

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Física

SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE ELETROSTÁTICA: UMA
ABORDAGEM BASEADA EM EXPERIMENTAÇÃO E
INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS

AFONSO MORESCO ZUCCO

Porto Alegre
2023/1

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Física

SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE ELETROSTÁTICA: UMA
ABORDAGEM BASEADA EM EXPERIMENTAÇÃO E
INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS

AFONSO MORESCO ZUCCO

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

Porto Alegre
2023/1

“Eu posso não ter ido para onde eu pretendia ir, mas eu acho
que acabei terminando onde eu pretendia estar.”
Douglas Adams¹

¹ADDAMS, D. N. A longa e Sombria Hora do Chá da Alma. Editora Arqueiro; 1ª edição. Ano: 2016.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer ao Prof.º Dr. º Ives Solano Araújo pela orientação no trabalho, dicas e sugestões nos planos de aula, e pelos diálogos na disciplina de Estágio.

Durante meu tempo de graduação estive entre companhias que enquanto adolescente nunca imaginei que estariam tão próximas. Ao vir morar na capital, eu, um menino do interior, me entendi como mais uma pessoa entre as milhões que movimentam a vida e são movimentadas pelas outras. Durante certo tempo estive com o coração dividido entre origem e destino, entre estática e dinâmica, entre ficar e partir.

Com sorte, tempo e carinho, encontrei no primeiro grupo um espaço de parceria. Naquele primeiro semestre onde estávamos descobrindo o que poderia ser a famosa UFRGS e a vida universitária através do Campus do Vale. Como os caminhos são vastos, logo o grupo se dispersou e me vi novamente pensando um destino e em uma jornada mais desafiadora do que imaginara. De toda sorte, engajei nos momentos de construção coletiva junto ao DAEF, onde pude encontrar duas amizades sem precedentes em minha história: Caroline Schmidt e João Dinis. Caru, obrigado por longas e longas conversas, diversas enrascadas, saborosas e malfadadas receitas culinárias, tuas viagens só mostram o quanto o mundo é do tamanho que fazemos dele. João, vejo em ti reflexos daquilo que eu gostaria de ser, não tenho como imaginar essa trajetória sem tua presença! Vocês seguiram para outras profissões e eu voltei para a extensão.

Nos diversos programas que atuamos juntos encontrei-me em um grupo tão dedicado e divertido, fui contagiado pela criatividade, parceria e humor característicos da salinha de extensão. Gabriel Wolter, Guilherme Bruxel, Luiz Seidler, Sofia Guse, Talita Feijó e Viviane Magnan, eu sinto saudades dos papos mais diversos com vocês. Quem no entanto me apresentou a essa prática da extensão foi Desirée Dornelles que é uma referência para onde sempre me direciono quando em dúvida sobre o que é a potencialidade da prática acadêmica e docente, obrigado por ter me orientado em tantos momentos!

Leandro do Nascimento Silva e Lislaine Wurzel, assim que nos juntamos em trio senti mais uma vez que seria possível concluir, este dia chegou. Muito obrigado pelo companheirismo!

Bárbara Tauffner, os momentos de troca e apoio foram essenciais na construção da visão de educação que tenho hoje. Também me apresentou a educação popular, no CPCJ encontrei o espaço docente que mais tenho vontade de agregar pois estabeleceu um fazer docente mais afetuoso dentro e fora da sala de aula. Não nomeio todos os companheiros pois como coletivo florescemos.

Joice Rossato, nesta etapa da minha trajetória misturamos a doçura e a acidez que tornam qualquer experiência mais interessante. O roteiro ainda está em construção, a cena está acontecendo e na baila do espetáculo as emoções nos unem mais e mais.

Por fim agradeço a meus familiares que estiveram, mesmo à distância, presentes. Minha mãe Albertina, que estabeleceu a referência de carinho e força de vontade. Meu pai João Carlos, que é a própria manifestação do viver para a comunidade. Meus irmãos Carlos, Rodrigo e Ricardo, que são figuras complementares proporcionando experiências tão diversas desde que me entendo nesse mundo.

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	8
2.1 EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA.....	8
2.2 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	9
2.3 INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS.....	11
3 OBSERVAÇÃO E MONITORIA.....	14
3.1 Caracterização da escola.....	14
3.2 Caracterização das turmas.....	15
3.3 Caracterização do tipo de ensino.....	16
3.4 Relato das observações em sala de aula.....	16
3.5 Reflexão acerca das observações.....	27
4 PLANEJAMENTO E REGÊNCIA.....	29
4.1 Cronograma de Regência.....	29
4.2 Planos de Aula e Relato Regências.....	30
5 CONCLUSÃO.....	56
6 REFERÊNCIAS.....	59
APÊNDICE A - Questionário Prévio.....	60
APÊNDICE B - Slides aula 1.....	62
APÊNDICE C - Questões aula 2 Instruções pelos Colegas.....	63
APÊNDICE D - Slides aula 3 e questões IpC.....	66
APÊNDICE E - Lista de exercícios.....	71

1 INTRODUÇÃO

O texto a seguir é um extrato da experiência de estágio final realizado dentro da disciplina Estágio de Docência em Física III na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Tal disciplina historicamente é vista como o momento de utilizar diversas estratégias, habilidades e abordar conteúdos na aplicação de uma unidade didática no espaço primordial de ensino formal: a escola. Para fundamentar a prática docente, além da bagagem acumulada ao longo da graduação, a disciplina de estágio favorece o diálogo, a busca de referências, a preparação, ensaio e prática docente.

A disciplina de Estágio de Docência em Física III propõe a vivência em sala de aula ocorrendo em dois momentos subsequentes a observação/monitoria com carga horária 20 horas-aula e a regência 16 horas-aula. O período de observação tem por finalidade ambientar o estagiário ao espaço escolar, prática docente e a turma que irá realizar sua regência, enquanto a própria regência oportuniza uma prática orientada pelo professor orientador da disciplina, além do supervisor e dos próprios colegas de estágio. A partir desse contato com a realidade escolar, produz-se o presente texto como forma de documentação pedagógica para fins avaliativos e também com objetivo de socializar o conhecimento obtido através da experiência docente.

Compondo a prática docente e acadêmica o trabalho contém uma exposição dos aspectos teóricos e metodológicos que embasam a prática, uma síntese do percebido nas turmas durante a observação na qual foi aplicado um questionário (apêndice A) para evidenciar algumas características dos estudantes, os próprios planos de aula seguidos pelos relatos das aulas aplicadas. Em último apresento alguns fatos e reflexões que compuseram minha trajetória como estudante.

Optei por atuar em turmas de terceiro ano do ensino médio na região central de Porto Alegre por alguns fatores, modelo de ensino anterior ao Novo Ensino Médio, proximidade com o território que frequento, horários das aulas e postura estudantil característica. A partir do observado e das respostas ao questionário o referencial escolhido foi Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, enquanto as metodologias escolhidas foram Experimentação Investigativa, pois foi muito solicitado no questionário, e Instrução pelos Colegas devido a característica de investimento em debates apresentado por ambas as turmas. Os conteúdos abordados foram: Métodos de Eletrização e Força Eletrostática.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Aqui serão abordados os fundamentos teóricos e metodológicos utilizados para os planejamentos de aula. As escolhas foram feitas com o objetivo de oferecer aos estudantes uma variedade de atividades, de maneira a aumentar as chances de aprendizado. Outra motivação para as escolhas teóricas e metodológicas é minha própria experiência de formação onde penso ser importante a diversidade de estratégias.

2.1 EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA

O tema mais citado pelos estudantes quando expressaram suas preferências para o método de ensino foi a experimentação. A partir dessa solicitação, procurei desenvolver estratégias para oferecer atividades que atendessem aos desejos dos alunos, uma vez que a experimentação é amplamente utilizada tanto no ensino quanto no desenvolvimento científico. Para aplicar a experimentação investigativa optei por utilizar o laboratório não estruturado (LNE) a partir de materiais de baixo custo. Para Araújo e Abib (2003, p.184)

empregando-se a experimentação com LNE verifica-se que há uma maior eficiência quanto à ocorrência de mudança conceitual nos estudantes e, conseqüentemente, maior facilidade de aprendizagem de conceitos científicos quando se utiliza um ensino experimental baseado em uma abordagem que explora este tipo de atividade em comparação com o ensino tradicional. (BARBOSA, 1999, apud ARAÚJO E ABIB, 2003, p. 184.)

Visto que houve o recesso escolar entre o final das observações que realizei e o início da minha regência, pareceu oportuno utilizar tal estratégia para compor o repertório de vivência escolar dos estudantes. Para definir o momento de utilização de tal método baseei-me em Gonçalves e Goi (2018, p. 218)

A experimentação investigativa é uma estratégia didática em que as atividades são observadas e solucionadas pelos alunos através do levantamento de hipóteses, a formulação de estratégias, tomadas de atitudes, elaboração de experimentos e construção de conceitos científicos. (GONÇALVES e GOI, 2018, p. 218)

A decisão de iniciar a regência com atividades de experimentação investigativa ocorreu com base no levantamento de hipóteses, pois o objetivo da experimentação investigativa vai além da observação comum, nesse caso tenta criar em cada turma eventos analisados qualitativamente e que estabelecem referências concretas para o estudo do conteúdo em questão.

Durante o planejamento foi considerado também a realização de experimentos demonstrativos, o que certamente tem mérito na observação dos fenômenos. Tal tipo de experimentação costuma indicar uma postura passiva esperada do estudante, o que não condiz com a necessidade social e o desejo expresso dos sujeitos envolvidos. Além dos estudantes do ensino médio estive eu mesmo em um processo de aprendizagem e no desejo de também qualificar minha experiência reforço a afirmação de Nunes e Gonçalves (2022, p. 96) que

entendemos que tanto a experimentação demonstrativa quanto a de verificação são consideradas abordagens em que o professor é o responsável pela ação e os estudantes são apenas telespectadores, diferente da experimentação investigativa, que provoca mudança de posturas no professor e nos educandos (NUNES E GONÇALVES, 2022, p.96 apud PARENTE, 2012)

Com tais apontamentos a decisão feita em relação ao momento de aplicação da experimentação investigativa foi de utilizar já no primeiro encontro da regência o método pois, a partir da experiência dos estudantes seria possível utilizar as hipóteses levantadas como parte da avaliação formativa para orientar as demais atividades.

2.2 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Dentre os diversos objetivos do sistema escolar está o objetivo de aprendizagem de conteúdos e habilidades. Buscando oferecer aos estudantes uma aprendizagem baseada nos conhecimentos prévios dos estudantes optou-se por utilizar a teoria da Aprendizagem Significativa. A aprendizagem é favorecida quando é incorporada ao processo de aprendizagem as experiências e conhecimentos prévios que, segundo Moreira (2012, p. 2), é denominado subsunçor quando tal conhecimento for relevante para a aprendizagem desejada.

Aos subsunçores cabe o papel de alicerce para a construção de novas camadas de significado e, no processo de acomodação das novas informações, na construção da aprendizagem os próprios subsunçores podem ser modificados. Através da aprendizagem significativa o sujeito transforma os significados lógicos dos conteúdos em significados psicológicos mais intimamente vinculados à experiência humana (2012, p. 5).

Buscando reforçar os subsunçores já existentes foi proposta a atividade experimental no primeiro momento de aula. A partir da interação com os objetos e

fenômenos experimentais foi proposto aos estudantes organizarem um relato em formato de texto e essa produção serviu como principal orientador das práticas seguintes. Com o objetivo de avaliar o progresso dos estudantes foi proposta uma avaliação mais próxima ao formato tradicional, valendo-se de manipulação dos conceitos através das equações matemáticas associadas à eletrostática possibilitando a verificação da apreensão dos conceitos pelos estudantes.

Para descrever os processos cognitivos ocorridos com os diversos subsunçores envolvidos em cada etapa de aprendizagem significativa, é essencial compreender as relações hierárquicas entre esses subsunçores. As relações de hierarquia sofrem modificações por meio de dois processos principais: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. De acordo com Moreira (2012, p. 5-6), "a diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um determinado subsunçor", enquanto "a reconciliação integradora, ou integrativa, é um processo [...] que ocorre simultaneamente à diferenciação progressiva e envolve a eliminação de diferenças aparentes, a resolução de inconsistências, a integração de significados e a realização de superordenações."

Reinterpretando, podemos afirmar que o processo de diferenciação tem como função a adaptação da nova informação ou conhecimento em relação ao subsunçor correspondente, enquanto a reconciliação integrativa reorganiza tanto o subsunçor prévio quanto o novo conhecimento em relação aos demais processos cognitivos do indivíduo. Tais processos simultâneos ocorrem somente a partir da interação dos subsunçores com novas informações sendo que, cada informação processada, torna-se também um subsunçor.

Os conceitos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora auxiliaram na modulação da progressão das aulas, mediando o pacto entre os objetivos de docentes e os conhecimentos demonstrados pelos estudantes. Os instrumentos de avaliação utilizados em formato de trabalhos exerceram papel de organizadores e auxiliaram na expressão concreta do aprendizado dos conceitos trabalhados. Sabendo que a proposta pedagógica observada durante o período de observação favorece uma aprendizagem mecânica (MOREIRA, 2012, p.8) através da simples exposição do conteúdo, sem buscar maior significado do que a própria agenda de conteúdos, e posterior verificação da aprendizagem baseada na aplicação matemática em momentos de avaliação em provas optou-se pela ativa participação dos estudantes nos momentos de aula utilizando um método que

favorece o debate de argumentação mobilizando os conhecimentos possuídos pelos estudantes. Nessa perspectiva os momentos de debate favorecem a aprendizagem significativa que segundo Moreira (2012) as “ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe.” (MOREIRA, 2012, p.2).

2.3 INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS

O método de Instrução pelos Colegas proporciona um ambiente para a organização coletiva do conhecimento. Enquanto a teoria da aprendizagem significativa explora os elementos e processos da aprendizagem individual de um sujeito, é essencial enriquecer essa organização de conhecimento através da colaboração com outros indivíduos. Dessa forma, o conhecimento pessoal se expande a partir do coletivo, beneficiando tanto o crescimento individual quanto o conhecimento coletivo como um todo. No método IpC, o diálogo desempenha um papel crucial e demonstra sua eficácia ao não apenas enriquecer o entendimento de um tópico específico, mas também ao aprimorar as habilidades de argumentação e oratória, essenciais para convencer os colegas.

O estágio inicial em sala de aula do método é planejado como uma apresentação conduzida pelo professor. Essa apresentação deve ser precisa, abordando de forma explícita um conceito ou tópico específico. Após a apresentação, é realizado um teste conceitual para avaliar a compreensão do tema abordado. A execução do teste começa com uma análise interpretativa por parte do professor, visando minimizar as possíveis dificuldades por falta de compreensão textual de qualquer elemento presente no enunciado ou nas alternativas. Comumente as questões apresentadas são de múltipla escolha.

A forma de votação pode variar, mas é essencial que cada indivíduo expresse inicialmente sua opinião de maneira individual. Para este estudo em particular, optou-se por empregar um sistema de respostas projetado para ambientes de sala de aula, denominado *Plickers*². Os *Plickers* são cartões que possuem um padrão quadriculado com espaços preenchidos e vazios, permitindo a criação de várias configurações visuais, como ilustrado na figura 1. Cada cartão pode ser posicionado de quatro maneiras distintas, proporcionando, portanto, quatro opções de resposta.

²*Plickers* é um conjunto composto por cartões com múltiplas alternativas e a plataforma de edição das questões, leitura e gerenciamento das respostas dadas pelos participantes. Disponível em: <<https://get.plickers.com/>>. Acesso em: 31 ago. 2023.

O aplicador pode ler as respostas usando a câmera de um dispositivo e, por meio do aplicativo, identificar rapidamente a quantidade e a distribuição das respostas.

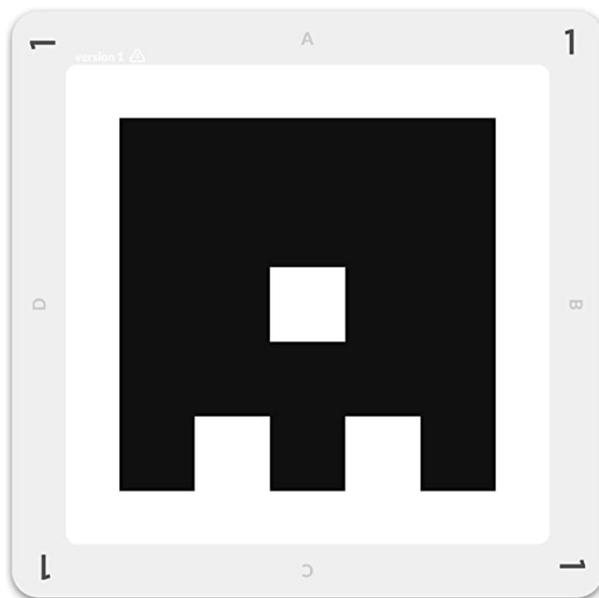


Figura 1 - Exemplo de cartão Plicker. Disponível em: <<https://help.plickers.com/hc/en-us/articles/360009089113-Cards-Overview>>. Acessado em: 31 ago. 2023.

