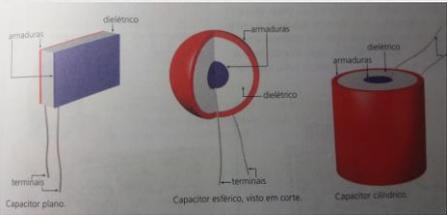
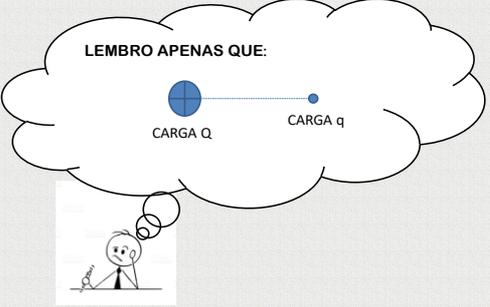
³² Imagem de um gerador de Van Der Graaff retirada do site do CREF. <https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=o-risco-da-alta-tensao-em-geradores-elestaticos>

³³ MÁXIMO, A. & ALVARENGA, B., Curso de Física, São Paulo, Editora Scipione, 2016 PNLD, p.117.

Observação: imagens não referenciadas são do próprio autor ou foram retiradas do site: <https://unsplash.com>

Apresentação Aula 1: Slides 13 a 18

(Apresentação Pessoal, Introdução ao conceito de energia de campo e movimento de cargas)

<p>Cronograma</p> <p>Aula 07: 28.06.18</p>  <p>Estratégia de ensino: Prova.</p> <p>13</p>	<p>Aula 01 – Introdução</p> <p>A história da maçã.³⁴</p>  <p>16</p>
<p>Aula 01 – Introdução</p> <p>POTENCIAL ELÉTRICO ?</p>  <p>14</p>	<p>Aula 01 – Introdução</p> <p>Isso é feito, por exemplo em capacitores.³⁵</p>  <p>17</p>
<p>Aula 01 – Introdução</p> <p>LEMBRO APENAS QUE:</p>  <p>15</p>	<p>Aula 01 – Introdução</p> <p>Chuveiro elétrico³⁶</p>  <p>18</p>

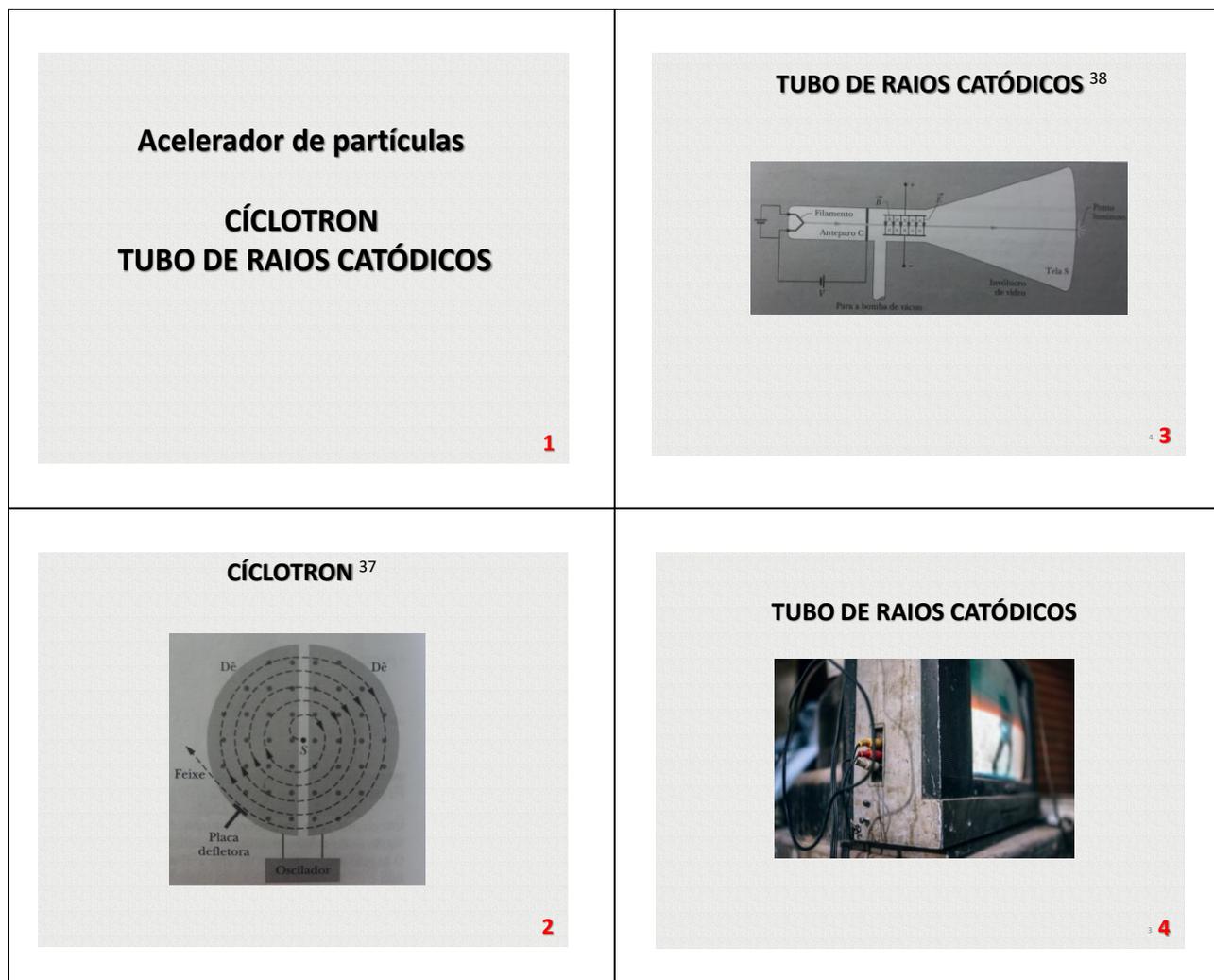
³⁴ ³⁵ ³⁶ KAZUHITO FUKE, Física para Ensino Médio, Editora Saraiva, 2010, Volume 3 p51, p83, p113.

