

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Física

Lucas Soares Prates

O ensino de eletrostática em uma perspectiva
ausubeliana: um relato de estágio docente

Porto Alegre

2024

Lucas Soares Prates

O ensino de eletrostática em uma perspectiva ausubeliana: um relato de estágio docente

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 Araujo

Porto Alegre

2024

Entre os mais fortes existem os que
nasceram com um dom, e aqueles
que trabalharam duro... E eu sou um
dos que trabalhou duro! (Rock Lee)

Agradecimentos

Inicio meus agradecimentos às pessoas que, sem as quais, não seria possível concluir este curso: minha família. Agradeço profundamente aos meus pais, Sônia e Rodrigo, por me proporcionarem todo o apoio financeiro e emocional necessário para que eu pudesse concluir esta jornada. Sou extremamente grato por me permitirem focar exclusivamente nos estudos, sem precisar dividir minha energia com o mercado de trabalho durante esse período.

Agradeço à minha avó, Magda, que sempre me incentivou a estudar desde a infância e cuidou de mim nos momentos em que meus pais precisavam trabalhar. Obrigado por me levar ao colégio todos os dias, por cuidar da casa e de mim — uma tarefa que, certamente, não foi fácil. Também estendo meus agradecimentos aos demais familiares que me apoiaram ao longo da minha vida. Sem vocês, o caminho até aqui teria sido muito mais árduo.

Durante o Ensino Médio, conheci uma pessoa muito especial, que tem sido parte fundamental da minha trajetória de vida até agora. Sem dúvida, não seria a pessoa que sou hoje sem a Ângela, minha companheira de vida durante todos esses anos. Quero agradecer por estar ao meu lado nos momentos mais difíceis, por me motivar a continuar lutando, mesmo diante das adversidades. Te amo muito e espero poder retribuir tudo o que fizeste por mim.

Agradeço também aos meus amigos do Ensino Médio — Eduardo, Lucas Chassot, Lucas Garcia, Letícia, Tiago, Ana, Gabriela e Larissa — que me acompanharam durante todo o curso. Nos divertimos muito ao longo dessa jornada, e espero que possamos continuar compartilhando muitos momentos juntos. Também estendo meus agradecimentos à família Chassot — Ana Cristina, Fábio, Ana Maria, Antônio, Jean, e Ana Lúcia — que sempre me recebeu de braços abertos em sua casa.

Minha formação como professor de Física só foi possível graças aos professores da graduação. Todos foram muito importantes, mas destaco especialmente o professor Alexander, meu orientador nos últimos dois anos do curso, que me orientou nas pesquisas em Ensino de Física e me incentivou a seguir

na área. Agradeço também aos professores Ives, Nathan, Matheus, Leonardo, Neusa e Tobias, que se tornaram inspirações para minha prática docente.

Se hoje estou me formando em Licenciatura em Física, devo isso ao senhor Luiz, meu professor de Física no Ensino Médio, que despertou em mim a paixão por essa ciência. Ao longo do curso, ele sempre manteve contato, seja para colaborar em trabalhos acadêmicos ou para simplesmente bater um papo. Muito obrigado por ter sido tão importante na minha formação como indivíduo.

Por último, mas não menos importante, agradeço a todos os amigos que fiz durante a graduação, com destaque especial ao Gabriel, que me acompanhou durante grande parte do curso, sempre discutindo questões filosóficas sobre a vida e sobre a Física. Também agradeço às colegas Yasmin e Larissa, que estiveram ao meu lado principalmente na reta final do curso. Todos que passaram pela minha vida durante essa etapa foram fundamentais para minha formação profissional e pessoal, e espero ter contribuído para a de vocês também.