Estrutura simplificada da aplicação do método IpC (adaptado de ARAUJO e MAZUR, 2013, p. 370).

1. Apresentação do conteúdo - Exposição Dialogada (breve);
2. Leitura da questão conceitual;
3. Votação 1;
4. Discussão em grupos;
5. Votação 2;
6. Explanação da questão;
7. Nova questão ou tópico.

O momento de exposição dialogada cumpre parte importante na base de argumentação que os estudantes irão utilizar durante a aplicação do método IpC pois serve de organizador dos conceitos discutidos que poderão ser mobilizados pelos estudantes nas escolhas de suas respostas. A leitura da questão conceitual pelo professor deve estar atenta a reduzir a chance de interpretação errônea do enunciado e favorecer as condições de avaliação do conteúdo exposto

anteriormente, deixando as possíveis dificuldades causadas pela interpretação das perguntas ou alternativas com menores chances de interferirem na escolha da resposta. A votação deve ser feita no primeiro momento de forma individual, oportunizando ao estudante um momento de avaliação da questão e construção da argumentação para o momento de debate onde serão confrontadas as interpretações dos estudantes com as de seus colegas. Durante o debate os estudantes devem buscar apresentar sua linha de raciocínio para os demais tentando convencê-los da sua resposta, deve-se utilizar as habilidades de retórica para cooptar os demais em sua decisão durante a segunda verificação.

A partir da segunda verificação o professor deverá optar por: realizar uma nova explanação, com novos elementos diferenciando cada conceito envolvido, em caso de haver uma baixa taxa de respostas corretas, considera-se baixa taxa quando menos de 30% dos estudantes optaram pela alternativa correta; Explicar as alternativas dando enfoque à resposta correta retomando os conceitos utilizados reformulando a situação e aplicando nova sequência do método dentro da mesma proposta de conteúdo; Ou no caso de mais de 70% das respostas estarem corretas confirmar as razões pelas quais a resposta deveria ter sido a escolhida e seguir para um novo tópico de estudo.

3 OBSERVAÇÃO E MONITORIA

O período de observações ocorreu entre junho e julho de 2023. Nesta seção serão apresentadas: a **caracterização da escola**, a **caracterização das turmas**, a **caracterização do tipo de ensino**, os **relatos das observações em sala de aula** e, por fim, algumas **reflexões acerca das observações**.

3.1 Caracterização da escola

O Colégio Estadual Protásio Alves está localizado na Av. Ipiranga 1090, no bairro Azenha de Porto Alegre - RS. Com 90 anos de história na educação do Rio Grande do Sul, a construção é imponente como pode-se ter um vislumbre na figura 2, a escola possui, em média, 1300 alunos. A escola funciona em três turnos, com o ensino médio regular ocorrendo pela manhã e à tarde, enquanto os cursos técnicos acontecem durante a noite. No ensino regular os períodos de hora-aula são compostos de 45 minutos. A escola dispõe de biblioteca, quadras poliesportivas, laboratórios de informática e de ciências, sala dos professores e salas de aula amplas e bem iluminadas. Estas últimas são equipadas com trinta classes, dois ventiladores de parede e quadro-branco em cada uma, além de notebook e televisão que estão desativados por falta de cabeamento e manutenção.

Figura 2 - Fachada do Colégio Estadual Protásio Alves.



Fonte: Jornal do Comércio, 2023. Disponível em: <https://www.jornaldocomercio.com/geral/2023/03/1095991-escolas-da-red-e-estadual-precisam-de-obras-estruturais-e-na-rede-eletrica.html>. Acesso em: 02 set. 2023.

O ano letivo é dividido em três trimestres, e a matrícula dos alunos depende de um sorteio. Portanto, muitos estudantes vêm de bairros mais distantes e diferentes escolas, o que resulta em uma diversidade de origens e experiências de aprendizado.

Entretanto, a estrutura da escola evidencia a necessidade de uma manutenção mais ativa. Mesmo fazendo parte das 56 escolas destinadas a receber investimentos de infraestrutura por parte do Governo Estadual ainda em 2021, nenhuma obra iniciou. Há marcas do tempo nas paredes e manchas de mofo nas áreas mais inacessíveis ao sol e aos instrumentos de limpeza. A internet é disponibilizada somente para a equipe através de login no portal do governo e em alguns espaços como salas de vídeo há senha para limitar o acesso. No que tange a alimentação dos estudantes, parte fundamental para construir uma educação de qualidade, eram distribuídos lanches e bebidas logo na porta de entrada durante a chegada dos estudantes. Pelo que pude acompanhar é um lanche simples como bolos e bolachas industrializadas na maioria dos casos, em poucas ocasiões serviu-se algum sanduíche, porém sempre acompanhado de uma bebida industrializada como suco ou iogurte.

Há uma demanda grande referente à contratação de professores, alguns servidores encontram-se em afastamento devido a questões de saúde e outros apresentam um quadro que indica adoecimento devido à jornada exaustiva. Os próprios estudantes manifestaram em suas respostas ao questionário que gostavam da aula de física pois o professor era assíduo e tinham dificuldade com matérias cujos professores possuem muitas ausências. Durante meu período de convivência na escola não fui impactado diretamente pela troca de períodos, ainda que fosse comum a direção e supervisão pedagógica terem que alterar a grade horária devido a faltas no quadro de professores. No entanto, a equipe foi muito receptiva desde o primeiro contato, compartilharam informações e tentaram atender a todas as solicitações que estavam dentro de suas possibilidades.

3.2 Caracterização das turmas

As turmas que estive envolvido foram 310, 311 e 312, todas com aulas no período da manhã. Realizei minhas observações sempre às sextas-feiras, o que talvez conferiu um humor ameno com a chegada do final de semana. O ambiente em sala de aula foi consideravelmente mais agradável do que a fama da escola. Os

estudantes aparentam ter um bom convívio dentro das turmas, são interessados com as aulas, preocupados com os prazos, organizados no coletivo para defender suas pautas e cumprem os acordos realizados. Me chamou a atenção a maneira com que se comunicam entre si, raramente escutei palavras de carinho ou reforço positivo nos momentos em que pude estar mais atento às conversas.

3.3 Caracterização do tipo de ensino

Acompanhando o professor de física pude perceber que a proposta pedagógica dele almeja uma transformação. Os próprios estudantes solicitam alguma mudança e trazem seu repertório cultural para embasar algumas práticas que desejam ver na escola. O professor propôs aos estudantes que tentassem organizar uma visita ao museu de ciências, planetário e espaços culturais associados à história da ciência e tecnologia.

A questão que se coloca é que ao decorrer do dia a dia, a prática é expositiva tradicional com maior espaço de diálogo, os estudantes têm liberdade de perguntar, questionar e contestar a explicação do professor. Porém nos três encontros que acompanhei o professor a sensação que tive foi de aula expositiva seguida de exercícios e avaliação. Em um momento o professor realizou uma simples demonstração usando régua e folha de caderno, em outra propôs um texto para leitura durante a aula. Como apoio às aulas, o professor utiliza uma plataforma digital de comunicação com os estudantes. Talvez a utilização desse espaço de sala de aula digital seja mais importante no cotidiano do que tive a oportunidade de perceber, no entanto com base nas observações pareceu servir apenas como repositório de arquivos.

O professor titular que acompanhei é muito bem-querido por todas as turmas. Foi convidado para ser paraninfo de uma turma, e deixou outra chateada por não poder ser das duas. Foi disputado pelas equipes em uma atividade de gincana que observei. É afetuoso com todos os estudantes e também respeitado nos momentos em que iniciava a explicação.

3.4 Relato das observações em sala de aula

Nesta seção, serão compartilhados os relatos das observações e monitorias feitas nas turmas de terceiro ano do ensino médio. Foram 18 horas-aula de

observações, realizadas em três turmas em três sextas-feiras antes do recesso e início da regência.

Dia: 30/06/2023

Turma 312 - Terceiro ano do ensino médio - Dois períodos de aula - 07h30min - 09h10min

Os estudantes chegaram e se distribuíram entre a parte da frente e a do fundo da sala, totalizando dezesseis presentes. A escola permite a entrada com até quinze minutos de atraso, após o que é necessário aguardar o próximo período. O professor deu início à aula comentando sobre o desaparecimento de um submarino que buscava explorar os destroços do *Titanic*³. Ele abordou os aspectos financeiros dos passageiros desaparecidos e fez observações humorísticas sobre a tecnologia do submarino. A turma também fez comentários descontraídos sobre o tema.

Após mencionar minha presença, o professor contextualizou a avaliação imposta pela Secretaria da Educação do Estado do Rio Grande do Sul (SEDUC/RS), destacando que ela valeria como recuperação e trabalho do segundo trimestre. A avaliação, distribuída e lida em conjunto com os estudantes, abordou notação científica, escalas de medida, prefixos do SI, entre outros. Alguns alunos expressaram saturação com o conteúdo, que já havia sido visto no trimestre anterior, indicando que esta seria a terceira avaliação sobre o assunto.

Por volta das 07h45min, um grupo de quatro estudantes chegou atrasado, recebeu a avaliação e começou a resolvê-la. O professor ofereceu ajuda para questões de compreensão. Os alunos debateram em duplas sobre a resolução das questões, demonstrando compreensão de operações com potências de mesma base, mas incerteza sobre a inversão de sinal em divisões.

Próximo das 08h15min, o professor realizou chamada silenciosa e mencionou a ausência de um estudante à beira do limite de faltas. Alunos afirmaram que o estudante havia comparecido nos dias anteriores. Alguns estudantes entregaram a avaliação incompleta, justificando falta em aulas anteriores. O professor explicou relações de potência em multiplicações e divisões em notação científica.

³Reportagem sobre o desaparecimento do submarino em expedição ao Titanic disponível em: <<https://www.terra.com.br/noticias/o-que-se-sabe-sobre-submarino-que-levava-turistas-ao-titanic.b003b029435ffed7c6992d98bee696bcnqo255cm.html>>. Acesso em: 02 set. 2023.

Enquanto a avaliação prosseguia, os estudantes discutiam um trabalho sobre "Objeto de Afeto" da disciplina de português, que mobilizou a turma. Alguns pediram ajuda ao professor para imprimir o trabalho. O professor se envolveu no debate sobre o tema, instigando a discussão sobre "Qual meu lugar na História?", abordando diversidade de gênero e cultura periférica.

A dinâmica da turma era descontraída, alternando entre foco na avaliação e interações informais. Alguns pediam ajuda aos colegas, enquanto outros se concentravam na resolução. O professor estava à disposição, mas as interações eram principalmente entre estudantes. Alguns alunos ajudaram colegas, mas não enfatizaram a compreensão das questões.

À medida que a aula avançava, dois grupos interagiam mais com o professor, muitas vezes chamando sua atenção. Alguém perguntou sobre a experiência de estágio do professor, levando a discussões sobre percepções de idade. A aula terminou com um aluno pedindo ajuda e o professor explicou a questão envolvendo multiplicação de potências de mesma base para todos.

Turma 311 - Terceiro ano do ensino médio - Dois períodos de aula - 09h10min - 11h

Ao entrar na sala, notei a maioria dos estudantes já ocupando seus lugares, com apenas alguns conversando próximos à porta e nos saudaram com entusiasmo. A turma era composta por vinte e três alunos, estavam presentes 18 destes. O relacionamento entre a turma e o professor é amigável. No início, brincaram sobre a ausência do professor nas últimas semanas, mencionando que não respondia no *Instagram* e comentando boatos sobre sua saída da escola. O professor entrou na brincadeira, lembrando que isso ocorre todos os anos. Após essa interação, o professor explicou os detalhes da avaliação já mencionada anteriormente. Salientou que apenas uma aluna fazia a recuperação do primeiro trimestre, enquanto os outros realizaram a avaliação como parte da nota do segundo trimestre. O conteúdo abordado era notação científica, sendo que muitos alunos mencionaram já terem enfrentado duas avaliações semelhantes antes.

Diferentemente da turma anterior, o professor encontrou dificuldade para conduzir a leitura da prova devido ao volume alto de conversas. Ele aumentou o tom de voz para chamar a atenção, mas as conversas continuaram. Durante a leitura, o professor revisitou conceitos apresentados anteriormente, tais como o deslocamento

das casas decimais, a posição da vírgula e a interpretação de potências de 10. Ele destacou a importância de usar a notação científica para facilitar cálculos com números grandes ou pequenos. As questões mais enfatizadas foram as que envolviam regras de multiplicação e divisão de potências com a mesma base, culminando em uma análise comparativa de valores em diferentes ordens de grandeza.

A avaliação foi feita em duplas, promovendo interação entre os alunos. No entanto, em algumas duplas, um estudante se empenhava mais na atividade enquanto o outro parecia desinteressado. Estes alunos pouco interagem com colegas ou o professor. Quando o professor se sentou para fazer a chamada, estudantes com dúvidas buscaram sua ajuda. Diferentemente da turma anterior, não havia uma figura dentre os alunos que era solicitado durante as dúvidas e todas eram então direcionadas ao professor.

Ao sair de sua mesa, o professor foi abordado sobre sua ausência anterior. A conversa foi interrompida por estudantes buscando auxílio, e o professor respondeu enquanto atendia outros estudantes. A conversa evoluiu para discussões salariais e trabalho extraescolar do professor. Ele comentou que trabalha criando e resolvendo questões em uma plataforma de ensino online que compõe sua renda enquanto realiza um mestrado.

Durante o decorrer da aula, os estudantes continuaram a se envolver em conversas, algumas relacionadas ao conteúdo, mas em sua maioria conversas gerais. O segundo período foi permeado por diálogos abrangentes, e embora alguns alunos tenham buscado ajuda do professor, a interação entre eles diminuiu. A aula também foi pontuada por histórias pessoais compartilhadas pela turma, destacando alunos que pareciam ter uma maior aceitação social. Alguns alunos têm sido mais proeminentes nas conversas, muitos dos quais se sentam no centro da sala.

Turma 310 - Terceiro ano do ensino médio - Dois períodos de aula - 11h - 12h30min

Assim como nas turmas anteriores, a avaliação será realizada por todos os presentes, embora não seja necessária para fins de nota. Os estudantes serão dispensados assim que concluírem a avaliação. O processo é familiar: após a distribuição para as duplas, o professor faz a leitura da avaliação para toda a turma.

Os estudantes estão engajados em conversas de baixo volume, enquanto o professor prossegue com a leitura.

A leitura envolve as mesmas explicações apresentadas nas outras turmas, abordando o deslocamento da vírgula para a esquerda e a direita. Os valores utilizados na avaliação têm origem em curiosidades científicas, como o diâmetro de uma célula, a velocidade da luz, a idade das rochas e o tamanho de um átomo... A turma está focada na conclusão da tarefa para ser liberada, sem conversas paralelas entre as duplas ou dentro delas. O professor permanece à frente da sala, pronto para ajudar quando solicitado.

O professor comentou com os estudantes: "Quem teve a brilhante ideia de dizer à direção que eu iria embora?" Os alunos responderam que foi apenas uma pergunta feita a uma professora e continuaram a falar que estavam chateados por ele estar saindo. Essa parece ser uma conversa recorrente; o próprio professor menciona que a cada duas semanas surge a história de sua saída. Alguém brinca: "Então quer dizer que você vai sair?"

A turma está dedicada à atividade, com exceção das interações mencionadas anteriormente, o professor foi solicitado apenas duas vezes em um intervalo de dez minutos. Dada a natureza do conteúdo e formato da avaliação, foram dadas apenas breves explicações sobre operações matemáticas e potências. Os estudantes buscam confirmação de seus resultados com os colegas, e apenas duas duplas não estão interagindo sobre a atividade. Em uma delas, uma estudante se maquia enquanto conversam, na outra, não há interação entre os sujeitos.

O professor permanece sentado em sua mesa; um grupo solicita que ele se aproxime para esclarecer uma dúvida envolvendo 16 ou $1,6 \times 10$ como resposta. Outro pedido é feito para uma dúvida sobre divisão com potências.