Observação: imagens não referenciadas são do próprio autor ou foram retiradas do site: <https://unsplash.com>

APÊNDICE IV:

Apresentação Aula 2: Slides 1 a 4

(Aceleradores de partículas lineares e angulares.)



³⁷ ³⁸ HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J., Fundamentos de Física, Rio de Janeiro, Editora LTC, 2007, Volume 3, p.204, p196.

Observação: imagens não referenciadas são do próprio autor ou foram retiradas do site: <https://unsplash.com>

APÊNDICE V:

Trabalho: potencial, energia potencial elétrica e movimento de cargas (Etapa 1)

As Figuras 1 e 2 apresentam uma carga geradora de campo Q e três pontos de potencial subsequentes P_a , P_b e P_c .

- A partir da expressão do potencial elétrico e do valor de potencial medido em P_a , deduza os valores de potencial P_b e P_c .
- Imagine agora que uma carga q é colocada nos pontos correspondentes a P_a , P_b e P_c . Calcule o valor da energia potencial elétrica para cada ponto considerado.
- Esboce o gráfico V em função da distância r entre o ponto considerado e a carga.

Dados: $d_1 = d_2 = d_3 = d$;

Utilize as cargas $q = +2C$ e $q = -3C$

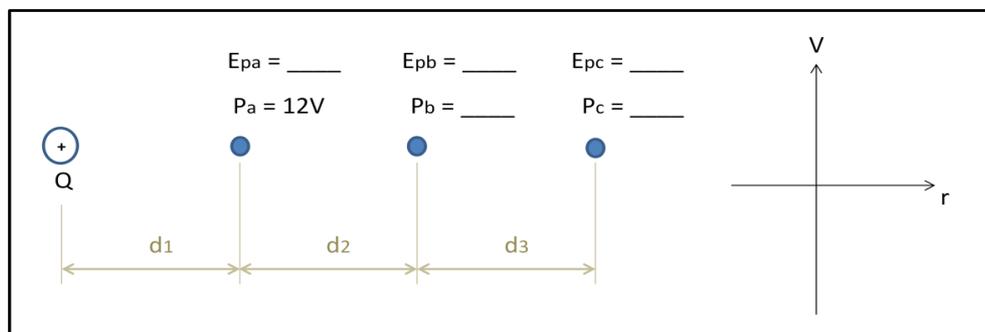


Figura 01: Valores correspondentes a uma região de potenciais criada por $Q+$.

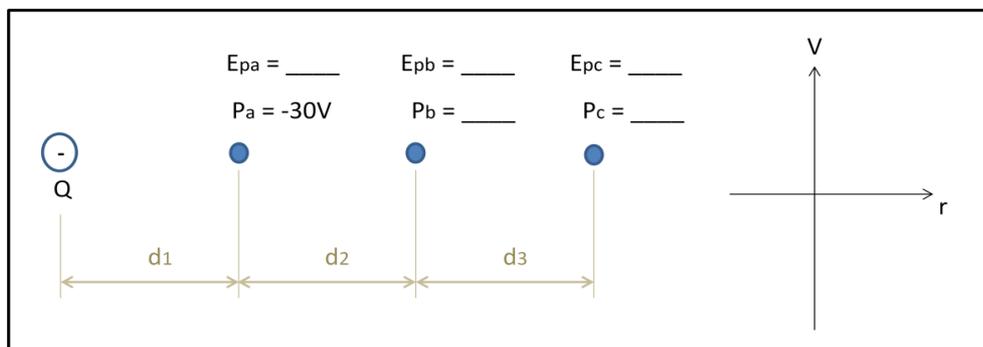


Figura 02: Valores correspondentes a uma região de potenciais criada por $Q-$.

Trabalho: potencial, energia potencial elétrica e movimento de cargas (Etapa 1)