Sumário

1 Introdução	7
2 Referencial Teórico	9
3 Referencial Metodológico	12
3.1 Metodologias Ativas	12
3.1.1 Peer Instruction	13
3.1.2 Predizer, Observar e Explicar (POE)	15
3.2 Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs)	15
3.2.1 Simulações Computacionais	16
3.2.2 Plickers	17
4 Observações e monitoria	19
4.1 Características gerais da escola	19
4.2 Caracterização das turmas	20
4.2.1 Turma 302	20
4.2.2 Turma 301	21
4.3 Relato das observações	22
5 Planos de aula e Relatos de regência	48
5.1 Aula 1 - Apresentação e introdução a eletrostática	48
5.2 Aula 2 - Eletroscópios e Lei de Coulomb	52
5.3 Aula 3 - Campo elétrico e Potencial elétrico	59
5.4 Aula 4 - Processos de eletrização	65
5.5 Aula 5 - Eletrização de corpos (Trabalho Remoto)	72
5.6 Aula 6 - Saída de campo aos laboratórios do Instituto de Física	75
5.7 Aula 7 - Revisão e Prova	81
7 Considerações finais	86
Referências	88
Apêndices	89
Apêndice A - Questionário de pré-concepções sobre a Física	89
Apêndice B - Slides das aulas	90
Apêndice C - Cronograma da regência	102
Apêndice D - Relatório	104
Apêndice E - Lista de Exercícios	105
Apêndice F - Prova	111

1 Introdução

A prática docente é essencial para a formação de professores. É apenas na prática que se desenvolvem diversos saberes que não são acessíveis exclusivamente por meio de discussões teóricas sobre o ensino. Com o objetivo de construir esses saberes experienciais, e preparar o futuro professor para a vivência no ambiente escolar, o curso de licenciatura em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) propõe três disciplinas de estágio, nas quais os professores em formação têm a oportunidade de se relacionar diretamente com a docência.

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi desenvolvido a partir da prática de ensino realizada no Colégio de Aplicação da UFRGS (CAp-UFRGS), durante a disciplina de Estágio de Docência em Física III do curso de licenciatura em Física da UFRGS. A disciplina ocorreu no semestre de 2024/1, um semestre atípico devido às enchentes que afetaram diversas regiões do estado do Rio Grande do Sul. Em função das enchentes, o calendário acadêmico precisou ser comprimido, o que tornou as práticas nas escolas bastante intensas, dificultando o desenvolvimento da regência.

A disciplina de Estágio de Docência em Física III tem como objetivo inserir os estudantes de licenciatura em Física no ambiente escolar, permitindo que ministrem aulas para turmas do ensino médio. Essa etapa do curso é extremamente importante, pois é o momento em que podemos colocar em prática o conhecimento teórico adquirido até então.

A escolha da escola foi feita durante a disciplina de Estágio de Docência em Física III. Optei pelo CAp devido à proximidade com a UFRGS e ao fato de já ter sido monitor do colégio em 2022. Essa familiaridade foi bastante útil, pois eu já conhecia a escola e alguns professores, especialmente o de Física, que também foi meu professor no ensino médio em outra instituição. A turma em que realizei a regência foi escolhida antes de eu conhecê-la pessoalmente, porque seus horários coincidiam com os momentos em que eu poderia estar na escola, o que facilitou a minha regência.

Durante o período de estágio, estive na escola por 31 horas-aula, sendo 17 horas de observação e 14 horas-aula de regência. A sequência didática desenvolvida durante o período de regência abordou o conteúdo de Eletrostática, no qual elaborei diversas atividades que serão detalhadas na seção 5.

Nas seguintes seções, descreverei as características gerais da escola e das turmas que realizei as observações. A seção 2 é destinada ao referencial teórico, o qual serviu de base para estruturar as aulas da sequência didática. Na seção 3, apresento as metodologias que utilizei como estratégia de ensino para atingir meus objetivos docentes. Nas seções 4 e 5, apresento o relato das observações e regências, respectivamente. Por fim, finalizo o presente trabalho com uma síntese do estágio e as considerações finais, nas seções 6 e 7, respectivamente.

2 Referencial Teórico

Ensinar requer muito mais do que simplesmente dominar o conteúdo. A aprendizagem é um conceito amplamente estudado desde o século XX e continua a ser investigado até hoje. Afinal, ao compreender o processo de aprendizagem, é possível identificar metodologias de ensino que facilitem o aprendizado dos alunos. Esse é um tema complexo e ainda muito debatido. Dependendo dos objetivos e das metodologias disponíveis para o professor, uma determinada teoria de aprendizagem pode ser mais adequada do que outra. Cabe, portanto, ao professor identificar a teoria que melhor se adapta ao contexto em que está inserido, a fim de tornar a aprendizagem mais eficaz para o aluno.