Um trio está trabalhando na avaliação. É possível notar que duas pessoas discordam nas explicações, mas concordam no resultado. A terceira pessoa interage menos e só participa quando percebe que o impasse não será resolvido, indicando que vão embora quando terminarem. Quando solicitado, o professor confirma as respostas corretas e, durante o restante do tempo, fica na frente do quadro participando de breves conversas com os estudantes próximos. Pela primeira vez, ouvi um colega repreendendo outro por causa de barulho. Essa turma tinha vinte estudantes e foi a mais silenciosa das que observei, assim que os estudantes

entregaram a avaliação foram se retirando e a aula encerrou às 12:10 com a saída da última dupla.

Dia: 07/07/2023

Turma 312 - Terceiro ano do ensino médio - Dois períodos de aula - 07h30min - 09h10min

Às 7:38, onze estudantes estão em sala, o professor espera pela chegada de mais estudantes. O ambiente está silencioso, com poucas conversas entre as duplas e menos interações entre grupos. A única interação com o professor até agora foi uma piada sobre o treinador de futebol do time e uma contratação de goleiro. Alguns colegas avisaram que não viriam hoje, segundo os próprios estudantes.

O professor menciona a falta na equipe e que alguns períodos serão alterados, pois a professora de biologia não estará presente. Pergunta sobre a baixa presença; os estudantes mencionam um ciclone previsto e o professor, mais rígido do que o normal, comenta que o ciclone só será notado na sexta-feira para sábado. Também esclarece sobre o recesso, dizendo que começa no dia 19 e desmentindo a *fake news* do dia 13.

A aula prossegue com comentários sobre as férias, não fazer nada nelas, vir à escola durante o recesso e a incapacidade de mudar o mundo em um dia. Um estudante brinca com o professor por estar sentado sem fazer nada. O professor reage rapidamente, dizendo que está colocando um *link* no *Google Classroom*⁴ para uma leitura a ser feita. Ele afirma que cinco minutos são suficientes para ler um texto de quatro parágrafos. Enquanto os estudantes entram na sala digital, a conversa sobre futebol continua, esse tópico apresenta sinergia entre o professor e alguns estudantes. O texto traz uma breve discussão sobre corpos carregados, atrito e descargas elétricas.

Cerca de dez minutos após o início da leitura, o professor pede aos estudantes que comentem sobre o texto. Uma estudante menciona choques no chuveiro, mas o professor diferencia os choques devido à rede elétrica. Ele inicia o tópico sobre cargas acumuladas, relacionando com experiências cotidianas, como choques em maçanetas e na praia. Um estudante interrompe com uma história de

⁴ O *Google Classroom* é uma plataforma educacional online que permite a criação de salas de aula virtuais para a criação, a distribuição e a avaliação de trabalhos.

morte por choque de alta tensão. O professor conta uma cena de seriado com choques elétricos. Ao fim, ele aconselha a não tocar em alguém sendo eletrizado.

A aula volta ao texto, e o professor menciona o desenho "Super Choque". Pergunta se podemos fazer descargas elétricas como no desenho. A resposta é sim, levando à pergunta: como ficamos eletricamente carregados? O professor retoma exemplos de materiais atritados que geram eletricidade. Menciona um lar de idosos nos EUA, onde o chão de carpete gerava choques devido a atrito entre as pessoas e maçanetas. Monta um experimento improvisado com um canudo sobre uma garrafa, atritando uma régua com papel e aproximando-a do canudo, surpreendendo os estudantes.

A aula continua com comentários sobre experiências e situações relacionadas a cargas elétricas. Cita materiais e processos que causam movimentação de objetos ou descargas. Fala sobre atração de corpos neutros pela régua, causando movimento e, dependendo das cargas, descargas. Comenta sobre alisar cabelos com chapinhas e sua relação com o *frizz*, também sobre o atrito em carros e aviões que acumulam cargas na lataria, podendo ocorrer descarga em objetos ou pessoas ao entrar ou sair. Alguns estudantes mergulham na discussão, interrompidos pelo professor, que segue para o quadro, escrevendo definições e desenhos sobre corpos eletrizados, forças de atração e repulsão. Finaliza exemplificando o princípio da conservação de cargas elétricas ao colocar corpos com cargas diferentes em contato.

Turma 311 - Terceiro ano do ensino médio - Dois períodos de aula - 09h10min - 11h

A sala está bastante quieta, com quinze estudantes que ao saber da tarefa de leitura não despertou reações positivas ou negativas. Eles parecem passivos, talvez indiferentes à tarefa ou apenas aguardando o horário. Isso contrasta um pouco com o último encontro. O professor tenta verificar se se lembram da aula anterior, chama cada um pelo nome e recebe respostas desanimadas. Ele segue a mesma estrutura de tópicos do quadro da última aula. Enquanto copiam, os estudantes discutem sobre a feira de formas dos sólidos que precisam realizar na disciplina de matemática. Às 09:38, o professor começa a explicação em um quadro menos preenchido do que na turma anterior. Ele explica muito rapidamente e chega ao exemplo de equilíbrio de cargas. Alguns estudantes enfrentam dificuldades em

somar números inteiros simples devido a um valor negativo. Os termos utilizados são mais complexos do que na outra turma, mas não há os mesmos debates ou exemplos do cotidiano mencionados anteriormente.

Após o intervalo, a turma lê o artigo proposto. A discussão acontece mais em torno da construção textual, com debates semânticos sobre os conceitos de choque que não são necessariamente elétricos e a não utilização dos elementos atômicos para representar cargas. A partir de um resumo do texto, um estudante compartilha uma experiência de choque em uma porta de carro. O professor explica o fenômeno de carregamento elétrico devido ao atrito do carro com o vento. Ele menciona atrito entre roupas e bancos de carros, surgindo novamente relatos de choque em chuveiros e torneiras elétricas. O último exemplo é sobre roupas na secadora que se atrim e ficam carregadas eletricamente.

A aula termina com um experimento usando balões e pedaços de papel, após o professor responder a várias curiosidades sobre eventos como esferas de plasma, choque terapêutico, bobina de Tesla, raios atingindo aviões e o poder das pontas.

Turma 310 - Terceiro ano do ensino médio - Dois períodos de aula - 11h - 12h30min

Devido à passagem do ciclone, o comparecimento dos estudantes à sala de aula foi significativamente reduzido. Quando entramos na sala, apenas sete alunos estavam presentes. O professor utilizou mais de trinta minutos para dialogar com os estudantes sobre o compromisso de participar das aulas, ressaltando que os ventos da noite anterior não foram tão intensos quanto os previstos para a sexta-feira. Ele também demonstrou compreensão em relação à situação de alguns estudantes que vivem em áreas com pouca infraestrutura, lembrando que até ele mesmo não conseguiu chegar à escola no mês anterior devido a um fenômeno semelhante.

Apesar da baixa presença, o professor decidiu seguir o cronograma planejado para o dia, ainda que com explicações mais sucintas. Ele abordou rapidamente o conceito de carga elétrica atribuído a Benjamin Franklin, o desequilíbrio de cargas que caracteriza um corpo eletrizado, as interações de atração e repulsão entre cargas, além de apresentar um exemplo de conservação de cargas. Os estudantes permaneceram passivos durante toda a aula, sem participação ativa. O encerramento da aula ocorreu por volta do meio-dia, quando o professor dispensou os alunos.

Devido ao baixo comparecimento, o professor optou por retomar o conteúdo na semana seguinte, incluindo a leitura do texto e a discussão, bem como a demonstração experimental usando materiais como balão, canudo, papel e régua.

Dia: 14/07/2023

Turma 312 - Terceiro ano do ensino médio - Dois períodos de aula - 07h30min - 09h10min

A turma estava quase completa, estavam presentes vinte e três estudantes que compareceram à aula seguinte a passagem de um ciclone pela costa do Estado, não houve grandes problemas na casa de quem relatou sobre a passagem do vendaval, porém muitos comentaram sobre a sensação de medo.

O professor iniciou a aula com o cronograma do que será visto, Processos de Eletrização: Atrito, Contato e Indução. Retomou o experimento de eletrização por atrito que realizou semana passada e após breves comentários voltou-se ao quadro para que os estudantes copiassem o resumo, até o segundo período os estudantes realizaram cópia da eletrização por atrito em meio a diversos comentários sobre a gincana/interclasses. Os estudantes não sinalizaram descontentamento em copiar, porém o andamento da aula se dá sob muita conversa descontraída em assuntos não guiados, com breves comentários do professor.

A explicação do processo de atrito reforçou que não temos como perceber através de nossos sentidos qual o tipo de carga de cada corpo, portanto devemos utilizar a tabela triboelétrica para comparar os materiais. Um estudante perguntou se somente o canudo iria movimentar o papel, ou se o papel também movimenta o canudo, o professor afirmou que poderia, porém não testou. Durante sua explicação não foi mencionado que os corpos se encontram neutros antes do atrito, porém disse recorrentemente que um material transfere carga para o outro, pois carga não se cria.

Uma estudante citou que um corpo tem energia e passa para o outro, o professor então corrigiu falando que se trata sobre cargas e que ambos estão neutros antes do atrito. A interação durou 20 minutos e contou com poucas perguntas, o professor novamente voltou-se ao quadro para passar um exemplo para o uso da tabela triboelétrica que leva em consideração uma placa de vidro e um pedaço de pano de lã. As situações descritas têm diversas origens, situação vista

em um ônibus, um vídeo que assistiu, uma visita a um museu etc. As respostas dos estudantes às questões apresentadas foram acertadas, o método de cópia de texto foi eficiente em organizar o conteúdo, porém talvez não muito ágil em relação ao debate. A aula finalizou com a cópia do texto sobre eletrização por contato, indicando que a explicação seria dada na volta das férias.

Turma 311 - Terceiro ano do ensino médio - Dois períodos de aula - 09h10min - 11h

A turma estava persistentemente convidando o professor para participar da gincana que ocorrerá no retorno das férias. Estavam animados e acabaram sendo dedicados cerca de 20 minutos a essa conversa, tentando iniciar a aula o professor passou a programação do dia e realizou outra demonstração, utilizando uma folha de caderno e uma régua para movimentar um canudo apoiado sobre uma garrafa.

A fala que se seguiu foi praticamente decorada, o tom de voz soou monótono, afirmando que "existem cargas em todos os corpos que podem ficar carregados, mas originalmente são neutros." Fez uma pergunta direta: quem fica carregado positivamente e quem fica negativamente? Os estudantes fizeram alguns palpites como: "Acho que o papel é positivo" e "A energia fica na régua." Então, o professor trouxe a discussão para a ideia de energia, algo vasto e estudado em várias situações. Contudo, nesse momento, o foco estava nas cargas presentes na régua e no papel. O professor apontou que embora a tentativa de conectar com energia elétrica seja compreensível, estão ainda explorando um passo anterior na compreensão da eletricidade. Surgiu a pergunta sobre o canudo estar neutro, levando o professor de volta ao quadro para explicar.

Enquanto o professor copiava o texto, os estudantes continuavam a comentar sobre a gincana, um trote ocorrido na quarta-feira e o lançamento de um filme da Barbie. Houve curiosidade sobre como um estagiário escolhe uma escola, onde expliquei como ocorreu meu processo de escolha, e discussões sobre o questionário aplicado e elogios ao professor supervisor. Os comentários continuaram enquanto o texto era copiado, abordando o conceito de dois corpos constituídos de materiais diferentes que, quando atritados resultam na transferência de cargas negativas de um para o outro, deixando ambos eletrizados. Um exemplo de atrito entre papel e régua foi dado, lembrando a demonstração anterior, embora sem especificar o

material da régua. O primeiro período terminou com a apresentação da série triboelétrica.

Uma estudante perguntou por que o papel estava acima na tabela, e o professor explicou que era uma questão de organização e que os materiais mais acima na tabela têm maior facilidade em ceder cargas negativas enquanto os mais abaixo não. Ele mencionou que materiais semelhantes ficam próximos na tabela e fez uma revisão sobre como um material cede cargas negativas para o outro. Desta vez, não especificou qual material fica com as cargas contrárias. Encerrou a aula informando que continuaríamos no tema de eletricidade e que eu iria assumir a regência da turma após o recesso de duas semanas.

Turma 310 - Terceiro ano do ensino médio - Dois períodos de aula - 11h - 12h30min

Ao entrar na sala, fica evidente que essa turma mantém uma relação mais distante com o professor em comparação com as demais que observei. Poucos mencionam os temas que são tão discutidos em outras turmas. Neste dia, havia 18 estudantes presentes. O professor cumprimenta os alunos e inicia uma conversa no mesmo tom que usou na aula anterior, quando houve pouca presença. A conversa dessa vez foi mais breve, durando cerca de 15 minutos.

Dado que é necessário revisar o conteúdo, o professor prontamente se dirige ao quadro para copiar o cronograma e o resumo da aula anterior. Ele dá uma explicação sucinta sobre os tópicos de carga elétrica, quantidade de carga, atração e repulsão elétrica (assim como fez na aula anterior) e explica o exemplo de conservação de cargas. Enquanto alguns estudantes terminam de copiar, ele apresenta o fenômeno de atração por meio do experimento com uma régua, papel e canudo, a mesma rotina que já foi descrita acima nos relatos de observação. No entanto, essa turma não demonstra o mesmo nível de interesse e envolvimento que observei nas outras. Isso pode ser atribuído ao horário de final da manhã ou até mesmo ao perfil particular da turma, já que percebi em encontros anteriores que alguns alunos saem diretamente para o trabalho à tarde.

Ao término da aula, o professor lembra que usaria o texto planejado para a aula, mas anuncia que será deixado como tarefa de casa para o período de férias escolares. A aula é encerrada às 12:15, uma prática aparentemente comum a toda a escola.

3.5 Reflexão acerca das observações

Foi possível observar que ambas as turmas têm uma boa aceitação acerca dos métodos e conteúdos trabalhados nas aulas de física, o interesse é estimulado pelo professor através da relação cotidiana que estabeleceram e também pela linguagem utilizada pelo professor bem como a própria presença no cotidiano em contraste com as ausências de outros professores da escola. Buscarei manter e estabelecer uma relação de respeito e afeto com as turmas proporcionando um bom convívio no processo educacional por meio de identificação com as atividades extraescolares bem como dimensionar corretamente o andamento das aulas.

Os cálculos matemáticos parecem ser uma grande barreira no processo de aprendizagem dos estudantes. No único momento avaliativo que pude presenciar houve uma grande requisição do auxílio do professor para questões simples envolvendo até mesmo operações de soma e subtração. O professor apresentou uma fala calma ao abordar os temas relativos, não frustrando os estudantes por não dominarem essas ferramentas, deixando-os confortáveis para com seu auxílio responder às questões. Nos momentos de diálogo referentes à parte conceitual do conteúdo de métodos de eletrização os estudantes encontraram certa dificuldade de diferenciar os conceitos de carga elétrica do que chamaram de energia elétrica, darei ênfase à carga elétrica como sendo uma propriedade da matéria derivada dos elementos que a constituem para tentar diferenciar da energia.

Durante a observação também identifiquei que uma das turmas tem como referência exclusiva o professor na compreensão dos conteúdos e resolução de questões, no entanto a outra conta com referências entre os próprios estudantes. Tentarei proporcionar aos estudantes espaços de dialogar com seus pares para criar referências entre os estudantes de maneira que o ambiente de sala de aula possa intensificar a participação dos sujeitos em relação aos momentos de aula. A participação dos estudantes até então esteve restrita aos momentos de diálogo buscando nas experiências cotidianas as manifestações dos fenômenos estudados, para tentar fortalecer a relação com os conteúdos abrangidos trarei para a sala de aula a observação direta dos fenômenos oferecendo um momento coletivo para observar tais manifestações com maior atenção.

4 PLANEJAMENTO E REGÊNCIA

Nesta seção, você encontrará o cronograma de regência (Tabela 1) para as duas turmas, juntamente com os planos de aula seguidos pelos relatos de regência correspondentes.