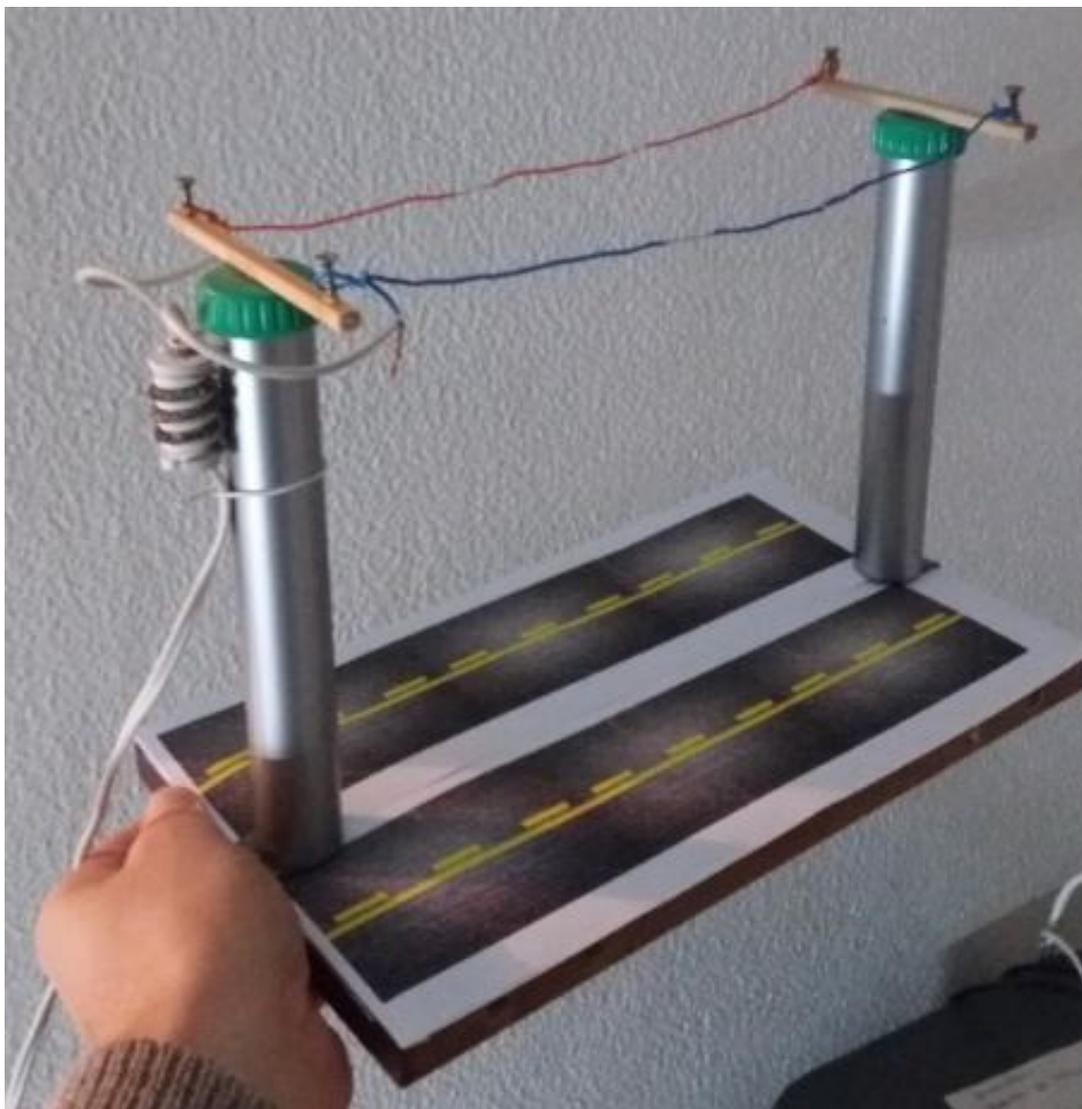
- d) De onde a carga obtém energia para entrar em movimento logo após ser liberada nos pontos indicados?

- e) Supondo que a carga q seja liberada no ponto P_b , para qual ponto se dará o movimento nos dois casos considerados? Justifique sua resposta com base nos valores de energia potencial elétrica calculado.

- f) Considerando a carga geradora positiva na Figura 01, para qual potencial elétrico obtemos a menor energia potencial elétrica? Esse valor corresponde a um ponto mais próximo ou mais distante da carga geradora?