É importante entender que o professor não é apenas um transmissor de conteúdo, mas sim um facilitador da aprendizagem. Ele atua como um intermediário entre o conhecimento e o aluno, guiando-o na compreensão de determinados conceitos. Sem desmerecer a importância do domínio do conteúdo, é fundamental reconhecer que os aspectos pedagógicos e sociais também são essenciais para o processo de aprendizagem.

Para fundamentar teoricamente a unidade didática desenvolvida, utilizei a teoria da aprendizagem de David Ausubel (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980), cujo conceito principal é a aprendizagem significativa. A aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação é assimilada através da interação com um conceito relevante já presente na estrutura cognitiva do indivíduo (ARAUJO, 2005). Esses conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz são denominados *subsunçores*. Os *subsunçores* podem variar de um indivíduo para outro, pois evoluem de acordo com as experiências de aprendizagem individuais. Assim, algumas pessoas podem ter *subsunçores* amplos e variados, enquanto outras possuem *subsunçores* limitados em quantidade e diversidade (ARAUJO, 2005).

Em resumo, o cerne da teoria de aprendizagem de Ausubel pode ser encapsulado em uma única frase:

Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é

aquilo que o aprendiz já sabe. Averigue isso e ensine-o de acordo (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978 p.4).

Quando Ausubel menciona “aquilo que o aprendiz já sabe”, ele se refere à estrutura cognitiva do indivíduo (MOREIRA; OSTERMANN, 1999). Para Ausubel, a estrutura cognitiva é organizada de forma hierárquica por conceitos, que são representações resultantes de experiências sensoriais e do processamento mental das informações pelos indivíduos (MOREIRA; OSTERMANN, 1999).

Para que ocorra a aprendizagem significativa, a nova informação deve "ancorar-se" em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva dos estudantes (MOREIRA; OSTERMANN, 1999). Portanto, o professor deve identificar o que o aluno já sabe e partir dessas concepções para ensinar o conteúdo. É fundamental que o professor conheça o contexto e as concepções dos alunos aos quais ministrará suas aulas.

Moreira e Ostermann (MOREIRA; OSTERMANN, 1999) citam um exemplo em física: se um aluno já compreende os conceitos de campo e força, esses conceitos servirão de *subsunçores* para a compreensão de outros tipos de força e campo, como a força elétrica e o campo magnético. Essa interação entre o subsunçor e o novo conhecimento faz com que o subsunçor se transforme, tornando-se mais amplo e facilitando a aprendizagem de novos conceitos que possam interagir com ele.

No ensino de física, é comum que os alunos sejam incentivados a decorar fórmulas e resolver exercícios descontextualizados (MOREIRA, 2018). Essa perspectiva de ensino, frequentemente chamada de ensino tradicional, baseia-se em uma aprendizagem mecânica dos conceitos. A aprendizagem mecânica ocorre quando os novos conceitos não interagem (ou interagem pouco) com os *subsunçores*. Assim, os conceitos são armazenados de forma arbitrária, sem conexão com os conceitos já presentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Isso acontece, por exemplo, quando se decora uma fórmula sem entender seu significado.

Embora a aprendizagem mecânica tenha seus benefícios, como memorizar números de telefone, placas de carro ou fórmulas, o ensino de ciências não deve se

limitar a essa abordagem. É necessário que os estudantes desenvolvam um olhar crítico para resolver problemas, sejam eles exercícios de livros didáticos ou questões sociocientíficas, utilizando seus conhecimentos para interpretar situações diversas, e não apenas aquelas que são familiares graças à aprendizagem mecânica.

Nesse contexto, a aprendizagem significativa proposta por Ausubel surge como uma abordagem que confere significado aos conceitos estudados. Não se trata apenas de memorizá-los, mas de compreendê-los e aplicá-los em uma ampla variedade de contextos. Por isso, em minha unidade didática, busquei utilizar a aprendizagem significativa, incentivando o desenvolvimento de um olhar mais crítico em relação à ciência e aos conceitos estudados.