4.1 Cronograma de Regência

Aula	Data	Tópicos a serem trabalhado(s)	Objetivos docentes	Estratégias de Ensino
1	04/08	Apresentação da unidade didática Métodos de Eletrização: Condução e Indução. Exploração de efeitos e objetos históricos	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentar os tópicos que serão trabalhados ao longo de toda a regência relacionando com os conteúdos já vistos, ressaltando suas aplicações e relevância; • Manusear objetos carregados eletricamente para perceber a interação entre objetos carregados e neutros; • Identificar e associar os métodos de eletrização de corpos; • Identificar objetos historicamente construídos para o estudo das cargas elétricas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Experimentação • Demonstrações experimentais; • Exposição dialogada.
2	11/08	Eletroscópio de folhas Lei de Coulomb	<ul style="list-style-type: none"> • Relembrar a interação com corpos neutros; • Descrever o uso histórico do eletroscópio de folhas; • Estimar os componentes da equação da força eletrostática; • Definir a Lei de Coulomb; • Articular conhecimentos e elaborar argumentos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição dialogada; • Demonstração experimental; • Instrução pelos colegas.
3	18/08	Introdução a Linhas de Campo Elétrico Representação de Vetores	<ul style="list-style-type: none"> • Relembrar a representação vetorial de forças em um corpo; • Utilizar a soma vetorial à forças eletrostáticas. • Associar representação vetorial e linhas de campo; 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição dialogada; • Simulação computacional; • Resolução de exercícios em pequenos grupos.
4	25/08	Corpos extensos como sucessão de pontos Filtro eletrostático	<ul style="list-style-type: none"> • Categorizar interação entre cargas a partir das linhas de campo eletrostático; • Descrever cargas não pontuais. • Utilizar conceito de força eletrostática para esboçar algumas linhas de campo; • Comparar diversas configurações de cargas e suas linhas de campo; 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição dialogada; • Simulação computacional; • Resolução de exercícios.

Tabela 1: Cronograma de regência.

4.2 Planos de Aula e Relato Regências

PLANO DE AULA 1

Data: 04/08/23

Turma 312 - 07h30min até 09h10min (2 horas-aula)

Turma 311 - 09h10min até 11h (2 horas-aula)

Tópicos

- Apresentação da unidade didática;
- Métodos de Eletrização: Atrito, Condução e Indução;
- Interação entre corpos eletricamente carregados: Atração e Repulsão.

Objetivos docentes

Apresentar a proposta de unidade didática pensada a partir das respostas do questionário aplicado durante o período de observação para situar os estudantes em relação à sequência de aulas. Revisar conceitos fundamentais para o estudo de eletrostática, fomentar a exploração da natureza da matéria e investigar interações eletrostáticas entre materiais diversos utilizando o método de Experimentação Investigativa.

Procedimentos

Atividade Inicial (25min)

O início do primeiro encontro será marcado pela apresentação (apêndice 2) do cronograma da sequência didática. Durante essa exposição, vou utilizar algumas informações derivadas das respostas dos estudantes, buscando validar os resultados e as estratégias propostas para atender tanto às necessidades educacionais quanto aos desejos dos alunos.

Desenvolvimento (45 min)

Após alinharmos o cronograma, irei, em conjunto com a turma, organizar o espaço da sala de aula para criar estações onde serão disponibilizados objetos úteis para a observar efeitos relativos à eletrização, tais como bastões de acrílico, papel toalha, balões, bolas de isopor, papel alumínio, barbante, alfinete espetado em cortiça, recipientes com água, canela em pó, café em pó, sabão líquido, tubos acrílicos, tampinhas de garrafa PET, chapa de vidro 30cm x 30cm, isopor picado, sacolas plásticas, entre outros.

Com os objetos distribuídos nas mesas ao redor da sala, será proposto aos estudantes que utilizem o método de eletrização por atrito, já apresentado em aula pelo professor titular, para interagir com os objetos, observando movimentos, distâncias, tipos de materiais envolvidos e possíveis formas de eletrização. Eu irei circular pelas mesas, observando o progresso dos estudantes na exploração dos materiais com um enfoque investigativo.

Fechamento (20 min)

Ainda com os materiais disponíveis, será pedido aos estudantes que selecionem um dos fenômenos observados para criar um relato com o objetivo de registrar de maneira descritiva ou ilustrativa os objetos, suas funcionalidades e possíveis causas dos fenômenos observados.

Recursos

Projektor; computador; materiais de uso comum; bastões de acrílico; papel toalha; balões; bolas de isopor; papel alumínio; barbante; alfinete espetado em cortiça; recipientes com água; canela em pó; café em pó; sabão líquido; tubos acrílicos; tampinhas de garrafa PET; chapa de vidro 30cm x 30cm; isopor picado; sacolas plásticas; entre outros como exemplificado na figura 3.

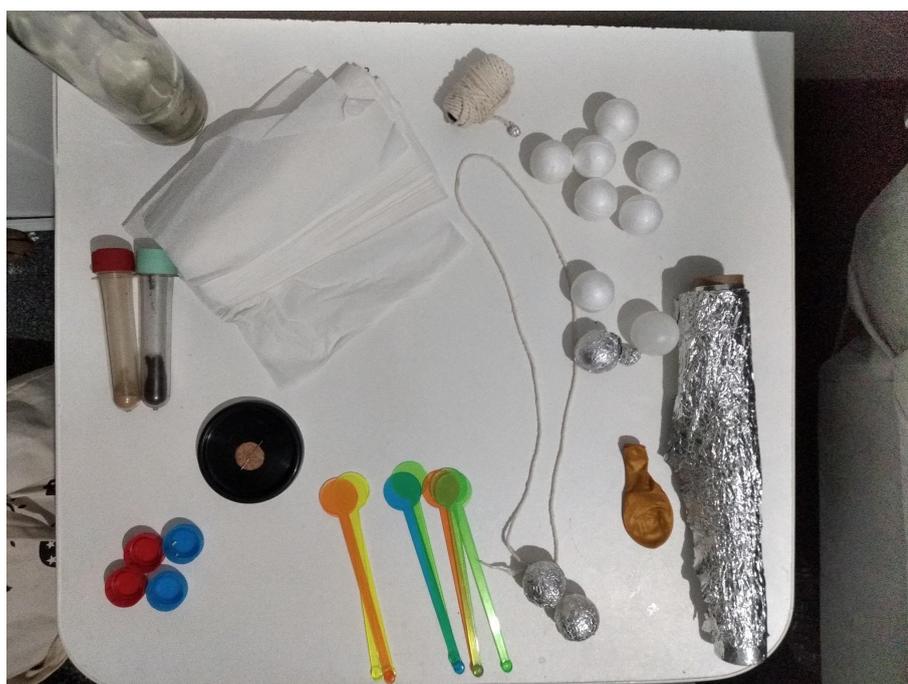


Figura 3 - Exemplos de materiais utilizados. Fonte: Do autor.

Avaliação

Ao término da aula, os estudantes devem entregar o relato elaborado que descreve os fenômenos observados, assim como os objetos envolvidos, juntamente com suas hipóteses sobre a causa dos movimentos e interações.

Observações

Não foi possível exibir a apresentação em *slides* pois a sala de vídeo estava ocupada mesmo com a tentativa de reserva do professor titular. Apresentei oralmente e disponibilizei arquivo em formato PDF dos *slides* aos estudantes via *Google Classroom* posteriormente.

Relato de Regência - Aula 1 (T312)

A primeira aula de regência junto à turma 312 ocorreu na semana após o recesso das escolas estaduais, portanto foi pensada uma atividade que envolvesse o conteúdo visto antes do recesso, bem como a investigação do comportamento de corpos carregados e interações com corpos neutros. O professor regente me recebeu e iniciou a aula formalmente me apresentando como regente junto à turma, que já havia se mostrado disposta em me receber.

Havia uma inquietação por parte dos estudantes presentes e, assim que o professor terminou sua fala e saiu de sala (conversou comigo que o faria assim pois sente que eu teria mais conforto e liberdade para trabalhar em sala dessa maneira) alguns estudantes entraram com quitutes e refrescos enquanto outros manifestaram que a turma precisaria de algum tempo dentro da aula para convidar o professor em questão para ser paraninfo da turma. Entramos em acordo que os trinta minutos finais da aula seriam reservados para o convite e confraternização, para isso ocorrer necessitaríamos de esforço coletivo para não perder o foco da aula e termos o tempo garantido.

Iniciei o encontro apresentando para os estudantes as informações que levantei durante as observações e através do questionário aplicado antes das férias. Como não foi possível utilizar a projeção pois a sala de vídeo estava ocupada, utilizei meu notebook para exibir a apresentação transformando para uma exposição oral para a maioria da turma. Utilizei o quadro para apresentar o cronograma pensado para os quatro encontros sob minha regência.

Durante a primeira parte da aula os estudantes pouco conseguiram manter o foco, não recordavam suas respostas ao questionário de atitudes em relação à física, mesmo concordando com as afirmações que realizei sobre a turma com base nele e nos períodos de observação. Pediram para disponibilizar os *slides* e que começássemos a segunda atividade devido a ansiedade em realizar o convite ao professor, compreendi a sensação e comecei a organizar a turma e os materiais para a segunda parte da aula.

Na segunda atividade proposta disponibilizei diversos materiais com o intuito de oferecer aos estudantes material diverso na exploração dos efeitos da eletrização de corpos, bem como a interação de corpos carregados com corpos neutros. Os materiais utilizados foram: bastões de acrílico; papel toalha; balões; bolas de isopor; papel alumínio; barbante; alfinete espetado em cortiça; recipientes com água; canela em pó; café em pó; sabão líquido; tubos acrílicos; tampinhas de garrafa PET; chapa de vidro 30cm x 30cm; isopor picado; sacolas plásticas, etc.

Orientei aos estudantes que transitassem entre as mesas com os materiais para, ao final do período de aula, pudessem escrever um relato sobre o fenômeno observado em um conjunto de materiais que tenha achado mais interessante. Esse relato é guiado por algumas perguntas orientadoras: Quais materiais foram utilizados? O que você fez com o material? O que aconteceu? Algo se movimentou? Qual a possível causa? Devido ao tempo reservado para o convite e celebração foi necessário que os estudantes tivessem um prazo de entrega, acordamos a entrega para a próxima aula.

De forma a iniciar a investigação demonstrei a turma como poderíamos usar atrito para eletrizar o bastão de acrílico e o papel toalha, bem como o balão em contato com a pele ou cabelos, sugeri que também realizassem o teste com os tecidos de roupas. Os grupos não foram muito participativos na dinâmica de trânsito entre as mesas, em frente a esse comportamento me disponibilizei a trocar materiais de mesa para oferecer maiores possibilidades de observação aos sujeitos. Agrupei os materiais dando algumas orientações:

- Mesa 1: Bolas de isopor, bolas de isopor revestidas com alumínio, bolas de alumínio. Os estudantes foram orientados a tentar fazer com que as bolas percorressem a mesa de um lado a outro.

- Mesa 2: Prato raso com água e sabão. Com uma bolha já formada deveriam observar a deformação na bolha e o movimento em relação ao prato aproximando um ou mais objetos carregados.
- Mesa 3: Isopor, solicitei aos estudantes que esfareassem ele e após obterem certa quantidade posicionamos as tampinhas para apoiar a chapa de vidro sobre o isopor. Orientei que tentassem atritar materiais com o vidro.
- Mesa 4: Isopor esfarelado, pêndulo com duas bolas de isopor revestidas de alumínio, sacola plástica. Propus que tentassem afastar o pêndulo do repouso e mantivessem ele parado em nova posição, com a sacola deveriam tentar fazê-la flutuar sobre o bastão de acrílico.
- Mesa 5: Recipiente com água, alfinete espetado em cortiça, canela e café. Deveriam aproximar os bastões de acrílico pelas laterais do alfinete.

Observemos o relato da estudante α :

“...observei as bolhas de sabão se atraírem ao bastão posto próximo a elas, algumas não se aproximaram e estouraram. Também experimentei esfregar as mãos e colocá-la próxima as bolhas, elas normalmente estouraram. Uma possível causa seria o bastão estar eletricamente negativo, por causa do papel que teria transferido elétrons”.

Podemos perceber que a estudante elaborou uma hipótese relacionada ao tipo de material que estava sendo atritado e, a partir de outros relatos, também testando a hipótese de o efeito ser relacionado à temperatura do objeto que atrai o outro.

A experimentação investigativa durou aproximadamente trinta minutos, ao final lembrei-os que deveriam fazer o relato do que perceberam atentando-se às questões orientadoras. Os últimos trinta minutos da aula foram utilizados para a confraternização com o paraninfo.

O primeiro encontro foi mais conturbado do que projetei em meus pensamentos, não somente pelo tempo reservado ao convite e celebração do paraninfo. O momento inicial onde os estudantes estavam dispersos pareceu determinar o andamento da experimentação, ainda assim obtendo qualidade de aprendizagem significativa pela minha avaliação, pois concomitante ao burburinho que permeou a aula os estudantes se dedicaram em realizar as observações,

conversando sobre o conteúdo e solicitando minha presença em diversos momentos. Tive condições de avaliar a aprendizagem a partir dos relatos escritos e suponho que, em uma situação similar, no futuro eu altere o formato de entrega para proporcionar aos estudantes uma experiência de escrita com maior qualidade.

Relato de Regência - Aula 1 (T311)

Ao chegar na turma 311 o professor titular seguiu a mesma rotina de formalizar a minha regência junto a turma, que me acolheu muito bem. Da mesma maneira que na turma anterior, não foi possível projetar os *slides* e a apresentação das conclusões do período de observação e das respostas do questionário foi feita de maneira dialogada em que apresentei os pontos centrais que reconheci na turma e que manifestaram nos questionários. Apresentei o cronograma utilizando o quadro e ressaltai as atividades experimentais que eles solicitaram nos questionários e a utilização da Instrução pelos Pares devido a característica da turma de se engajar em debates. Dentro do cronograma foram informados que haveria dois momentos de avaliação durante minha presença, o primeiro ocorreria na última e parte da aula que estava iniciando e a segunda avaliação ocorreria no terceiro encontro com uma lista de exercícios a ser feita em aula.

Dando sequência a aula, organizei os materiais em cinco mesas orientando os estudantes que na primeira atividade a turma deveria transitar entre as mesas investigando os processos de eletrização e interações entre materiais neutros e carregados eletricamente para que, em seguida, escrevessem um relato dos fenômenos que haviam presenciado. Demonstrei como utilizar o atrito para eletrizar tanto o bastão de acrílico utilizando papel toalha quanto o balão e a pele dos braços. Lembrei à turma que o professor titular já havia demonstrado um fenômeno utilizando o mesmo processo e que iríamos investigar os demais processos de eletrização.

Enquanto os estudantes interagiram com os materiais disponibilizados estive também transitando entre as mesas instigando a levantar dúvidas e auxiliando a proporem hipóteses para o que estava sendo observado. Solicitei a um grupo que tentasse fazer com que ambas as esferas do pêndulo ficassem afastadas sem que houvesse a presença dos bastões. Orientei como utilizar o papel toalha para movimentar o isopor que estava sob o vidro. Questionei o grupo que utilizava as bolas de isopor o motivo pelo qual elas não tinham uma resposta semelhante às

revestidas com alumínio. Discuti junto a um grupo sobre a interpretação de que a cortiça e a agulha estariam funcionando como uma bússola e que o fenômeno observado era magnético. Enfim, várias interpretações foram socializadas entre os estudantes e confrontadas por eles mesmos e por mim nos momentos oportunos.

Dez minutos antes do intervalo a turma ficou inquieta pois é comum que os professores liberem minutos antes e que os próprios professores e estudantes retornem a sala minutos depois do término do horário de intervalo. Em meio a tensão que estava se criando estipulei que seria necessária pontualidade pois ainda deveriam trocar de mesa mais uma vez antes de iniciar o relato escrito. Assim alguns estudantes saíram para o intervalo e um grupo me chamou para perguntar sobre alguns materiais.

Após o intervalo, os estudantes que ficaram em sala de aula começaram a explorar o material para além do óbvio das mesas, criaram bolhas de sabão no ar e tentavam conduzi-las pela sala, fazê-las flutuar, aproveitei o engajamento da turma e utilizei para discutir o balanço de forças. Ressaltei a instabilidade que temos ao tentar manter a bolha no ar pois se afastarmos ou aproximarmos poucos milímetros as forças facilmente se sobrepõem. Como muitos estudantes estavam querendo fazer a bolha ficar parada instruí para que uma dupla de cada mesa fizesse junto ao seu grupo. Enquanto os estudantes realizavam a última troca de mesas eu solicitei aos estudantes que iniciassem o relato dos fenômenos, escrevi no quadro as perguntas orientadoras e iniciaram a produção nos trinta minutos finais. Durante a produção dos relatos alguns estudantes seguiram interagindo com o material e reproduzindo os efeitos que estavam descrevendo.

Surpreendentemente os estudantes não tiveram grandes perguntas sobre o formato do texto escrito, propus a atividade de relato para atender à solicitação dos estudantes em relação a utilizarmos poucos cálculos, como principal ganho pedagógico da atividade podemos considerar as hipóteses feitas a partir da observação atenta pelos estudantes com podemos perceber em alguns trechos de relatos:

Estudante β

“...o que pode ter causado foi a energia estática no momento que passei na folha deu força e energia ao bastão acrílico assim dando força a madeira se mexer e acho que a energia estática pode ter dado força para a canela subir para cima.”