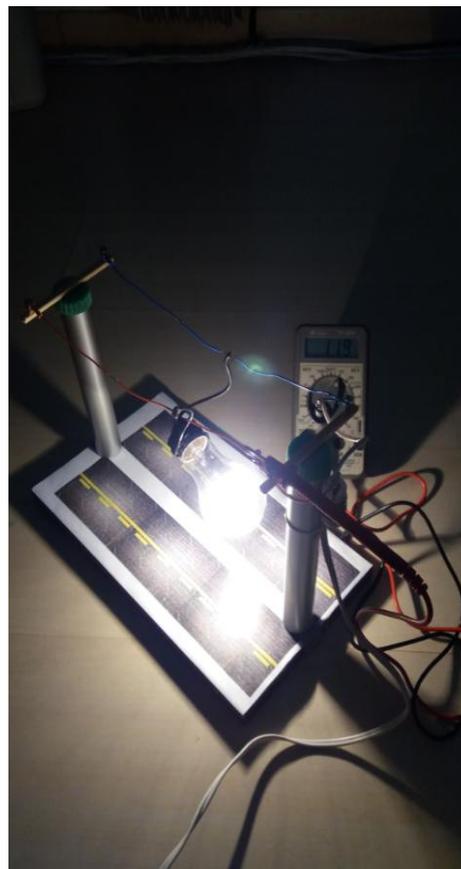
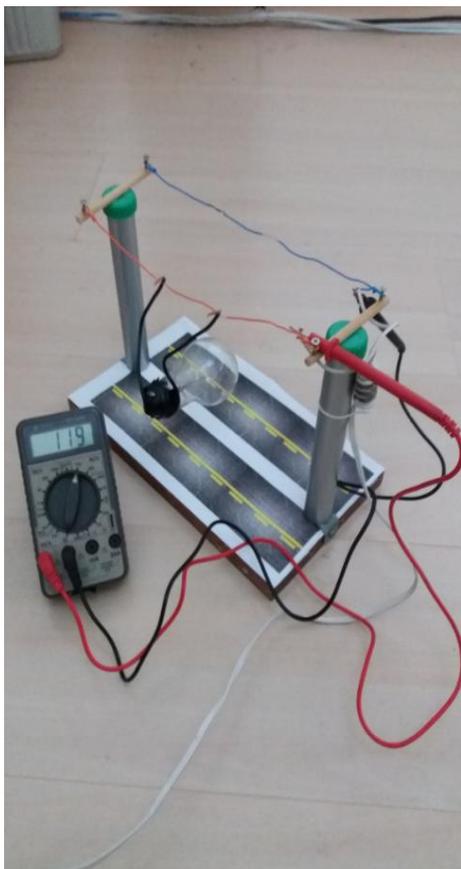
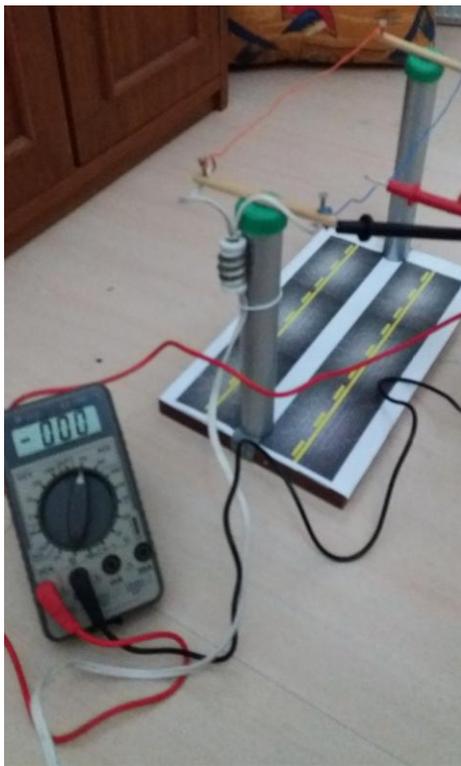
- g) Considerando a carga geradora negativa na Figura 02, para qual potencial elétrico obtemos a menor energia potencial elétrica? Esse valor corresponde a um ponto mais próximo ou mais distante da carga geradora?

- h) Alguns grupos terão a tarefa de realizar as mesmas atividades utilizando uma carga q de valor $-3C$. Compare as respostas obtidas nos itens f e g e verifique se suas conclusões condizem com o que diz o livro didático na página 60 (sentido de movimento de uma carga).

APÊNDICE VI:**Montagem: Maquete simulando postes da rede de alta tensão**

FONTE: PRÓPRIO AUTOR

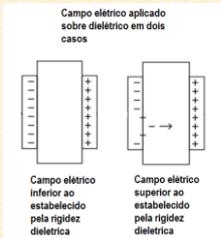
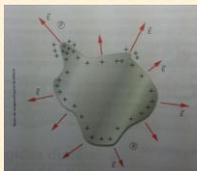
Montagem: Maquete simulando postes da rede de alta tensão



FONTE: PRÓPRIO AUTOR

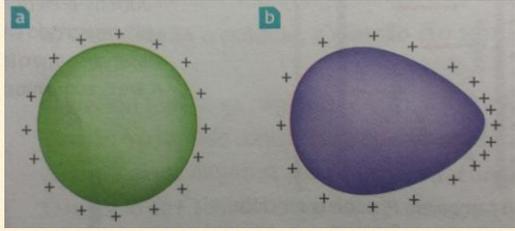
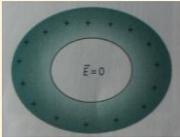
APÊNDICE VII:

Apresentação Aula 3 e Aula 4: Slides 1 a 6
 (Rigidez dielétrica; Poder das pontas; Blindagem eletrostática)

<p style="text-align: center;">Aula 04</p>  <p style="text-align: right;">1</p>	<p style="text-align: center;">Aula 04</p> <p>Uma forma nítida de verificar uma descarga eletrostática é durante uma tempestade.</p>  <p style="text-align: right;">4</p>
<p style="text-align: center;">Aula 04</p> <p>Rigidez dielétrica</p> <p style="text-align: center;">Campo elétrico aplicado sobre dielétrico em dois casos</p>  <p style="text-align: center;"> Campo elétrico inferior ao estabelecido pela rigidez dielétrica Campo elétrico superior ao estabelecido pela rigidez dielétrica </p> <p style="text-align: right;">2</p>	<p style="text-align: center;">Aula 04</p> <p>E qual o melhor caminho para escoar cargas contidas em excesso num corpo?</p>  <p style="text-align: right;">5</p>
<p style="text-align: center;">Aula 04</p>  <p style="text-align: right;">3</p>	<p style="text-align: center;">Aula 04</p> <p>Distribuição de cargas sob a superfície de um corpo.³⁹</p>  <p style="text-align: right;">6</p>

³⁹ Alvarenga, B. & Máximo, A., Curso de Física, São Paulo, Editora Scipione, 2016 PNLD.