A teoria da aprendizagem significativa permeia toda a unidade didática desenvolvida. Por exemplo, o questionário sobre atitudes em relação a física (apêndice A) que apliquei na primeira aula 1, tem o objetivo de estruturar as aulas com base nos conhecimentos prévios e nos interesses dos alunos. Durante todas as aulas, tentei trazer situações cotidianas vivenciadas pelos alunos, como levar choque na maçaneta da porta ou quando os pelos do corpo ficam arrepiados ao tirarem um blusão de lã. Dessa forma, tentei partir dessas situações que os alunos já conhecem (ou seja, seus *subsunçores*) para trabalharmos novos conceitos.

3 Referencial Metodológico

Diversas metodologias de ensino podem ser utilizadas nas aulas de física. As metodologias servem como estratégias para alcançarmos nossos objetivos de ensino. Em geral, é interessante que se tenha uma pluralidade metodológica, buscando uma ampla variedade de formas de ensinar os conteúdos. Nesta seção, apresentarei os métodos e metodologias que utilizei durante a minha regência.

3.1 Metodologias Ativas

Normalmente, as aulas de Física são estruturadas da seguinte forma: o professor começa postulando leis, apresentando equações e realizando exercícios de fixação, que muitas vezes são descontextualizados (MOREIRA, 2018). Essa estrutura está fundamentada na perspectiva tradicional de ensino, na qual se prioriza a transmissão de conteúdo, colocando o aluno em um papel passivo dentro da sala de aula. Estudos mostram que essa abordagem tende a desmotivar os alunos, tornando o aprendizado menos eficaz (LOVATO; MICHELOTTI; DA SILVA LORETO, 2018; OLIVEIRA; ARAUJO; VEIT, 2016).

Em contrapartida, as metodologias ativas de ensino buscam promover o protagonismo dos estudantes, colocando-os no centro do processo de aprendizagem. Dessa forma, os papéis na sala de aula são ressignificados: o aluno torna-se o protagonista de sua aprendizagem, enquanto o professor assume o papel de mediador desse processo (OLIVEIRA; ARAUJO; VEIT, 2016). Com a utilização de metodologias ativas, os alunos são capazes de reconhecer suas limitações e buscar ajuda do professor sempre que necessário, além de desenvolver maior autonomia, criatividade e motivação para estudar (LOVATO; MICHELOTTI; DA SILVA LORETO, 2018).

Na minha unidade didática, adotei metodologias ativas de ensino justamente para promover maior protagonismo dos estudantes. Essas metodologias serão detalhadas nas próximas seções.

3.1.1 Peer Instruction

O *Peer Instruction* (MAZUR, 1997), ou Instrução pelos Colegas (IpC), foi desenvolvido pelo professor Eric Mazur, da Universidade de Harvard, na década de 1990. Trata-se de uma metodologia ativa que visa promover a aprendizagem por meio do questionamento e da interação entre os alunos, incentivando-os a passar mais tempo em sala de aula discutindo aspectos conceituais do conteúdo (ARAUJO; MAZUR, 2013).

Em vez de utilizar o tempo em sala de aula apenas para expor os conteúdos presentes nos livros didáticos, a metodologia IpC estrutura as aulas com uma parte expositiva realizada pelo professor, focada nos conceitos principais e relevantes para o estudo do conteúdo. Essa exposição é seguida pela apresentação de problemas conceituais, nos quais os alunos devem, em um primeiro momento, responder individualmente e, em seguida, discutir a questão com os colegas (ARAUJO; MAZUR, 2013).

Para que a metodologia funcione de forma eficaz, é essencial fomentar a discussão entre os alunos sobre os conceitos apresentados. O professor deve realizar uma breve explicação oral (menos de 15 minutos) e, em seguida, apresentar uma questão conceitual. Inicialmente, cada aluno deve refletir sobre a questão individualmente, formulando argumentos para responder ao problema e convencer algum colega, que tenha escolhido uma resposta diferente, de que a sua é a correta. Depois disso, o professor realiza uma votação, analisando como as respostas foram distribuídas (ARAUJO; MAZUR, 2013).