Podemos perceber a confusão entre os conceitos de força e energia presentes no relato do estudante β . No entanto o ponto que considero mais preocupante é o contido na parte “pode ter dado força”, compreendo ser uma expressão coloquial, mas também sugere que a força seria um ente que é transferido de um objeto a outro, da mesma maneira que entendemos a carga. É possível compreender que há estruturas que precisamos reforçar e outras que devemos modificar para atingir o conhecimento desejado. Sigamos com o relato do estudante γ :

“...o que aconteceu foi que a bolha lentamente se moveu em direção ao bastão, porém lentamente parou de seguir o bastão. O que eu acho que aconteceu foi que a bolha possuía uma carga negativa e o bastão positiva, então por isso os dois se atraíram”

Percebemos do estudante γ que ele pode ter observado a dissipação da carga que estava concentrada em uma região ou até mesmo a diminuição da intensidade por ter aumentado a distância o suficiente para não mais mover a bolha. O que podemos ver mais diretamente no relato do estudante δ :

“Esfreguei o bastão contra o papel com força e por algum tempo, e criei uma bolha de sabão. Ao aproximar o bastão da bolha, a bolha de sabão começou a ser atraída pelo bastão: dependendo da distância, a atração era fortificada ou enfraquecida.”

Tais relatos sugerem que a estratégia de experimentação investigativa aplicada de forma contínua poderá fornecer grande contribuição para desenvolver alguns conteúdos mais abstratos em conjunto com outras habilidades.

Além da função da avaliação somativa busquei utilizar os textos produzidos para compreender mais especificamente a interpretação dos estudantes sobre os conceitos de processos de eletrização, quantidade de cargas, interação com corpos

neutros, interação entre cargas do mesmo tipo, balanço de cargas, noções de força eletrostática. Poucos estudantes não conseguiram finalizar a escrita durante o período oferecido, não havendo maiores problemas, combinamos a realização da entrega final para a próxima aula.

Como primeira experiência de regência nesta turma acredito ter sido um desempenho admirável da experimentação investigativa, mesmo sendo um momento isolado de observação através de uma atividade orientada os estudantes tiveram condições de observar os fenômenos levantando hipóteses interessantes e organizar os conceitos vistos com o professor titular. Houveram também diversos equívocos em relação a alguns conceitos, sendo isso esperado de um primeiro contato com a descrição experimental de fenômenos. Pretendo implementar este método com mais tempo futuramente.

PLANO DE AULA 2

Data: 11/08/23

Turma 312 - 07h30min até 09h10min (2 horas-aula)

Turma 311 - 09h10min até 11h (2 horas-aula)

Tópicos

- Eletroscópio de folhas;
- Interações de atração e repulsão entre corpos eletrizados;
- Definição de carga elétrica;
- Distribuição de cargas em corpos condutores;
- Método de Eletrização por indução;
- Conservação de cargas;
- Força Eletrostática.

Objetivos docentes

Instigar a curiosidade dos estudantes com relação a forma de atuação da força eletrostática. Relembrar o efeito de eletrização de corpos neutros ao descrever o funcionamento do eletroscópio de folhas, bem como interpretar o avanço científico-tecnológico proporcionado. Incentivar a construção do conhecimento através da instrução pelos colegas. Definir a Lei de Coulomb para eletrostática;

Procedimentos

Atividade Inicial (15min)

Ao início do encontro irei demonstrar o uso do eletroscópio de folhas induzindo carga elétrica para observar o afastamento das folhas internas manifestando a atuação de uma força. Apresentarei, e orientarei, a metodologia de Instrução pelos Colegas utilizando os cartões Plickers.

Desenvolvimento (70 min)

Com o uso da metodologia Instrução pelos Colegas irei aplicar quatro questões sobre o conteúdo visto na última aula e a própria demonstração experimental feita no início. Ao final de cada questão irei retomar os conceitos relacionados e, analisando as alternativas, construir o caminho lógico para a resposta correta.

A primeira questão a ser apresentada será

(Unimep-SP) Analise as afirmações abaixo: I. Cargas elétricas de sinais diferentes se repelem. II. Cargas elétricas de mesmo sinal se repelem. III. Cargas elétricas de sinais diferentes se atraem. IV. As cargas elétricas dos corpos são múltiplos e submúltiplos da carga do elétron. V. A carga elétrica dos corpos só pode ser múltiplo inteiro do valor da carga do elétron. Estão corretas as afirmativas: (A) I, II e III (B) I, III e IV (C) II, III e V (D) III, IV e V

Serão utilizados três minutos para que os estudantes reflitam sobre a questão e construam uma argumentação, em seus pensamentos, para após a primeira verificação das respostas iniciar um momento de debate. A argumentação e oratória devem ser utilizadas na tentativa de convencer alguns de seus colegas da resposta escolhida. Após o debate será realizada a segunda verificação onde espera-se que haja mudança no panorama de respostas. Em caso de poucos estudantes terem acertado a alternativa, irei retomar com detalhamento os conceitos e analisar alternativas juntamente com os estudantes construindo argumentação lógica para a resposta correta. Se mais de 70% dos estudantes acertarem a alternativa, irei solicitar que sejam expostos os argumentos usados para chegar na resposta, ressaltando os principais pontos conceituais e comentando os erros das demais alternativas.

Devido a metodologia de Instrução pelos Pares utilizar momentos intercalados exposição de conteúdo e respostas, pretendo construir a equação da força eletrostática gradativamente em cada explanação. Primeiro irei reforçar a relevância da quantidade de cargas utilizando questões como o exemplo a seguir: “A

força eletrostática é influenciada por um dos seguintes aspectos. Assinale a alternativa correta: A) A temperatura dos corpos; B) O produto das cargas elétricas dos corpos; C) Diretamente proporcional à distância; D) O material ser puro ou composto.”

Fechamento (5 min)

Finalizarei o encontro comentando aspectos positivos dos relatos escritos na última aula sobre a experimentação investigativa.

Recursos

Eletroscópio de folhas; bastão acrílico; papel toalha; projetor; computador; materiais de uso comum;

Avaliação

Participação na atividade, postura diante do confronto de ideias, habilidade em construir argumentos honestos e competência em explorar pontos fracos tanto na própria argumentação quanto na adversária.

Observações

Devido a uma gincana realizada na escola, o encontro foi adiado em uma semana e ocorreu em 18 de agosto. Não foi possível realizar a demonstração experimental do eletroscópio de folhas pois o aparelho quebrou no transporte até a escola. Durante a aplicação da Instrução pelos Colegas, a sala de aula estava muito clara devido ao sol e foi necessário encontrar uma posição não convencional para ajustar a tela de projeção. Isso pode ter comprometido a qualidade da atividade para os estudantes, pois tiveram dificuldade em ler o texto das questões, mesmo após repetidas leituras feitas por mim.

Relato de Regência - Aula 2 (T312)

O segundo encontro com a turma 312 foi postergado do dia 11 de agosto para o dia 18, tal alteração deveu-se à Gincana da Sustentabilidade 2023, realizada pela escola. Durante a semana que compreende o dia do estudante a escola se envolveu em torno da organização das equipes e da realização de tarefas. Devido a esse evento, o cronograma de regência teve que ser revisto.

Neste encontro estavam presentes 23 estudantes, tendo poucos atrasos. Iniciei a aula apresentando as orientações do dia, explicitando que faríamos um método de estudo que depende da dedicação dos próprios estudantes para construir

o conhecimento. Apresentei a eles as ideias gerais da Instrução pelos Colegas informando a eles que uma das partes essenciais para o êxito deste método é o debate entre pessoas que têm discordância em relação às respostas para as questões trabalhadas. Para realizar com maior agilidade e anonimato as respostas, optei por utilizar o aplicativo *Plickers* e seus cartões impressos, solicitei aos estudantes que distribuíssem os cartões enquanto eu ajustava o projetor cedido pela UFRGS.

Apesar do projetor ter uma qualidade surpreendente para seu tamanho, as condições de luminosidade na sala de aula foi um fator que atrasou o início da atividade planejada para o dia. Os estudantes se engajaram em propor soluções para a posição de projeção, porém a sala de aula tem suas janelas orientadas para a face leste e os períodos de aula são os primeiros da manhã, portanto o sol atravessa as finas cortinas de tecido claro sem perder muita intensidade, dificultando o contraste necessário para a qualidade da projeção. Após algumas tentativas optei por projetar uma tela menor que conseguisse apresentar nitidez, curiosamente a melhor posição foi na parede oposta às janelas, bem próximo a porta, alguns estudantes ficaram em um ângulo desajustado para a leitura e mesmo assim afirmaram que estava bom.

Após dez minutos iniciei propriamente a aula. Propus aos estudantes que, juntos, tentássemos reconstituir os eventos de interações que foram experienciados na última aula, como já haviam passado duas semanas levamos alguns minutos até citar os materiais e processos mais marcantes. É relevante que os estudantes mantenham os fenômenos em sua memória, pois elas podem atuar como subsunçores criados pelo próprio sujeito e compartilhados em grupo. Uma questão importante é que alguns estudantes nem ao menos lembraram quais os objetos de seus relatos, porém muitos lembraram com detalhes da bolha flutuando estática, da canela em pó, do isopor sob o vidro e da sacola de mercado. Essa última não tivemos sucesso em manter flutuando, porém foi com ela que pudemos perceber a ação da força eletrostática a distâncias consideráveis, pois conseguimos concentrar uma quantidade tal de cargas que, em diversos momentos, estudantes ficaram com dificuldade cômica de descolar a sacola dos braços pois ela se movimentava com muita facilidade.

Com tais memórias mais presentes reiterarei que eu iria realizar a leitura de cada questão de nível vestibulares/ENEM, auxiliando a interpretar alguns pontos,

que antes de escolher sua alternativa o estudante deveria estruturar sua argumentação para, após a primeira rodada de respostas, convencer um colega da sua resposta, e que depois do debate iria haver uma segunda votação na qual eu comentaria a resposta.

Após uma rodada de teste, onde solicitei aos estudantes que escolhessem a letra A nos seus cartões e exibissem eles somente ao meu sinal, para garantir a sincronia da votação, a rodada também serviu para verificar se minha câmera conseguiria capturar todos os cartões e habituar os estudantes com o cartão. Iniciei então a aplicação das questões relativas a cargas e métodos de eletrização (apêndice C) com uma questão abordando interação entre cargas elétricas. A estrutura da primeira questão verificava quais afirmações eram verdadeiras, na primeira rodada de respostas os estudantes escolheram respostas variadas e, após o debate para tentar convencer os colegas, houve um afunilamento para duas alternativas sendo uma delas a correta, como o esperado. Porém na outra alternativa havia contradições muito marcantes que os estudantes não conseguiram perceber, as afirmações estavam indicando mais de um comportamento para o mesmo tipo de interação. Penso que a dificuldade de leitura adequada da projeção pelos estudantes pode ter sido muito influente durante todo o andamento do método IpC.

As demais questões passaram pelo mesmo processo de leitura tentando reduzir as dúvidas sobre texto e as alternativas, em geral a turma dividia-se em duas linhas de pensamento, sendo a resposta correta a mais presente estatisticamente. Durante os momentos de debate alguns estudantes aproximavam-se da tela para conferir o texto da questão, porém foram resistentes a sair de seus lugares para debater com colegas que marcaram respostas diferentes. Penso ser importante mudar o ambiente da turma em futuras aplicações do método IpC, buscarei formas de incentivar os estudantes a transitar por grupos que discordam da sua opinião em primeiro momento.

A aula seguiu até o final com um total de cinco questões aplicadas, a turma seguiu razoavelmente as orientações de escolha da alternativa, geralmente deixando o debate para o momento reservado. Ao final da aula os estudantes relataram gostar do método e solicitaram continuar na próxima aula. Mesmo com as afirmações dos estudantes mais afastados da tela projetada dizendo que era possível enxergar, acredito que a dificuldade em ver o texto das questões, e reler

suas alternativas, pode ter impactado mais do que o desejável nas escolhas das respostas pelos estudantes.

Muito do aproveitamento da aula foi devido à participação ativa dos estudantes, desde a organização do equipamento utilizado, passando pela cooperação dos estudantes e engajamento na atividade. Mesmo com a pouca mobilidade entre os grupos acredito que foi uma experiência docente produtiva além da própria aprendizagem escolar. Num futuro acredito ser possível estabelecer uma rotina de utilização do método IpC , além dos *plickers*, em mais aulas visando a agilidade que o método trás para identificação dos pontos frágeis no desenvolvimento dos assuntos trabalhados.

Relato de Regência - Aula 2 (T311)

Entrei na sala de aula da turma 311 já buscando qual seria a melhor superfície para projetar as questões selecionadas para a aula, os estudantes auxiliaram na busca enquanto me dirigiam comentários bem-humorados relativos à situação. Devido a semelhança de posição e luminosidade entre as salas tentei utilizar a mesma posição da sala anterior, porém alguns grafismos impediam a compreensão do texto. Por sugestão dos estudantes tentei projetar no teto, mas tornaria ergonomicamente ruim a posição, porém aproveitando que as vigas produziam sombra consegui projetar na parede bem próxima ao teto, ao fundo da sala. Isso alterou levemente a disposição dos estudantes pois necessitaram reposicionar o corpo para acompanhar a leitura e os processos de resposta utilizando os cartões.

Com o equipamento instalado passei a distribuir os cartões e apresentar a dinâmica da IpC, havia 21 estudantes presentes. Após o teste de funcionamento do processo de registro das respostas, tentei realizar uma demonstração utilizando um eletroscópio de folhas caseiro representado na figura 4, porém não foi possível observar a movimentação das folhas. Optei então por conduzir uma conversa na tentativa de trazer à memória dos estudantes os eventos de investigação que eles realizaram no encontro passado. Apesar de ter passado duas semanas os estudantes trouxeram relatos bem vívidos das observações, um chegou a relatar que brincou com seu sobrinho usando os conhecimentos da última aula.

Iniciou-se a aplicação do método IpC com grande expectativa por parte dos estudantes, ambas as turmas têm interesse em ingressar no ensino superior e nesta

em particular é um tema que mobiliza bastante os estudantes. Apresentei a primeira questão e os estudantes não tiveram intenção de organizar um argumento individualmente. Percebendo a generalização dos debates, reforcei para a turma que o primeiro momento deveria ser um momento individual e que teríamos o momento de debate para utilizar os argumentos formulados anteriormente e convencer os colegas que chegaram em outra conclusão.



Figura 4 - Eletroscópio de folhas caseiro. Fonte: Do autor.

Para a primeira questão a turma chegou quase que por unanimidade na alternativa correta, o que me fez reduzir a rigidez de pensamento sobre o primeiro momento de organização de argumento individual. A cada nova questão orientava que deveria ser feito o pensamento individual no tempo oferecido, porém já não era tão enfático ao pedir silêncio e concentração depois da leitura da questão. Mesmo com minhas orientações a característica da turma se sobrepôs e a cada questão os grupos mais próximos iniciavam debate buscando compreender a questão e alinhar uma resposta, penso que tal comportamento influenciou fundamentalmente a dificuldade da turma em trocar de respostas após as rodadas reservadas para debate.

Na segunda questão, que tratava da definição do conceito de carga elétrica, a turma respondeu majoritariamente que a carga elétrica dependeria somente da quantidade de elétrons presentes em um corpo. Como fui brando em relação ao debate ocorrer somente no segundo momento, a turma não teve habilidade para contrapor o pensamento hegemônico no momento reservado ao debate. Para tentar instigar o debate eu questionei para a turma toda quais são os tipos de carga elétrica que existem, no entanto verbalizam que existem cargas positivas e negativas e não

perceberam a incompatibilidade com a resposta selecionada. Em uma segunda tentativa de fomentar os estudantes perguntei o que aconteceria caso um material não tivesse elétrons, e prontamente chegaram à conclusão que teria carga elétrica zero.

Após essas duas tentativas e o tempo de debate decorrido realizei nova escolha de respostas e não houve grande mudança no panorama. Iniciei o momento de comentar as respostas e definir a correta, recolocando as perguntas que já havia realizado anteriormente. Os estudantes compreenderam através do recurso visual de representação de cargas elétricas que não seria possível descrever os corpos em função de apenas um tipo de carga. Chegaram até mesmo a compreender que, caso existisse somente um tipo de portador de carga não haveria como justificar processos de atração eletrostática.