Apresentação Aula 3 e Aula 4: Slides 7 a 12
(Rigidez dielétrica; Poder das pontas; Blindagem eletrostática)

<p style="text-align: center;">Aula 04</p> <p>Distribuição de cargas sob a superfície de um corpo ⁴⁰</p>  <p style="text-align: right;">7</p>	<p style="text-align: center;">Aula 04</p> <p>E qual a explicação física para nada ocorrer com as pessoas no interior do avião?</p>  <p style="text-align: right;">10</p>
<p style="text-align: center;">Aula 04</p> <p>Pelo fenômeno conhecido como poder das pontas temos a seguinte situação ⁴¹.</p>  <p style="text-align: right;">8</p>	<p style="text-align: center;">Aula 04</p> <p>Distribuição de cargas em um condutor com cavidade interna ⁴³.</p>  <p style="text-align: right;">11</p>
<p style="text-align: center;">Aula 04</p> <p>Avião sendo atingido por um raio ⁴².</p>  <p style="text-align: right;">9</p>	<p style="text-align: center;">Aula 04</p> <p>Blindagem eletrostática ⁴⁴</p>  <p style="text-align: right;">12</p>

⁴⁰ ⁴¹ ⁴² ⁴³ ⁴⁴ Alvarenga, B. & Máximo, A., Curso de Física, São Paulo, Editora Scipione, 2016 PNLD. P48, P55, P50, P49 e P50.

Observação: imagens não referenciadas são do próprio autor ou foram retiradas do site: <https://unsplash.com>

APÊNDICE VIII:**LISTA DE EXERCÍCIOS COMPLEMENTARES
(preparatório para a prova)**

1. Defina, com suas palavras e com a ajuda de seu livro didático o que é potencial elétrico e qual sua relação com o conceito de energia potencial elétrica. ⁴⁵
2. Qual a relação entre energia potencial elétrica e a energia cinética que uma carga adquire ao ser colocada sob influência de um campo elétrico? ⁴⁶
3. O que é ddp e o que significa dizer que entre dois pontos existe uma “alta voltagem” descreva seu significado tomando como argumento o trabalho realizado sobre uma carga colocada sob influência de um campo elétrico. ⁴⁷
4. O que significa dizer que a tomada elétrica da sua casa fornece 127 V de tensão ou voltagem elétrica? E qual a diferença desse valor para aquele fornecido por uma bateria de 12V? ⁴⁸
5. É possível prever o movimento de uma carga sob ação de um campo tendo como informação apenas valores de potenciais estabelecidos? ⁴⁹
6. Em dois pontos, A e B, distantes, respectivamente, 30 cm e 60 cm de uma carga puntiforme $Q = -1 \mu\text{C}$, no vácuo. ⁵⁰ Calcule:
 - a) Os potenciais elétricos nos pontos A e B;
 - b) A diferença de potencial entre os pontos A e B;
 - c) A diferença de potencial entre os pontos B e A;
 - d) Uma carga positiva $q = 1\text{nc}$ posicionada e liberada entre os pontos A e B entrará em movimento? Se sim, para qual ponto ela seguirá? Justifique com base nos valores de potencial encontrados.

^{45 46 47 48 49} Alvarenga, B. & Máximo, A., Curso de Física, São Paulo, Editora Scipione, 2016 PNLD.

⁵⁰ KAZUHITO FUKE, Física para Ensino Médio, Editora Saraiva, 2010, Volume 3 p.57.

LISTA DE EXERCÍCIOS COMPLEMENTARES (preparatório para a prova)

7. Em um determinado ponto de um campo elétrico, a energia potencial elétrica de uma carga puntiforme vale $6 \cdot 10^{-5} \text{ J}$. Sendo de $5 \mu\text{C}$ o valor da carga, determine o potencial elétrico nesse ponto.⁵¹
8. Uma carga q se desloca de A para B ao longo da trajetória I mostrada na Figura 1, o campo elétrico realiza sobre ela um trabalho de $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ J}$.⁵²

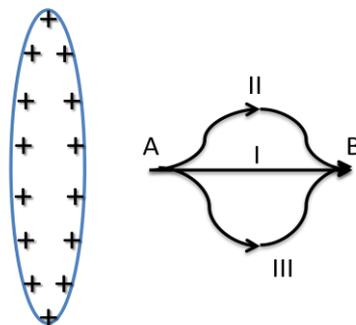


Figura 1: Possíveis deslocamentos de uma carga q entre os pontos A e B localizados em uma região sob influência do campo gerado pelo arranjo de cargas apresentado.

Responda:

- a) Qual trabalho seria realizado pelo campo se essa carga q se deslocasse de A para B ao longo da trajetória II? Justifique.
- b) Se a carga q fosse transportada do ponto B para o ponto A, ao longo da trajetória III. Qual trabalho seria realizado sobre ela? Justifique.
- c) Qual o trabalho que o campo elétrico realiza sobre uma carga que sai de um ponto e volta novamente a ele após percorrer uma trajetória qualquer (trajetória fechada)? Justifique.

⁵¹ KAZUHITO FUKU, Física para Ensino Médio, Editora Saraiva, 2010, Volume 3 p.57.

⁵² Alvarenga, B. & Máximo, A., Curso de Física, São Paulo, Editora Scipione, 2016 PNLD p.61.