Geralmente, a votação é feita com o auxílio de algum aplicativo que facilita a captação das respostas e apresenta a distribuição dessas respostas apenas ao professor. Um aplicativo muito utilizado atualmente é o *Plickers*, que será apresentado na subseção 3.2.2.

Com base nas respostas coletadas, o professor deve analisar a situação e tomar uma decisão:

1) Se a maioria da turma votar na resposta correta (normalmente considera-se um mínimo de 70% da turma), o professor apenas explica a questão e reinicia o processo, realizando uma exposição dialogada e apresentando uma nova questão conceitual.

2) Se as respostas estiverem distribuídas entre as alternativas, o professor orienta os alunos a procurarem um colega que tenha marcado uma alternativa diferente. Eles devem então apresentar argumentos que expliquem por que escolheram aquela alternativa, tentando convencer o outro de que sua resposta está correta. Após essa discussão, realiza-se uma nova votação, e o professor explica a questão.

3) Se a maioria da turma errar a questão, o professor deve realizar uma nova exposição do conteúdo, abordando novas estratégias para tornar os conceitos mais claros.

Alguns cuidados são necessários ao utilizar a IpC. A ideia é focar em questões conceituais, permitindo que os alunos discutam os aspectos principais do conteúdo. Deve-se garantir que os alunos realizem a primeira votação sem interagir com os colegas, pois terão tempo para isso posteriormente. Além disso, é importante que os alunos formulem argumentos sólidos para debater com os colegas, evitando que escolham uma alternativa sem uma reflexão adequada.

A IpC busca colocar os alunos no centro do processo de aprendizagem. Ela é capaz de promover tanto a aprendizagem conceitual de conteúdos científicos quanto o desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais (ARAUJO; MAZUR, 2013).

Durante a regência, utilizei a IpC buscando promover uma aprendizagem mais ativa por parte dos alunos. Por exemplo, nas aulas 2 e 3, utilizei a IpC para estudar os conceitos de força elétrica e campo elétrico. Em geral, esse método se mostrou eficiente para colocar os estudantes em uma postura mais ativa nas aulas, tendo um maior engajamento por parte das turmas nas aulas.

3.1.2 Predizer, Observar e Explicar (POE)

O método POE (Predizer, Observar, Explicar) surgiu no cenário educacional na década de 1960, através dos trabalhos de Nedelsky (1961, apud FIDELIS et al., 2019). Esse método é composto por três etapas principais:

1) Predizer: O professor apresenta uma situação (seja por meio de um experimento, simulação computacional, etc.) e pede aos alunos que façam hipóteses sobre o que acontecerá, sem que possam manipular a situação ou visualizar o desenvolvimento da mesma.

2) Observar: Após as hipóteses serem levantadas, o professor conduz a atividade, permitindo que os alunos observem o que ocorre. Isso pode gerar um conflito entre as hipóteses formuladas e a observação dos resultados.

3) Explicar: Por fim, o professor solicita que os alunos expliquem o que foi observado, atuando como mediador nesse processo e ajudando-os a desenvolver seus raciocínios (FIDELIS et al., 2019).

O método POE permite que os alunos confrontem suas intuições com a realidade observada, promovendo a construção de raciocínios baseados em evidências (FIDELIS et al., 2019). Nesse processo, o professor leva em conta as dúvidas e raciocínios dos alunos como um todo, orientando-os com base em suas concepções prévias.

Durante minha regência, utilizei o método POE em atividades experimentais (aula 4), com o objetivo de identificar as concepções dos alunos sobre os conceitos estudados. Dessa forma, consegui compreender suas principais dificuldades e auxiliá-los no processo de aprendizagem dos conceitos de eletrostática.