Nas demais questões o processo da turma seguiu o mesmo, não fui eficaz em comunicar a necessidade de realizar a primeira escolha de resposta e buscar argumentos para convencer os demais colegas na forma individual somente no segundo momento. Ficou evidente que, após as correções realizadas por mim, os estudantes demonstraram fisicamente estar menos motivados em seguir com os processos de escolha das respostas. O grupo mais próximo a mim esteve engajado durante as três primeiras interações da IpC, na quarta e quinta questões repousaram a cabeça sobre a mesa sentadas de costas para a projeção que estava ao fundo da sala.

Nesta aula pude vislumbrar a influência da frustração ao perceber que a resposta dada está errada. Muitas estudantes que estavam engajadas nos debates e que formularam diferentes explicações para embasar suas respostas, chegaram a ficar cabisbaixas e visivelmente desmotivadas a seguir com as tentativas. A compreensão do conteúdo foi avaliada como era o propósito, porém entendo que houve um declínio na relação das estudantes da primeira aula para o final desta segunda. Penso ser importante levar esse aspecto em consideração durante futuros planejamentos e manter uma atividade de substituição caso algo semelhante volte a acontecer.

PLANO DE AULA 3

Data: 18/08/23

Turma 312 - 07h30min até 09h10min (2 horas-aula)

Turma 311 - 09h10min até 11h (2 horas-aula)

Tópicos

- Representação da força eletrostática nas formas vetorial e linhas de campo.
- Cálculo da soma vetorial de forças em diversos corpos.
- Exercícios numéricos e conceituais relacionados à eletrostática.

Objetivos docentes

Relembrar a representação vetorial, as operações de soma e subtração de vetores e associar a representação vetorial da força eletrostática com as linhas de campo. Categorizar as interações entre as cargas com base nas linhas de campo eletrostático e aplicar os conceitos vistos, associados à álgebra, para resolver questões propostas.

Procedimentos

Atividade Inicial (20 min)

Apresentarei uma explicação utilizando o simulador Cargas e Campos⁵ do PhET Colorado⁶, onde irei construir a noção de linhas de campo elétrico através dos vetores de força elétrica possíveis de ser representados na simulação. Redigirei no quadro um resumo dos conceitos vistos até o momento relacionando cada componente com seu correspondente na equação da força eletrostática, este resumo deve ficar disponível durante a resolução da lista de exercícios que ocorrerá na sequência da aula. Resolverei um exemplo de força eletrostática onde há mudança na distância entre as cargas.

⁵ **Cargas e Campos.** Disponível em: <<https://phet.colorado.edu/en/simulations/charges-and-fields>>. Acesso em: 31 ago. 2023.

⁶ **Phet Colorado** é um projeto de Simulações Interativas PhET na Universidade do Colorado Boulder que cria simulações de matemática e ciências interativas gratuitas. Disponível em: <<https://phet.colorado.edu/pt/>>. Acesso em: 31 ago. 2023.

Desenvolvimento (50 min)

Os estudantes receberão uma lista de exercícios com cinco questões adaptadas de diversos concursos vestibulares e ENEM⁷ serão exercícios numéricos e conceituais. A resolução deverá ser realizada em duplas de estudantes com o propósito de fomentar a discussão como parte do processo coletivo de construção do conhecimento. Cada questão numérica da lista deverá apresentar uma interpretação do fenômeno associada a seu resultado para ser considerada completa a resposta.

Como exemplo segue uma das questões a serem aplicadas: “Considere três objetos compostos do mesmo material. Um objeto A está carregado com uma carga $+3 \mu\text{C}$, outro B com $-9 \mu\text{C}$ e o terceiro D está neutro. (C representa coulomb a unidade de carga elétrica no SI, μ significa micro e representa 10^{-6}) a) Ao encostar os objetos A e B como ficará a distribuição de cargas? b) Após ocorrer a) os objetos B e C são aproximados, haverá atração entre eles? c) Calcule o valor final da quantidade de carga em um dos objetos se todos eles encostarem e logo após forem afastados.”

Ficarei disponível para auxiliar os estudantes que necessitarem de auxílio na interpretação das questões.

Fechamento (20 min)

Nos últimos minutos irei recolher as listas de avaliação e a turma irá eleger duas questões para serem resolvidas no quadro, a escolha de tais questões estará no poder da turma devido à postura participativa de ambas as turmas.

Recursos

Projektor; computador com acesso à internet; materiais de uso comum.

Avaliação

Engajamento na resolução de exercícios; disposição em buscar estratégias junto aos colegas e professor; lógica de resolução; desenvolvimento e resultados encontrados.

⁷ Exame Nacional do Ensino Médio. É uma avaliação nacional cujas notas podem ser usadas para acesso ao Sistema de Seleção Unificada (Sisu) e ao Programa Universidade para Todos (ProUni).

Observações

A gincana na escola fez com que o encontro fosse adiado em uma semana, para o dia 25 de agosto. No entanto, enfrentamos novamente problemas com a luminosidade, o que impossibilitou o uso do projetor e das simulações e vídeos planejados para a aula. O professor titular disponibilizou a apresentação aos estudantes posteriormente, através da sala de aula digital. Nas duas turmas, utilizamos o método de IpC, devido à falta de tempo para finalizar o planejamento da semana anterior tivemos de aumentar o tempo dedicado à Lei de Coulomb.

Relato de Regência - Aula 3 (T312)

A partir do terceiro encontro realizei uma alteração nas atividades propostas para as duas últimas aulas. Devido ao bom desempenho da IpC na turma 312, e das discussões frutíferas na turma 311, bem como a necessidade de abordar o conteúdo Lei de Coulomb ao qual não houve tempo suficiente no encontro anterior. Ponderei que seria mais adequado pedagogicamente para as turmas, e também para minha formação, que continuássemos com mais um período de IpC dando sequência ao conteúdo de Eletrostática na forma da Lei de Coulomb.

Novamente tive dificuldade com o contraste na projeção dentro da sala de aula, e a apresentação de slides que pretendia utilizar ficou inviabilizada para a visualização da grande maioria da turma. Decidi representar os pontos mais importantes da apresentação utilizando quadro e marcador. Para abrir a aula trouxe aos estudantes uma questão utilizando IpC (disponível no apêndice D) que avaliava a força resultante em uma carga ao centro de um quadrado com cargas nos vértices. Onze estudantes de um total de dezesseis responderam que a força resultante seria diagonal, o que pode indicar que a leitura da questão não enfatizou se tratar da força resultante, visto que a projeção não estava adequada dificultando a leitura posterior da questão. Passada a rodada de debates treze estudantes novamente escolheram a resposta que afirmava a força resultante sendo diagonal. Com isso, os resultados das respostas indicaram que a grande parte dos estudantes compreendeu a ação das forças como forças centrais, que atuam aos pares, mas que não foi possível a estes estudantes compreenderem a colocação da pergunta sobre força resultante. Em contraste, após o debate quatro estudantes responderam que a força resultante é nula no caso apresentado, embora alguns estudantes compreendessem a pergunta não foram capazes de argumentar com o restante do grupo sobre o motivo

de sua escolha. Encaminhei a resolução da questão avaliando os pares de forças levando a conclusão de que eram pares de forças que se anulam.

Realizei uma exposição acerca de dois objetos fundamentais para o estudo de cargas elétricas e eletricidade estática: o eletroscópio de folhas⁸ e a garrafa de Leyden⁹. Na aula anterior tentei realizar a demonstração do funcionamento do eletroscópio de folhas, porém não foi possível. Mais tarde descobri que a haste de sustentação havia quebrado junto à esfera metálica ficando sem contato com as folhas suspensas na garrafa. Para trazer a imagem de funcionamento dos objetos citados, adicionei na apresentação aos estudantes *link* para vídeos de ambos os objetos. Os vídeos são produções do canal de *Youtube* “Física na Prática”¹⁰ onde professores do Instituto de Física da USP¹¹ apresentam em vídeos curtos aspectos de funcionamento destes objetos e muitos outros. Como não foi possível utilizar a apresentação, disponibilizei ela para os estudantes via sala de aula virtual já utilizada anteriormente pelo professor titular.

Sobre o eletroscópio de folhas rapidamente expliquei como ocorre a divisão das cargas na presença de um objeto carregado e a importância que teve o objeto na tentativa de modelar e quantificar a força eletrostática. Ressaltei que a partir do deslocamento das folhas dentro do eletroscópio poderíamos começar a compreender uma escala gradativa de intensidades. Um estudante perguntou sobre

Passei então a falar sobre a garrafa de Leyden que foi fundamental para aumentar o armazenamento de cargas elétricas, durante a aula citei que ele foi um instrumento precursor da tecnologia de armazenamento que utilizamos. Cometi o engano de afirmar que a garrafa de Leyden é um precursor das baterias que utilizamos hoje e um estudante perguntou se seria possível utilizar líquido dentro da garrafa de Leyden, parecido com o líquido que se encontra dentro das pilhas. Concordando com ele e situando que é um dos métodos utilizados para aumentar a capacidade de armazenamento das garrafas de Leyden tive que interromper a linha de pensamento do estudante, pois não teria como abordar os aspectos que são relativos às pilhas eletroquímicas dentro do período do estágio.

⁸ Aparelho utilizado para verificar a presença de cargas, construído em 1787 por Abraham Bennet.

⁹ Aparelho precursor do capacitor, objeto capaz de armazenar cargas. Foi construído em 1746 por Pieter van Musschenbroek na Universidade de Leiden.

¹⁰ Canal de vídeos na plataforma *Youtube*. <<https://www.youtube.com/@FisicanaPratica>>. Visitado em: 30 ago. 2023.

¹¹ Universidade de São Paulo. Universidade pública e gratuita que figura entre as mais bem qualificadas no mundo.

Citei aos estudantes a ideia da balança de Coulomb, o tipo de instrumento que foi utilizado na construção da relação entre força, quantidade de carga elétrica e distância. Dando início a segunda parte da aula, utilizei o objeto como abertura para entrar numa breve revisão da função quadrática inversa e gráfico, a proposta era de ressaltar a diferença que uma pequena variação no eixo das abscissas causava uma grande variação no eixo das ordenadas. Escrevi no quadro a relação de proporcionalidade entre a Força Eletrostática e o inverso do quadrado da distância

$$F \propto \frac{1}{d^2} .$$

Chegamos na terceira parte da aula, já com os cartões distribuídos realizei a leitura da questão relacionada à compreensão da dependência da força eletrostática com a distância:

(UF - JUIZ DE FORA) Duas esferas igualmente carregadas, no vácuo, repelem-se mutuamente quando separadas a uma certa distância. Triplicando a distância entre as esferas, a força de repulsão entre elas torna-se: a) 3 vezes menor. b) 6 vezes maior. c) 9 vezes menor. d) 9 vezes maior.

Após a leitura foi disponibilizado o tempo de reflexão para os estudantes, no entanto alguns estudantes já engajaram uma conversa buscando a alternativa correta. Na primeira verificação os resultados indicaram respostas em todas as alternativas, e após o debate e segunda verificação os estudantes a maioria respondeu que a força diminui, porém com fator 3. Retornei à explicação sobre a relação inversamente proporcional ao quadrado da distância utilizando gráficos para enfatizar que cada unidade na distância altera significativamente na força. A explicação não aparentou surtir grande efeito pois, mesmo concordando com a relação, os estudantes repetiram a mesma linha de raciocínio inversamente proporcional ao linear para todas as etapas da última questão.

Este encontro foi marcado pelo desafio de buscar diversificar a explicação de um mesmo tópico, buscar novos elementos para apresentar o conteúdo foi uma tarefa exigente para mim. Percebo que o repertório com diferentes explicações será muito importante não somente considerando turmas diferentes, mas também para ter condições de proporcionar condições mais adequadas para estudantes da mesma turma.

Relato de Regência - Aula 3 (T311)

Ao chegar na sala de aula os estudantes me receberam e logo comentaram que a aula seria reduzida devido à extensão do intervalo, haveria divulgação do resultado da gincana então o intervalo seria acrescido em 30 minutos. Como já havia sido informado pelo professor titular, comentei que poderíamos acelerar o ritmo da aula pois a turma é capaz e tem condições de acompanhar uma aula mais ágil.

Decidi não utilizar o projetor e me guiar pela apresentação de forma a economizar o tempo de instalação visto que as condições de luminosidade novamente eram adversas. Como fiz na primeira turma apresentei a questão composta por cargas fixas nos vértices de um quadrado, já na primeira verificação a turma teve uma quantidade de respostas corretas maior que 70% o que permitiu encaminhar rapidamente a explicação da questão. Desenhei as representações do eletroscópio de folhas e da garrafa de Leyden de forma a possibilitar uma visualização da polarização que ocorre em decorrência da atração de uma quantidade de cargas dentro do material condutor, ressaltei o movimento das folhas e nesse momento indiquei que deixaria a apresentação disponível na sala de aula digital.

Expliquei aos estudantes como funciona a balança de torção e a relação entre força eletrostática e inverso do quadrado da distância, usando o exemplo da bolha de sabão com um bastão carregado, como fizemos no primeiro encontro. Nas duas aplicações da IpC, os estudantes tiveram uma alta taxa de acertos na primeira verificação. Nas questões 2 e 3 (apêndice D), as respostas foram distribuídas de forma semelhante, com mais de 70% de acertos após o debate dos estudantes, exigindo apenas uma breve explicação sobre as alternativas. Ao final da aula a turma demonstrou estar surpresa com os acertos visto que na aula anterior não obteve um desempenho parecido, também relataram gostar do ritmo mais ágil empregado na aula.

Fiquei satisfeito após a aplicação da IpC nesse dia pois pude perceber que houve ganho significativo para os estudantes na utilização do método. Como o método foi utilizado em dois encontros pude observar que a postura da turma no que se refere aos diferentes momentos tem grande influência através da dinâmica do debate nos resultados encontrados durante as verificações. Certamente será um método que utilizarei durante minhas aulas futuras.

PLANO DE AULA 4

Data: 25/08/23

Turma 312 - 07h30min até 09h10min (2 horas-aula)

Turma 311 - 09h10min até 11h (2 horas-aula)

Tópicos

- Corpos extensos como sucessão de pontos
- Filtro eletrostático

Objetivos docentes

Descrever cargas não pontuais através da construção idealizada de um corpo extenso como um conjunto de pontos. Utilizar conceito de força eletrostática para esboçar algumas linhas de campo destacando suas características. Comparar diversas configurações de cargas e suas linhas de campo.

Procedimentos

Atividade Inicial (~ 10min):

Lembrarei rapidamente as características da simulação pois já foi apresentada durante o último encontro.

Desenvolvimento (~ 50 min):

Utilizando novamente o simulador Cargas e Campos, do Phet, irei refinar o conceito de campo de forças a partir do posicionamento de diversas cargas de prova. No mesmo simulador iniciarei a explicação sobre corpos extensos como o alinhamento de pontos adicionando cargas ao longo de um eixo imaginário e verificando o comportamento dos vetores de força sobre a carga de prova.

Disponibilizarei um tempo de 20 minutos para que os estudantes explorem o simulador através da utilização do laboratório de informática, ou de seus próprios celulares. O objetivo deste momento é familiarizar os estudantes à utilização de simulações interativas para darem continuidade ao ano letivo após o período do meu estágio como solicitado pelo professor titular.

Fechamento (~ 30 min):

Em decorrência dos acontecimentos durante o período de observações, seguindo a orientação do professor titular, será disponibilizado o momento final da aula para que os estudantes que não entregaram suas tarefas no prazo estipulado

possam concluí-las. Ficarei à disposição para auxiliar com eventuais dúvidas quando solicitado.

Recursos

Projetor; computadores; acesso à internet; materiais de uso comum.

Avaliação

Atividades que servirão de evidência de aprendizagem. Engajamento no diálogo e exploração da simulação disponibilizada.

Observações

A gincana na escola fez com que o encontro fosse adiado em uma semana, para o dia 01 de setembro. Devido à necessidade de ampliar o tempo dedicado à Lei de Coulomb, o planejamento dedicado à aula 3 foi aplicado integralmente neste 4º encontro. Foi possível utilizar a sala de vídeo com uma turma somente, na outra foi necessário utilizar o quadro para expor o planejado prejudicando o caráter da simulação ofertada.

Relato de Regência - Aula 4 (T312)

Aguardei os estudantes entrarem por mais tempo que o habitual, houve alguma demora para que estes chegassem até a sala de aula nesse dia. Quando houve um grupo representando quase metade da turma já haviam passado cerca de dez minutos, informei que iríamos utilizar a sala de vídeo e solicitei que informassem os colegas que não estavam ainda em sala por meio do grupo da turma no Whatsapp¹². Ao chegarmos à sala de vídeo, encontramos um espaço mais adequado do que aquele que estávamos utilizando até o momento, o que nos permitiu seguir a rotina planejada.