LISTA DE EXERCÍCIOS COMPLEMENTARES
(preparatório para a prova)

9. (UFC-CE) Considere o campo elétrico uniforme, E , representado pelo conjunto de linhas de força na figura abaixo. Sobre o potencial elétrico nos pontos A, B e C, marcados com o sinal (+), é correto afirmar que:

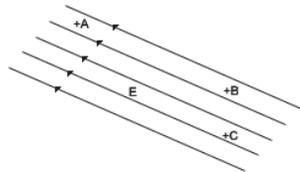


Figura 2: Representação do campo elétrico

- a) o potencial elétrico é o mesmo em todos os pontos.
 b) o potencial elétrico do ponto A é igual ao do ponto B.
 c) o potencial elétrico do ponto A é igual ao do ponto C.
 d) o potencial elétrico do ponto B é maior que o do ponto C.
 e) o potencial elétrico do ponto A é menor que o do ponto B.
10. (Univali-SC) Uma carga elétrica Q está fixa no vácuo, cuja constante eletrostática é k . O trabalho realizado pelo campo elétrico dessa carga, no deslocamento de uma carga q desde o ponto A até B (equidistantes de Q), é:

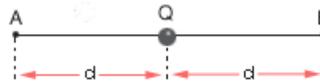


Figura 3: Representação dos pontos considerados.

- a) $\frac{kqQ}{d}$ b) zero c) $\frac{kQ}{d}$ d) $\frac{2kqQ}{d}$ e) $\frac{1}{2} \cdot \frac{kqQ}{d}$

APÊNDICE IX:

Trabalho: potencial, energia potencial elétrica e movimento de cargas, cálculo de ddp e Trabalho do campo elétrico (ETAPA 3)

As Figuras 1 e 2 apresentam uma carga geradora de campo Q e três pontos de potencial subsequentes P_a , P_b e P_c .

- A partir da expressão do potencial elétrico e do valor de potencial medido em P_a , deduza os valores de potencial P_b e P_c .
- Imagine agora que uma carga q é colocada nos pontos correspondentes a P_a , P_b e P_c . Calcule o valor da energia potencial elétrica para cada ponto considerado.
- Esboce o gráfico V em função da distância r entre o ponto considerado e a carga.

Dados: $d_1 = 1,0\text{m}$ $d_2 = d_3 = 0,5\text{m}$; $q = -5\text{C}$;

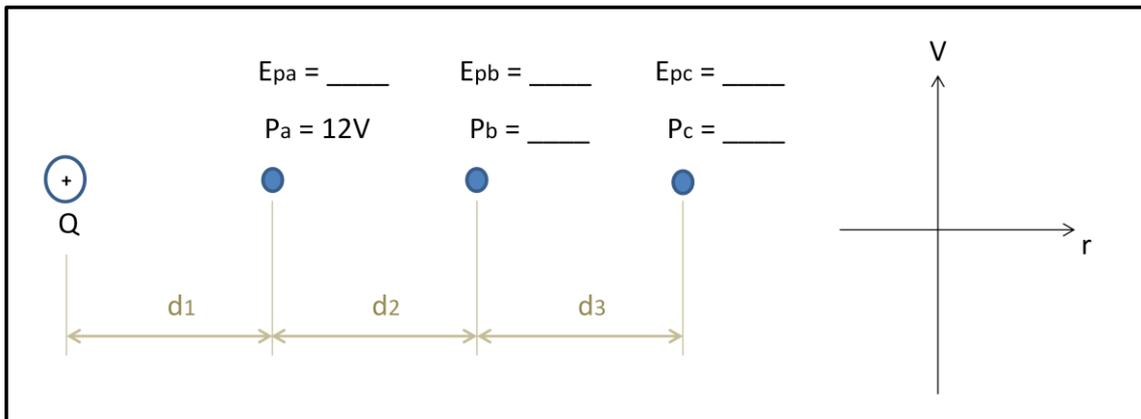


Figura 01: Valores correspondentes a uma região de potenciais criada por $Q+$.

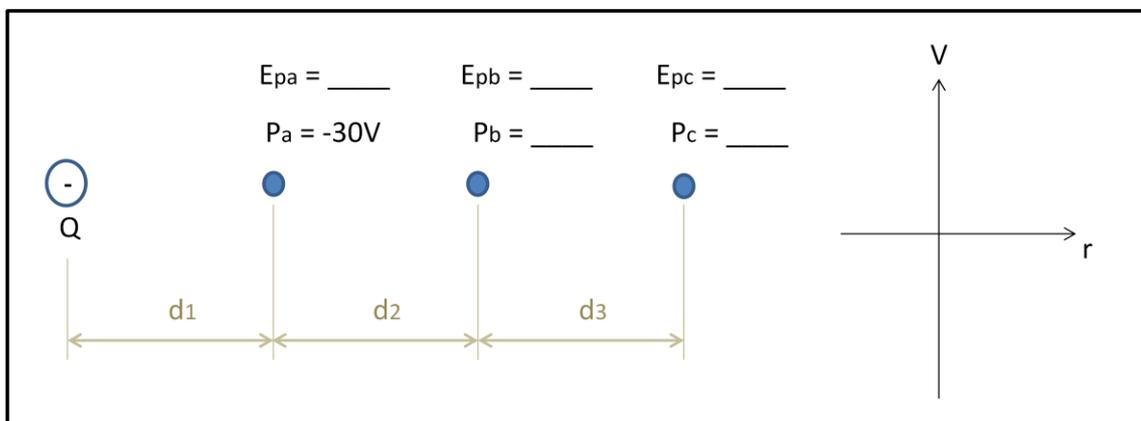


Figura 02: Valores correspondentes a uma região de potenciais criada por $Q-$.

Trabalho: potencial, energia potencial elétrica e movimento de cargas, cálculo de ddp e Trabalho do campo elétrico (ETAPA 3)

- d) Se a energia que a carga obtém para entrar em movimento vem da carga geradora, de qual carga geradora viria a energia se existissem várias cargas pontuais?