3.2 Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs)

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) no ensino de Física vêm ganhando cada vez mais espaço nas salas de aula. As TICs se mostram como ferramentas poderosas para auxiliar na compreensão de conceitos por parte dos estudantes (FIOLHAIS, 2003). Entre as ferramentas que promovem a compreensão

conceitual, destacam-se as simulações computacionais, que permitem criar situações que não seriam possíveis em uma sala de aula convencional. Além disso, há aplicativos de celular que podem auxiliar na coleta de dados para experimentos.

Atualmente, é muito comum que os alunos tenham acesso a celulares ou que as escolas possuam computadores. Isso possibilita que o professor utilize essas tecnologias em suas aulas, com o objetivo de potencializar a aprendizagem dos alunos.

Na próxima subseção, detalharei algumas TICs que utilizei durante minha regência, com o intuito de tornar os conceitos de eletrostática mais visíveis e acessíveis.

3.2.1 Simulações Computacionais

As simulações computacionais são ferramentas que auxiliam muito no ensino de conceitos abstratos (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002). Com simulações computacionais, é possível criar situações que não poderiam ser reproduzidas nos laboratórios da escola. Por exemplo, no ensino de eletrostática, não é possível visualizar como as cargas elétricas passam de um corpo para o outro na eletrização por atrito, mas em uma simulação computacional isso é possível.

É evidente que as simulações computacionais possuem suas limitações. As situações são completamente artificiais, ignorando diversos aspectos da realidade, e isso deve ser levado em conta (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002). Entretanto, seu poder ilustrativo é muito valioso, o que permite, sempre levando em conta suas limitações, utilizá-las em sala de aula para explicar conceitos abstratos.

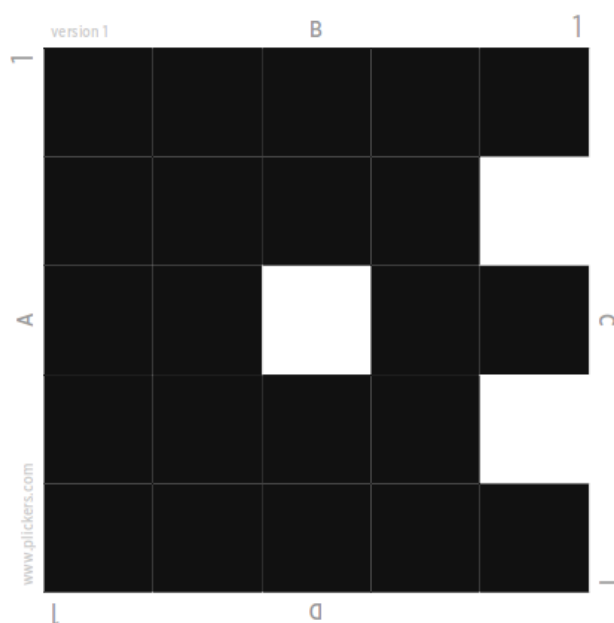
Em minha regência, utilizei simulações computacionais presentes no PhET¹, as quais permitiram ilustrar os conceitos de carga elétrica, eletrização, força elétrica e campo elétrico. Todos são conceitos muito abstratos, difíceis de compreender apenas com imagens e com a explicação do professor. Com as simulações, além de visualizar os fenômenos acontecendo, é possível mexer em variáveis para estudar diversas configurações do experimento.

¹ Site com simulações computacionais desenvolvidas com propósitos educacionais criado pela Universidade de Colorado. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/>.

3.2.2 Plickers

O aplicativo *Plickers* é uma excelente ferramenta para implementar estratégias de ensino que envolvem votação. Através de cartões (figura 1), os alunos podem escolher entre quatro alternativas, sem que os colegas visualizem suas escolhas. O professor consegue capturar as respostas da turma com facilidade, simplesmente apontando a câmera para os cartões. Além disso, o aplicativo exibe a distribuição das respostas em forma de percentuais, permitindo ao professor realizar uma avaliação instantânea das respostas dos alunos (KENT, 2019).

Figura 1 - Cartão para a votação.



Fonte: (KENT, 2019).

Os cartões são individuais e são identificados pelo aplicativo com base no desenho formado. O aplicativo captura a resposta de acordo com a posição em que o desenho é orientado para a câmera. A letra que estiver na parte superior do desenho é a que será registrada. Por exemplo, na figura 1, seria capturada a resposta B.