No primeiro período, analisei com os estudantes quatro cenários diferentes utilizando o simulador Cargas e Campos do Phet Colorado. Inicialmente, explorei a relação direta entre a força eletrostática e o produto das cargas. Coloquei uma carga em determinado ponto e, em seguida, adicionei uma carga de prova. Medimos o tamanho da flecha que representa a intensidade do vetor força e, em seguida, adicionamos uma carga na posição da primeira, o que duplicou a carga elétrica na região e, conseqüentemente, aumentou a força elétrica sobre a carga de prova. Em seguida, questionei os estudantes a causa do vetor apontar na direção oposta à

¹² Plataforma digital destinada à troca de mensagens instantâneas.

carga, e não demorou para uma estudante lembrar que a carga de prova tinha sido definida como uma carga positiva (o mesmo tipo de pergunta aconteceu com a carga negativa). Prosseguimos com uma série de simulações, posicionando cargas de prova a distâncias de 1 metro uma da outra, conforme a escala apresentada na própria simulação. Isso nos permitiu observar a relação entre o aumento da distância e a diminuição da força, o que me possibilitou apresentar a relação matemática de proporcionalidade entre a força eletrostática e o inverso do quadrado da distância, conceito que os estudantes conseguiram compreender melhor com base em seus relatos.

Na terceira parte da simulação, realizou-se uma discussão continuando o que foi abordado anteriormente. Destaquei que o vetor da força elétrica mudou de direção. Adicionando alguns pontos no simulador mostrei que, em relação a cada ponto no espaço, podemos observar que o vetor da força estará orientado para fora da carga positiva e para dentro da carga negativa. Enfatizei que essa situação ocorre quando podemos considerar a carga como um ponto único, muito menor em relação às outras grandezas envolvidas. Além disso, expliquei que quando duas forças atuam sobre um único corpo, é necessário realizar a soma vetorial para determinar a força resultante.

Na quarta e última parte do estudo usando a simulação, foram posicionadas duas cargas isoladas a uma distância de 4 metros, conforme indicado pela escala do simulador. Após ter acabado de discutir sobre como a força resultante é a soma das forças envolvidas, tornou-se mais simples explicar o motivo pelo qual reconhecemos as linhas de força, conforme indicadas pelo campo elétrico representado no simulador. Com o auxílio de um sensor, fiz algumas observações ao longo das linhas do campo para destacar as curvas das linhas e, também, para demonstrar que há uma diminuição gradual na intensidade da força à medida que nos aproximamos do ponto médio entre essas duas cargas.

Ao término do primeiro período, retornamos à sala de aula para realizar a lista de exercícios (apêndice E), conforme já havia sido informado aos estudantes. Ao chegarmos à sala, percebi que a turma estava bastante agitada. A mudança de ambiente não favoreceu o foco dos estudantes. Além disso, devido à falta de cópias dos exercícios que haviam sido solicitadas à escola, uma estudante se ofereceu para compartilhar fotos dos enunciados dos exercícios com seus colegas.

Com isso resolvido, os estudantes tiveram cerca de 35 minutos para resolver as cinco questões propostas. Autorizei que os trabalhos fossem realizados em duplas e trios e me coloquei à disposição para interpretar e discutir alguns pontos das questões, se necessário. Fui solicitado incessantemente pelos estudantes até o final da aula. Em geral, os estudantes resolveram de duas a três questões das cinco atribuídas.

Ao final, percebi que eles não houve uma divisão de tarefas e que não estavam debatendo com os colegas das duplas próximas. Aparentemente não havia referências entre eles como no período que estive observando e, muitas vezes, solicitavam minha aprovação ao confirmar suas respostas às questões. Encerramos com alguns minutos além do horário devido à negociação de prazo de entrega da atividade que não foi possível devido ao cronograma.

Compreendo que para esta turma o formato de avaliação utilizando lista de exercícios não é um formato que apresenta um valor significativo na aprendizagem, muitos dos estudantes solicitaram que o trabalho fosse feito em grupo, e como já estava planejado assim foi realizado. Com base em minha própria experiência, reconheço que realizar exercícios, tanto numéricos quanto conceituais, possui um valor cognitivo relevante. No entanto, será importante reformular o modelo para futuras experiências no ensino.

Relato de Regência - Aula 4 (T311)

Chegando à sala aguardei alguns minutos a saída da professora que estava ainda se despedindo dos estudantes, eles haviam realizado uma comemoração em cima do convite e aceite da professora para ser paraninfa da turma. Quando entrei em sala eles ainda necessitaram organizar algumas mesas, lixos e demais detalhes. O início da aula foi um tanto barulhento, antes mesmo de eu revisar o cronograma do último dia alguns estudantes tiveram de falar de forma mais direta com os colegas que ainda estavam em festa para que colaborassem com o andamento da aula. A turma teve maior concentração quando uma das estudantes indagou sobre as notas no trimestre e revisei os três momentos de avaliação que propus durante o estágio.

Com a cooperação da turma pudemos iniciar a aula, expliquei aos estudantes que não havia conseguido a sala de vídeo para aquele horário e devido às condições de luminosidade e últimas experiências com projeção em sala eu poderia

disponibilizar o *link* para que eles mesmos manipulassem a simulação e explicitar os pontos chave no quadro para que eles pudessem ter o estudo guiado. Concordaram com as afirmações que fiz, porém ninguém fez menção de utilizar seus celulares para abrir o simulador. Iniciei a exposição no quadro e acredito que, mesmo com perdas em relação à simulação, a organização das ideias e conceitos ficou mais didático facilitando a compreensão pelos estudantes. Quando exemplifiquei a relação inversa quadrática com frações de números inteiros 1, 2 e 3 disseram compreender agora que a força realmente diminui bastante com pouco aumento na distância.

Seguimos os principais momentos que pude capturar com imagens sem a fluidez do simulador: o caso de uma carga positiva isolada para avaliar a relação da força com o produto das cargas, em seguida analisamos uma carga negativa isolada, dando atenção à direção dos vetores de força estarem no sentido da carga negativa central bem como a relação da força e distância. Por último a análise do dipolo elétrico através de pontos específicos no espaço onde foi necessário lembrar rapidamente a soma vetorial. Após construção da equação os estudantes tiveram muita dificuldade em compreender que a constante eletrostática utilizada teria o mesmo valor para todas as situações que estudaríamos.

Disponibilizei a lista aos estudantes assim que retornaram do intervalo, como a turma demorou alguns minutos até iniciar pode-se considerar que possuíam 40 minutos disponíveis para tentar resolver a lista de cinco questões. Logo na primeira questão muitos estudantes tiveram muita dificuldade, ela trata de conservação de cargas em situações de contato de corpos carregados e neutros. O conteúdo foi falado explicitamente somente pelo professor titular e, portanto, me disponibilizei a resumir e ideia central além de apresentar a expressão genérica para resolução desse tipo de questão.

Como na turma anterior houve uma grande dificuldade em realizar as partes de cálculos, mesmo em grupo os estudantes não tiveram estratégias de divisão de tarefas para tentar executar a atividade. Alguns estudantes decidiram por não realizar a tarefa, não me ative a tentar compreender se era por conta da dinâmica de formulação de notas ou se contam com o momento da avaliação do professor titular. De qualquer forma fica indicado que a última avaliação não teve valor cognitivo ou psicológico para um grupo de seis estudantes desta turma, me esforçarei para que

esse tipo de situação possa ser evitada por mim nas futuras experiências como professor.

5 CONCLUSÃO

Escolhi a carreira de docência ainda nos anos finais do ensino básico devido à inspiração que algumas professoras me proporcionaram ao dedicarem grande parte de suas vidas a um propósito coletivo. Deixei minha cidade natal, São Marcos, no interior do Rio Grande do Sul, e percebi que, a partir de relações pessoais, vivências coletivas e experiências acadêmicas, a educação se firmou no campo do desejo.

A mudança para uma cidade tão diversa como Porto Alegre me proporcionou uma ampla variedade de encontros culturais e debates profundos e frutíferos em diversos campos da experiência humana. Hoje, estou prestes a concluir minha graduação em Licenciatura em Física, e isso se deve em grande parte às pessoas com as quais convivi, especialmente nos anos em que vivo nesta cidade. Meus colegas, que se tornaram amigos, desempenharam um papel fundamental na minha perseverança, principalmente nos momentos de desafios materiais, emocionais e cognitivos. Recomendo a todos que ingressam em um curso de graduação que busquem construir relações significativas, pois isso torna a vida acadêmica não apenas mais prazerosa, mas também mais substancial.

Por meio das relações que estabeleci, tive a oportunidade de conhecer e colaborar com programas de extensão voltados para o ensino de astronomia, como os programas Aventureiros do Universo, Observatório Educativo Itinerante, Meninas na Ciência, Segundas Astronômicas, Residência Pedagógica, entre outros. Nestes espaços de trabalho, vivi experiências de docência em ambientes formais e não-formais de educação, participei de congressos, participei da organização de formações continuadas para professores e contribuí para a produção acadêmica, o que enriqueceu significativamente minha trajetória desde que entrei na vida universitária. É importante ressaltar que esses espaços são, sobretudo, espaços políticos, onde juntos criamos condições para o desenvolvimento do conhecimento e a humanização das relações pessoais e institucionais. Outro espaço que não posso deixar de mencionar é o Diretório Acadêmico dos Estudantes de Física, onde não apenas fazemos amizades, mas também fortalecemos nossas relações de estudo, pesquisa, engajamento político e social como um todo.

Recentemente, enfrentamos a pandemia de COVID-19 e ainda estamos em processo de reestruturação das diferentes formas de viver a partir dessa crise multidimensional. O impacto é visível em várias esferas que envolvem a vida escolar

e, especificamente, o ensino de ciências. As competências matemáticas e linguísticas são os primeiros indicadores a nos mostrar o impacto nas áreas formais do conhecimento. No entanto, as diferentes formas de enfrentamento à pandemia levantaram questões de difícil correlação direta, como costumamos fazer na física e áreas afins. A postura como sujeitos passou por mudanças que afetaram tanto a sociedade quanto a vida escolar daqueles que estão nas instituições de ensino em todos os níveis. Neste novo contexto, é necessário oferecer espaços de construção coletiva do conhecimento, para que no futuro não sejamos negligentes, nem negligenciados em questões que impactam tão intensamente em nossas vidas.

Além disso, devido às mudanças necessárias em resposta à pandemia, os calendários acadêmicos tiveram que ser reajustados. Isso também afetou a experiência de estágio, que precisou ser encurtada para atender ao calendário, nos obrigando a assumir regência em duas turmas durante essa experiência. Percebo que existem características importantes nessa mudança, pois ela nos permite conhecer diferentes dimensões da sala de aula, considerando as particularidades de cada turma, a rotina escolar e a necessidade de síntese. No entanto, há uma sensação de urgência característica do estágio, intensificada pela limitação da carga horária. Espero que, com o retorno ao alinhamento dos calendários, aqueles que virão a seguir tenham a oportunidade de escolher caminhos diversos e ampliar suas experiências, assim como tive a oportunidade de fazer.

A conciliação de horários não se aplica apenas às instituições, mas também às pessoas em relação à rigidez das disciplinas. Realizei o estágio docente enquanto também atuava como educador assistente em uma escola de ensino fundamental com uma carga horária semanal de 40 horas, o que criou demandas exaustivas para o corpo e a mente. Essa experiência é mais comum do que se imagina entre os estudantes de cursos superiores na atualidade brasileira. É urgente que, como sociedade, busquemos maneiras de proporcionar uma vida que vá além do trabalho, para que tenhamos condições de aproveitar os momentos, cumprir as tarefas e desfrutar da experiência da vida em sua plenitude.

Transitar pelo espaço acadêmico foi muito importante para mim, a própria disciplina de estágio contribuiu quase instantaneamente para a minha atuação na escola que trabalho. Para além de debates, planejamentos e produção, o caminho que percorri transformou quem eu sou e continuará transformando a mim e a sociedade. Nas palavras do patrono da educação brasileira: “Educação muda

peças. Pessoas transformam o mundo" (FREIRE 1979, p.84). Enfim avalio que o maior presente que recebo é aquele que posso compartilhar, experiência e afeto.

6 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. S. T. DE .; ABIB, M. L. V. DOS S.. **Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n. 2, p. 176–194, jun. 2003.

ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. **Instrução pelos colegas e Ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 30, n. 2, p. 362-384, ago. 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2013v30n2p362>>. DOI:<http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2013v30n2p362>. Acesso em: 02 set. 2023.

GONÇALVES, R. P. N.; GOI, M. E. J. **A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NO ENSINO DE CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA.** Revista Debates em Ensino de Química, v. 4, n. 2 (esp), p. 207–221, 2018.

NUNES, J. B. M.; GONÇALVES, T. V. O. **Experimentação investigativa no ensino-aprendizagem de conhecimentos químicos socialmente relevantes.** INTERFACES DA EDUCAÇÃO, v. 13, n. 37, 21 maio 2022.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal Aprendizagem significativa?** Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2020. Aceito para publicação, Currículum, La Laguna, Espanha, 2012.

APÊNDICE A - Questionário Prévio

Nome:

Idade:

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

2) Você gosta de Física? Comente sua resposta.

3) Complete a frase: Eu gostaria mais de Física se...

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

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

6) Quais dificuldades você costuma ter ao estudar Física?

7) Qual área profissional você pretende seguir?

8) Pretendes fazer algum curso superior? Qual? Em que instituição?

9) Você está contente com seu aprendizado?

APÊNDICE B - Slides aula 1

Eletrostática: afasta e atrai



por Afonso Zucco
licenciando em física - UFRGS

afonsozucco@gmail.com

A Turma



Participativa

Traz relato de experiência e acontecidos como exemplo.

Organizada

Se forem faltar, me avisem!

Compromissada

Trabalhos entregues no prazo é tudo pra um profe!

Curiosa

Sabe de coisas que nem a CIA ouviu falar.



Afonso Zucco (o estagiário)

29
anos
since 1994

estudo na
UFRGS

Quase saindo o/

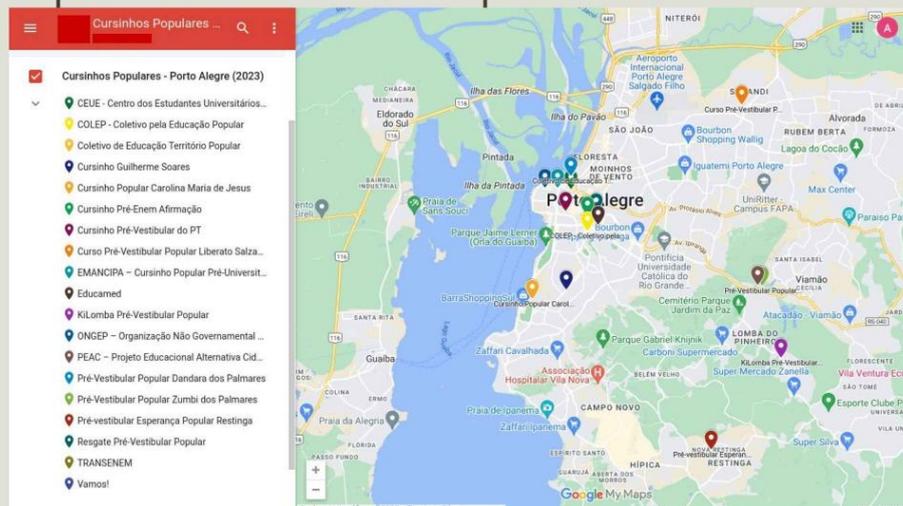


várias
xícaras
de café

espaços
educação

Rio Branco + CPCJ +
Aldeia + Protásio
Alves

Mapa Cursinhos Populares POA



<https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1mu6w5HYJ-vsnJc7CSMW18AzZy8cQ2mQ&usp=sharing>

Vestibular

Em 2023, +50% dos candidatos acertaram entre 3 e 5 questões de física. (total de 15 questões cada disciplina)

Conteúdos relacionados a eletricidade representam 20% das questões.

O que faz a aula ser boa?

01

Luan

Parceria!

02

Poucas contas *

*na real contas fáceis rolam. (x8 - x4)

03

Diálogo

Curiosidades e causos são bem vindos.

04

Experimentos

Ver os fenômenos acontecendo. (x9)

Poucas contas?

25 respostas
25 GOSTAM do Luan

8 não curtem matemática
4 tem como preferida

9 pessoas têm
Física como favorita

Ninguém detesta física.

Utilidade da física?

“Sim, para
aprender como as
coisas funcionam.”
x4

“Para aprender
sobre energia e
como as coisas
dão choque.”

“Pra minha vida
não, mas para
conhecimento
sim.” x3

“Sim, porque a
física está no
nosso dia a
dia.” x3

“Não tanto,
porém **é**
divertido.”

x4
Não. = '(

Utilidade da física?