- e) Supondo que a carga q seja liberada no ponto P_b , para qual ponto se dará o movimento nos dois casos considerados? Justifique sua resposta com base nos valores de energia potencial elétrica calculado.

- f) Considerando as duas cargas geradoras nos dois casos apresentados, para qual potencial elétrico obtemos a menor energia potencial elétrica? Esse valor corresponde a um ponto mais próximo ou mais distante da carga geradora?

Carga positiva: _____

Carga negativa: _____

- g) Analise a relação entre ddp e trabalho apresentada em laranja na página 59 do livro didático. Como você interpreta essa relação? (Lembre-se da demonstração realizada em aula e do que foi salientado com relação aos pássaros que pousam na fiação).

- h) Calcule o trabalho realizado pelo campo nos dois casos, considerando o movimento mencionado na questão e. Apresente o cálculo ao lado das figuras na primeira página.

Questões para método de instrução pelos colegas.**1. Um dielétrico pode adquirir o comportamento de um condutor?** ⁵³

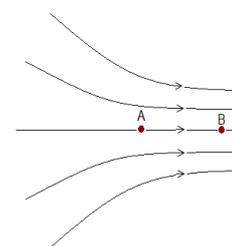
- a) Sim, se aplicar a esse material um valor de campo elétrico superior ao de sua rigidez dielétrica.
- b) Não, pois um dielétrico não possui elétrons livres ou sua quantidade é muito pequena.
- c) Sim, desde que o material seja mergulhado em óleo.
- d) Sim, pode, mas é necessário submeter o material à um valor de campo acima daquele estabelecido pela rigidez do ar.

2. Com relação à capacidade de armazenamento de cargas em uma esfera qualquer, você poderia afirmar que: ⁵⁴

- a) Em um dia em que a umidade relativa do ar é elevada, observa-se que o limite de carga que uma esfera metálica pode acumular torna-se maior.
- b) Uma alternativa para armazenar uma quantidade elevada de cargas em uma esfera metálica é garantir a limpeza de sua superfície.
- c) Ao mergulhar uma esfera em óleo, torna-se possível acumular um maior número de cargas na esfera, pois a rigidez do óleo é maior que a do ar.
- d) Não pode-se alterar a capacidade máxima de armazenamento de cargas em uma esfera metálica.

3. A Figura deste problema representa as linhas de força de um campo elétrico com destaque para os pontos A e B. Em qual ponto teremos o maior potencial elétrico e o que acontecerá com uma carga abandonada entre os pontos A e B? ⁵⁵

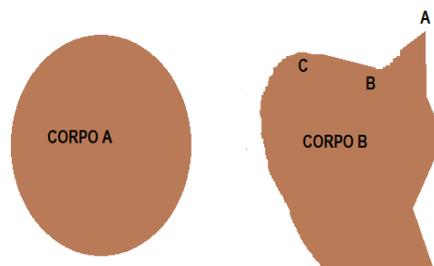
- a) O ponto A possui potencial maior que no ponto B e por isso uma carga negativa abandonada entre A e B se movimentará em direção ao ponto A.
- b) O ponto B possui potencial maior que no ponto A e por isso uma carga negativa abandonada entre A e B se movimentará em direção ao ponto A.



- c) O ponto A possui potencial maior que no ponto B e por isso uma carga positiva abandonada entre A e B se movimentará em direção ao ponto A.
- d) O ponto B possui potencial maior que no ponto A e por isso uma carga positiva abandonada entre A e B se movimentará em direção ao ponto A.

4. Considere dois objetos metálicos com uma superfície externa de mesma área e expostos ao ar. Eletrizando-se esses objetos, transferindo-se para eles uma carga que é aumentada gradualmente, observa-se que há um limite para a carga que pode ser armazenada nesses objetos. Sobre esse limite, podemos afirmar que:⁵⁶

- a) A carga máxima que pode ser armazenada nos dois corpos é a mesma, considerando que a área da superfície externa dos dois corpos é a mesma.
- b) O corpo B pode armazenar carga maior que o corpo A devido ao formato irregular do corpo B.



- c) Os dois corpos tem a mesma capacidade de armazenamento, pois o meio em que se encontram é o mesmo.
- d) O corpo A possui capacidade de armazenamento maior que o corpo B devido ao seu formato que permite uma distribuição uniforme de cargas em sua superfície.

5. Considere um experimento em que um recipiente metálico é colocado sobre uma superfície isolante. Logo após, são coladas tiras de papel em seu interior e exterior. Em seguida o corpo foi eletrizado por contato e o resultado é aquele visto na figura abaixo. Sobre o fenômeno apresentado, pode-se afirmar que:⁵⁷

- a) As cargas adquiridas pelo recipiente se distribuem desigualmente sob sua superfície e o que observamos é um fenômeno conhecido por poder das pontas.
- b) A distribuição de cargas é uniforme e se dá na superfície do recipiente. O que observamos na imagem é um fenômeno associado à uma propriedade dos isolantes conhecida como rigidez dielétrica.



- c) A distribuição das cargas se dá de forma uniforme no interior do recipiente e desigual em seu exterior devido ao fenômeno conhecido como poder das pontas.
- d) A distribuição das cargas se dá de forma uniforme e apenas na parte externa do recipiente e o que observamos é o fenômeno conhecido como blindagem eletrostática.

^{53 54 55 56 57} Para a construção dessas questões tomou-se como base, especialmente, o livro MAXIMO A. ALVARENGA B. Física, Contexto e Aplicações, Volume 3. São Paulo: Editora Abril, 2011, 456p, por ter uma abordagem mais voltada para aplicações, mas também contou-se com todo conhecimento e pesquisa realizados até então.