Essa característica é muito útil, pois torna difícil para os alunos saberem qual alternativa seus colegas estão escolhendo. Além disso, a dinâmica costuma ser muito mais rápida e precisa do que o professor contar manualmente ou apenas observar superficialmente as respostas de cada aluno.

Vale destacar que o aplicativo é gratuito e os cartões estão disponíveis para impressão em seu *site*. Portanto, para a metodologia de IpC, o *Plickers* é uma excelente ferramenta, contribuindo de forma significativa para vários aspectos dessa estratégia de ensino.

4 Observações e monitoria

Durante o período inicial do estágio, realizei observações de aulas de Física no CAp. Nas observações, percebi diversas características da escola que propiciam um ambiente favorável para a aprendizagem dos alunos. Além disso, também observei como as turmas se comportavam nas aulas de Física, quais metodologias e estratégias o professor utilizava para ensinar os conteúdos e como era a relação entre o professor e a turma. Nesta seção, apresentarei detalhadamente as observações realizadas nesse período do estágio.

4.1 Características gerais da escola

O Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CAp - UFRGS) apresenta uma excelente estrutura e um ambiente muito propício para o aprendizado dos alunos. O colégio possui turmas para toda a educação básica, desde os anos iniciais do ensino fundamental até o ensino médio. Há quadras poliesportivas, cobertas e ao ar livre, refeitório, laboratórios de física/matемática e biologia/química, salas separadas por áreas do conhecimento para os professores, salas com computadores, biblioteca, etc. Pode-se notar que é uma escola muito completa em termos de estrutura, pois fornece além do básico para a aprendizagem dos alunos. Ainda que falte técnicos para os laboratórios e manutenção de alguns equipamentos, o colégio apresenta uma estrutura muito superior em relação a outras escolas públicas.

O público que frequenta o colégio é bastante diverso. Como o processo de seleção de alunos é feito por sorteio, pode-se notar uma diversidade de classes sociais, etnias, gênero e estilos de estudantes que frequentam a escola. Por se localizar na fronteira de Porto Alegre com Viamão, muitos alunos são de Viamão ou até mesmo de outras cidades vizinhas.

O corpo docente da escola é extremamente qualificado. A grande maioria dos professores tem pós-graduação, como mestrado e doutorado, e possuem bastante tempo de experiência na área de educação. Além de ministrarem as aulas, os professores costumam desenvolver alguns projetos com os alunos, como iniciação científica e aulas de programação. Por ser uma escola que tem contato com a

universidade, existe uma facilidade em acessar os ambientes da própria universidade para desenvolver atividades.

Existem diversas atividades que são feitas no ambiente escolar durante o ano letivo. Há competições de desenho realizadas pelos alunos, olimpíadas com diversos esportes durante uma semana do ano, participação de competições de dança, entre outras atividades.

Nos turnos da tarde, algumas outras atividades são oferecidas para os alunos, como disciplinas eletivas e monitorias de ensino. Além disso, os alunos podem escolher a língua que desejam estudar nas aulas de língua estrangeira, e nas aulas de artes, os alunos podem escolher em qual área desejam atuar, como música ou teatro, por exemplo.

Em geral, a escola se mostra um ambiente muito frutífero para a aprendizagem. Além de possuir um corpo docente muito qualificado, a estrutura da escola também propicia um ambiente de aprendizagem apropriado. É interessante notar que a dimensão pedagógica está muito além do ensino na sala de aula, mas também no ambiente e na comunidade que se cria em uma escola.

4.2 Caracterização das turmas

Nesta subseção, descreverei as características das turmas em que realizei as observações.

4.2.1 Turma 302

Essa turma eu observei apenas uma aula, então é difícil caracterizar o comportamento de uma turma com somente uma observação. Entretanto, consegui perceber algumas características interessantes.

A aula que realizei a observação foi no laboratório de Física e percebi que a turma é bem engajada em atividades experimentais. A turma foi muito participativa, fez perguntas para o professor, se mostraram interessados na aula de maneira geral.