Saber é
Poder!

“Para aprender
sobre energia e
como as coisas dão
choque.”

Saber é
Poder!

Saber é
dinheiro!

Eu gosto ué!

x4
Nyan cat

tim_maia_-_me_de_motivo.mp3

Ferramenta

Raciocínio

Poesia

Intuição funciona,
mas já viu a hora de
um electricista quanto
custa?

Lógica desenvolvida
na física é usada na
amazon.

Saber é poder!
Poder muda tudo!

É tudo nosso, nada deles!

Trocar ideia é gostoso demais!

Como funciona
carregador sem fio?

lã de aço na antena?
bom?
ruim?
meh!

desculpa
as piada ruim

Área Profissional

MARKETING

PUBLICIDADE E PROPAGANDA

CRIADOR DE CONTEÚDO

JORNALISTA
JORNALISMO ESPORTIVO x3



Área Profissional

DIREITO x2

PERÍCIA CRIMINAL x2

CONCURSO PÚBLICO

DEFESA CIVIL

POLÍCIA BRIGADA MILITAR



**Área
Profissional**

CRIAÇÃO DE JOGOS

PATRÃO
CONTÁBEIS
ADMINISTRAÇÃO

DESIGN³
GRÁ
FI
CO

TEC. INFORMÁTICA



**Área
Profissional**

COZINHEIRO

TRADUTORA

ODONTO
MEDICINA
VETERINÁRIA

ED FÍSICA

MÚSICA
ARTISTA

PSICO(isas) x2



Cronograma

Cronograma e
Métodos de Eletrizção
-exploração de objetos

Vetores e Linhas de Campo
e simulação computacional
-lista de exercícios



Lei de Coulomb e
demonstração experimental
-instrução pelos colegas

Aplicações da Eletrostática e
demonstração experimental
-avaliação geral

Avaliação

Tarefa 1

Final da aula 1 vai ser primeira tarefa: relatar o que foi visto na aula.

Tarefa 2

Lista de exercícios (dia 18/08).
Resolução em pequenos grupos.

APÊNDICE C - Questões aula 2 Instruções pelos Colegas

Instrução pelos pares

Aula 02
18/08

Afonso Zucco
afonsozucco@gmail.com

(Unimep-SP) Analise as afirmações abaixo:

- I. Cargas elétricas de sinais diferentes se repelem.
- II. Cargas elétricas de mesmo sinal se repelem.
- III. Cargas elétricas de sinais diferentes se atraem.
- IV. A carga elétrica dos corpos são múltiplos e submúltiplos da carga do elétron.
- V. A carga elétrica dos corpos só pode ser múltiplo inteiro do valor da carga do elétron.

Estão **corretas** as afirmativas:

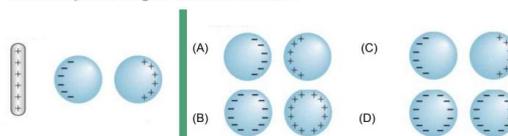
- (A) I, II e III
(B) I, III e IV
(C) II, III e V
(D) III, IV e V

(PUC MG Adaptada) Assinale a afirmativa correta sobre o conceito de carga elétrica:

- (A) É a quantidade de elétrons em um corpo.
(B) É uma propriedade da matéria.
(C) É a quantidade de eletricidade de um corpo.
(D) É o que se converte em energia elétrica em um circuito.

(Fuvest-SP) Aproximando-se uma barra eletrizada de duas esferas condutoras, inicialmente descarregadas e encostadas uma na outra, observa-se a distribuição de cargas esquematizada na figura abaixo.

Em seguida, sem tirar do lugar a barra eletrizada, afasta-se um pouco uma esfera da outra. Finalmente, sem mexer mais nas esferas, remove-se a barra, levando-a para muito longe das esferas. Nessa situação final, a figura que melhor representa a distribuição de cargas nas duas esferas é:

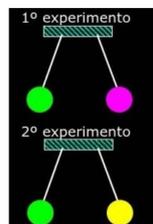


(UEL-PR adaptada) Pessoas podem levar choques elétricos ao encostar em automóveis. Eles acontecem pois os automóveis ficam eletricamente carregados. Sobre a natureza dos corpos (eletrizados ou neutros), considere as afirmativas a seguir:

- I. Se um corpo está eletrizado, então o número de cargas elétricas negativas e positivas não é o mesmo.
- II. Se um corpo tem cargas elétricas, então está eletrizado.
- III. Um corpo neutro é aquele que não tem cargas elétricas.
- IV. Ao serem atritados, dois corpos neutros, de materiais diferentes, tornam-se eletrizados com cargas opostas, devido ao princípio de conservação das cargas elétricas.
- V. Na eletrização por indução, é possível obter-se corpos eletrizados com quantidades diferentes de cargas.

- (A) Apenas I, II e III são verdadeiras.
- (B) Apenas I, IV e V são verdadeiras.
- (C) Apenas II, IV e V são verdadeiras.
- (D) Apenas II, III e V são verdadeiras.

Essa figura representa dois experimentos, um feito com uma carga verde e outra rosa e o outro feito com a mesma carga verde e uma carga amarela. **O que podemos concluir sobre as cargas?**



- (A) A rosa e a amarela possuem cargas de sinais opostas
- (B) Apenas a rosa e a amarela possuem cargas de mesmo sinal
- (C) Todas possuem carga de mesmo sinal
- (D) Uma das esferas deve ser neutra (sem carga)

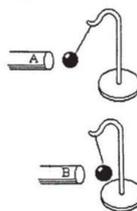
(FURG RS/2000) Três esferas metálicas podem ser carregadas eletricamente. Aproximando-se as esferas duas a duas, observa-se que, em todos os casos, ocorre uma atração elétrica entre elas. Para essa situação são apresentadas três hipóteses:

- I. Somente uma das esferas está carregada.
- II. Duas esferas estão carregadas.
- III. As três esferas estão carregadas.

Quais das hipóteses explicam o fenômeno descrito?

- (A) Apenas a hipótese I.
- (B) Apenas a hipótese II.
- (C) Apenas a hipótese III.
- (D) Apenas as hipóteses II e III.

(UEPI) Um pêndulo eletrostático sofre atração elétrica por um bastão A e repulsão elétrica por outro bastão, B, conforme indica a figura.

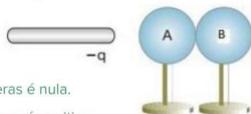


Assinale, entre as alternativas adiante, qual a que melhor representa a relação entre as cargas elétricas dos bastões A e B e do pêndulo eletrostático.

- (A) Se A for eletricamente positivo, o pêndulo pode ser positivo ou neutro.
- (B) Se A for negativo, o pêndulo pode ser positivo.
- (C) Se B for negativo, o pêndulo pode ser negativo ou neutro.
- (D) A e B podem ter cargas de mesmo sinal e o pêndulo ser neutro.

(UFCE) A figura mostra as esferas metálicas, A e B, montadas em suportes isolantes. Elas estão em contato, de modo a formarem um único condutor descarregado. Um bastão isolante, carregado com carga negativa, q , é trazido para perto da esfera A, sem tocá-la. Em seguida, com o bastão na mesma posição, as duas esferas são separadas.

Sobre a carga final em cada uma das esferas podemos afirmar:

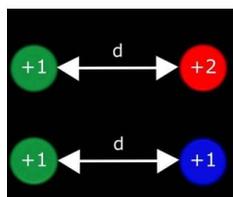


- (A) A carga final em cada uma das esferas é nula.
 (B) A carga final em cada uma das esferas é positiva.
 (C) A carga final é positiva na esfera A e negativa na esfera B.
 (D) A carga final é negativa na esfera A e positiva na esfera B.

A força eletrostática é influenciada por um dos seguintes aspectos. Assinale a alternativa **correta**:

- A) A temperatura dos corpos.
 B) O produto das cargas elétricas dos corpos.
 C) Diretamente proporcional à distância.
 D) O material ser puro ou composto.

Entre a carga vermelha e a carga azul, qual delas irá interagir com uma maior força elétrica na carga verde?



- (A) A carga azul
 (B) A carga vermelha
 (C) Igual para ambos

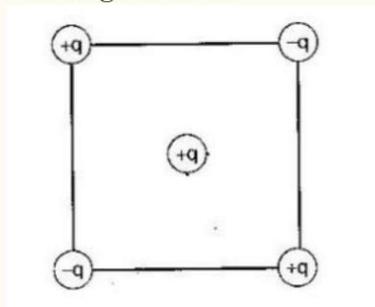
APÊNDICE D - Slides aula 3 e questões IpC

Força Eletrostática

Aula 03

Instrução pelos pares

Questão 1: (ESPM-SP - Adaptada) No centro do quadrado abaixo, no vácuo, está fixa uma carga elétrica q . Nos vértices do quadrado temos, também fixas, as cargas $-q, +q, -q, +q$. Para qual das direções aponta do vetor da força eletrostática resultante na carga central?

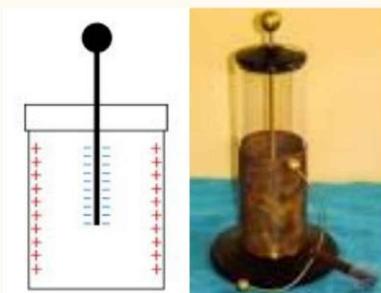


- | | |
|---------------|-------------|
| a) Horizontal | b) Vertical |
| c) Diagonal | d) Nula |

Como começou a ser formulada a equação da Força Coulombiana?

Força Coulombiana

Depois de desenvolver aparatos como:



<https://youtu.be/xFZ8mbHRSto?si=8kVgCMZ1jE4cWNbL>

Garrafa de Leyden

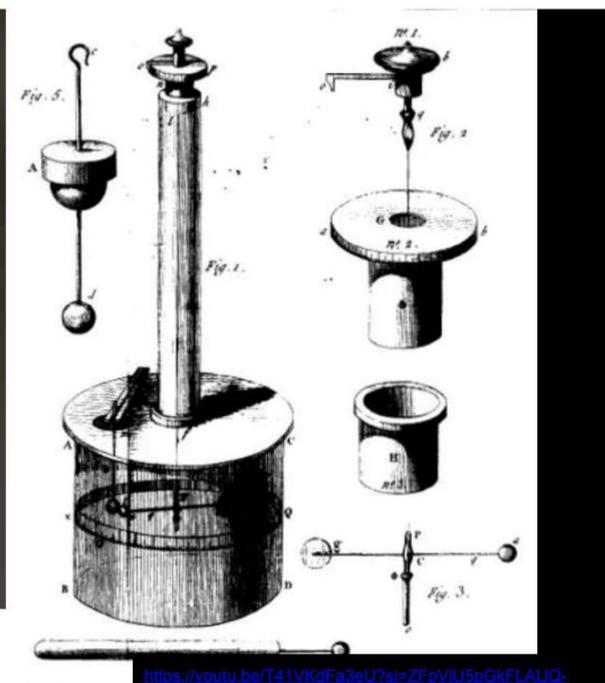


https://youtu.be/RJ_L0izc06Q?si=v7je12z3KrY0B66s

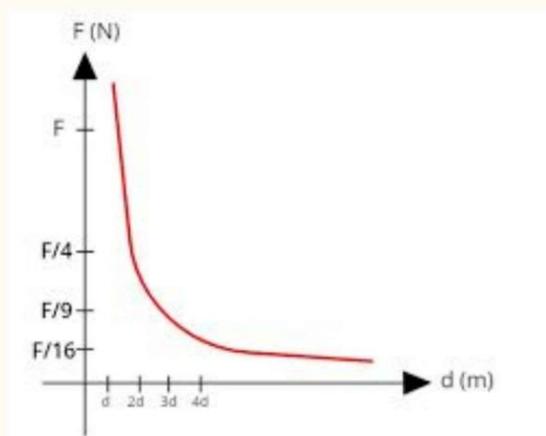
Eletroscópio de folhas



Balança de torção



Balança de torção



Coulomb chegou na conclusão que a distância das cargas impactava na força elétrica, e a relação matemática que descreve a relação é:

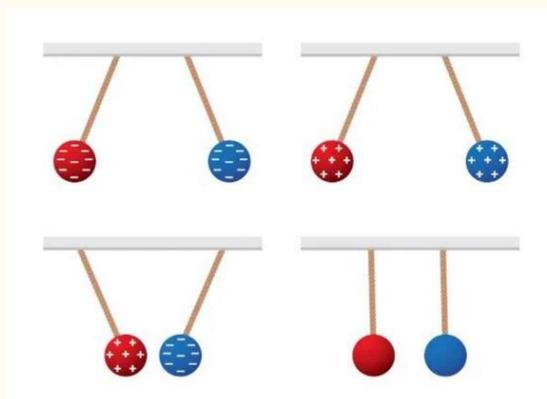
$$F \propto \frac{1}{d^2}$$

Questão 2: (UF - JUIZ DE FORA) Duas esferas igualmente carregadas, no vácuo, repelem-se mutuamente quando separadas a uma certa distância. Triplicando a distância entre as esferas, a força de repulsão entre elas torna-se:

- | | |
|------------------|------------------|
| a) 3 vezes menor | b) 6 vezes maior |
| c) 9 vezes menor | d) 9 vezes maior |

Sabemos que as cargas que estão interagindo também são relevantes!

Relação das cargas



$$F \propto Q \cdot q$$

As cargas envolvidas são importantes para o cálculo da força, porém ainda não estava completa a equação.

Para tornar uma equação foi necessária uma constante de proporcionalidade chamada de **constante eletrostática do vácuo**.

$$k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$$

APÊNDICE E - Lista de exercícios

Questão 01

Considere três objetos compostos do mesmo material. Um objeto A está carregado com uma carga $+3 \mu\text{C}$, outro B com $-9 \mu\text{C}$ e o terceiro D está neutro.

(C representa coulomb a unidade de carga elétrica no SI, μ significa micro e representa 10^{-6})

- Ao encostar os objetos A e B como ficará a distribuição de cargas?
- Após ocorrer a) os objetos B e C são aproximados, haverá atração entre eles?
- Calcule o valor final da quantidade de carga em um dos objetos se todos eles encostarem e logo após forem afastados.

Questão 02

A quantidade total de carga elétrica de um objeto é definida pelo equilíbrio entre as cargas positivas e negativas nele presentes. Mesmo quando a carga total é zero, ainda existem partículas carregadas no objeto.

Imagine que cada objeto abaixo está neutro foi aproximado de algo com carga negativa pela parte de cima: desenhe como as cargas se distribuem no objeto por causa da influência dessa carga negativa que está próxima.

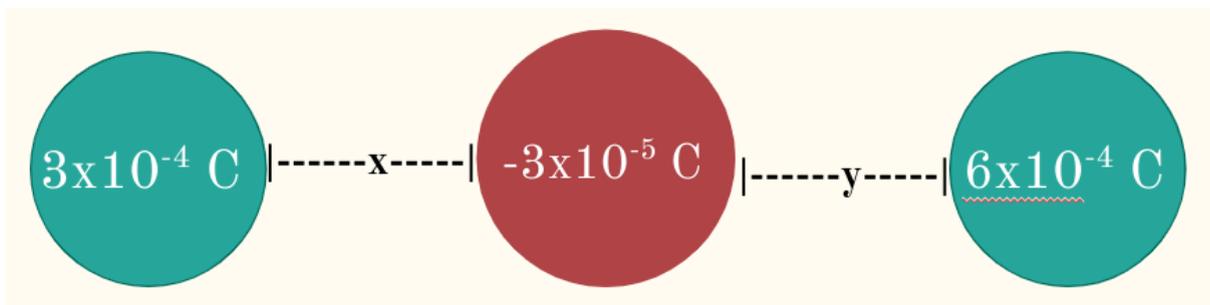


Questão 03

Calcule a força que atua sobre o objeto de carga negativa $q = -2 \times 10^{-4} \text{ C}$ realizada por uma carga também negativa $Q = -4 \times 10^{-5} \text{ C}$, eles estão distantes 2 metros um do outro.

Questão 04

Uma esfera negativamente carregada está entre duas esferas positivamente carregadas fixas como mostra a figura abaixo:



Calcule a distância, em relação às duas cargas positivas, para que forças de atração sejam iguais para ambos os lados.

Lembre-se: $10^{-2} \times 10^{-2} = 10^{-2+(-2)} = 10^{-4}$

Questão 05

(UERJ-RJ) Duas cargas pontuais distam d uma da outra. Consideram-se os dois pontos M e N (ver figura). Tais que $OM = ON$. Qual das seguintes figuras representa corretamente o vetor campo elétrico em M e N?