Prova avaliativa sem consulta.



Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Colégio de Aplicação
Departamento de Ciências Exatas e da Natureza
Área de Física
Ensino Médio

Terceira Avaliação Individual – 28/06/2018

1. O que é potencial elétrico e qual sua relação com o conceito de energia potencial elétrica? ⁵⁸

2. O conceito de ddp entre dois pontos sob influência de um campo elétrico está relacionado à quantidade de energia que a força elétrica transfere para uma carga q em seu deslocamento entre esses dois pontos. Mencione **algumas** fontes de ddp conhecidas por você em seu cotidiano e que foram mencionadas durante as aulas. ⁵⁹

3. Qual será o valor de potencial elétrico criado por uma carga geradora a um ponto localizado a 10 cm de distância? ⁶⁰

4. Considerando o potencial elétrico disponibilizado em um ponto a 10 cm da carga geradora no problema anterior, suponha agora, que neste mesmo ponto seja colocada uma carga q positiva de valor de 10 nC. Qual será o valor na energia potencial elétrica que receberá a carga q ? ⁶¹

5. Quando uma carga q se desloca de A para B ao longo da trajetória I mostrada na Figura 1, o campo elétrico realiza sobre ela um trabalho de $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ J}$. ⁶²

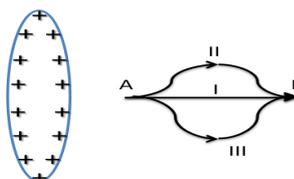


Figura 1: Possíveis deslocamentos de uma carga q entre os pontos A e B localizados em uma região sob influência do campo gerado pelo arranjo de cargas apresentado.

⁵⁸ ⁵⁹ ⁶⁰ ⁶¹ ⁶² Alvarenga, B. & Máximo, A., Curso de Física, São Paulo, Editora Scipione, 2016 PNL D



Responda:

a) Qual trabalho seria realizado pelo campo se essa carga q se deslocasse de A para B ao longo da trajetória II? Justifique.

b) Se a carga q fosse transportada do ponto B para o ponto A, ao longo da trajetória III. Qual trabalho seria realizado sobre ela? Justifique.

c) Qual o trabalho que o campo elétrico realiza sobre uma carga que sai de um ponto e volta novamente a ele após percorrer uma trajetória qualquer (trajetória fechada)? Justifique.

6. (UFSM 2000) Quais das seguintes afirmações a respeito das linhas de campo e superfícies equipotenciais estão corretas? Justifique

I – O sentido de uma linha de campo elétrico indica o sentido de diminuição do potencial elétrico.

II – As linhas de campo são perpendiculares às superfícies equipotenciais.

III – Uma carga de prova em movimento espontâneo em um campo elétrico uniforme aumenta a sua energia potencial.

7. (UECE 2000) Em uma região do espaço existe uma distribuição de cargas que formam um campo elétrico representado na figura através de suas linhas equipotenciais. Se colocarmos um próton com velocidade nula sobre a equipotencial de 300V ele:

- a) permanecerá parado
- b) se deslocará ao longo da mesma equipotencial
- c) se deslocará para a equipotencial de 350V
- d) se deslocará para a equipotencial de 250V

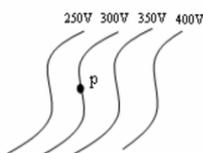


Figura 2: Linhas equipotenciais de um campo formado por uma distribuição desconhecida de cargas geradoras.



8. O para-raios é uma aplicação utilizada na proteção contra raios e é fruto das observações e estudos de Benjamin Franklin ao qual se atribui a famosa e perigosa experiência na qual teria empinado uma pipa de seda presa em um linha que possuía uma chave de metal na tentativa de transferir eletricidade, que ele acreditava existir nas nuvens, para alguns aparelhos de seu laboratório. A aplicação do para-raios tem como base um fenômeno interessante, relacionado com a rigidez dielétrica do ar. Esse mesmo fenômeno torna possível observar aquilo que se chama de “vento elétrico” observado na Figura 3.

A qual fenômeno está sendo feita referência? ⁶³



Figura 3: Ilustração do fenômeno conhecido como “vento elétrico”

9. O poder da blindagem eletrostática oferecida por uma capa metálica já era conhecida por Faraday que para comprová-lo, entrou em uma gaiola metálica tendo um eletroscópio em mãos. A gaiola foi altamente eletrizada por seu auxiliar, mas Faraday nada sofreu.

A Figura 4 apresenta uma possibilidade do que Faraday pode ter observado nas folhas do eletroscópio. De acordo com o descrito na experiência, isso seria possível? Justifique. ⁶⁴



Figura 4: Proposta do problema com relação ao estado do eletroscópio antes e depois da eletrização da gaiola.

Formulário:

Constante eletrostática: $K = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$

Potencial para uma carga puntiforme: $V = \frac{kQ}{d}$

Energia potencial elétrica: $E_p = q \cdot V$

Relação entre ddp e trabalho: $V_a - V_b = \frac{\tau_{ab}}{q}$

Boa prova!

⁶³ KAZUHITO FUKE, Física para Ensino Médio, Editora Saraiva, 2010, Volume 3 p.72.

⁶³ ⁶⁴ Alvarenga, B. & Máximo, A., Curso de Física, São Paulo, Editora Scipione, 2016 PNLD p.55, p50.