Entretanto, um aluno não participou da aula e ficou apenas mexendo em seu celular. Não sei dizer se esse aluno se sente excluído pela turma ou se apenas não estava interessado na aula, mas ele foi o único que não participou. Provavelmente isso seria um desafio caso essa fosse a minha turma de regência.

Ademais, a turma me pareceu muito boa para trabalhar, sem ter grupos que ficavam dispersos durante a aula e que atrapalhavam com barulho. Entretanto, a aula observada foi atípica, uma vez que não são todas as aulas que ocorrem em laboratório. Assim, seria necessário mais observações para concluir o perfil da turma.

4.2.2 Turma 301

Essa foi a turma que realizei todas as outras observações e realizei minha regência. Assim como a 302, a primeira observação que fiz foi em uma aula de laboratório. Na verdade, as duas aulas tinham a mesma estrutura, então foi possível observar duas turmas diferentes realizando a mesma atividade.

Diferentemente da 302, a turma 301 se apresentou mais coesa, sem alunos isolados que não participaram da atividade. Logo nesse primeiro dia, consegui perceber que a turma demonstra bastante engajamento em atividades experimentais.

A minha primeira impressão é que seria uma turma muito boa de trabalhar, já que os alunos eram muito participativos, sempre realizando perguntas e tentando realizar as atividades propostas pelo professor. Ao longo das aulas, essa impressão foi se confirmando. A turma não respondia bem apenas em atividades diferenciadas, mas em aulas expositivas e dialogadas também. Isso tornaria meu trabalho muito mais fácil, já que a turma respondia bem a diversas metodologias, o que foi explorado ao longo da regência.

Entretanto, um método que não funcionou muito bem pelas minhas observações foi a Instrução pelos Colegas.

Em geral, os alunos não respeitavam os passos da metodologia e às vezes se confundiam nas votações. Ainda assim, resolvi utilizar essa metodologia, por saber do potencial de aprendizagem que ela traz.

Ao longo das aulas observadas, percebi que em alguns momentos existiam grupos que ficavam conversando enquanto o professor estava explicando. Um desses grupos acabava atrapalhando a aula, mas a maioria conseguia controlar o tom da voz. Em geral, isso acontecia em aulas expositivas e dialogadas, mas em aulas de laboratório, por exemplo, isso não ocorria.

Apesar das conversas paralelas que ocorriam nas aulas expositivas e dialogadas, sempre que o professor buscava interação com a turma, era correspondido de forma satisfatória. Ainda que estivessem conversando, a turma conseguia prestar atenção e participar da aula. Então, o maior problema estava relacionado com o grupo que atrapalhava a aula por fazer muito barulho.

Nas aulas do professor, esse grupo já havia se mostrado muito barulhento, mas quando assumi a regência, isso parece ter se intensificado. Porém, foi algo que consegui resolver ao longo da regência, conversando com esse grupo.

Visto que a turma gostava bastante de aulas no laboratório com experimentos, em minha regência, resolvi levá-los para os laboratórios do Instituto de Física da UFRGS. Além disso, preparei atividades que envolvessem pequenos experimentos ao longo da minha regência, com eletroscópios e aplicações da eletrostática no cotidiano.

Enfim, essa é uma turma muito boa de trabalhar, pois responde bem a uma pluralidade metodológica, seja com aulas expositivas e dialogadas, experimentação, Instrução pelos Colegas, simulações computacionais, etc. Por conta disso, em minha regência resolvi utilizar diversos métodos e metodologias, a fim de explorar ao máximo essa característica da turma.

4.3 Relato das observações

Nesta seção, apresentarei os relatos das observações realizadas durante o período do estágio. Ao todo, realizei 17 horas-aula de observação em duas turmas

de terceiro ano. Na turma 302, realizei a observação de apenas um período. Todas as outras observações foram realizadas na turma 301, na qual realizei minha regência.

Observação 1

Data: 01/04/2024.

Turma: 302.

1 período: 08h - 8h45min.

A aula foi realizada no laboratório de física, e o professor precisou buscar os alunos na sala de aula para levá-los ao laboratório. Além disso, sendo o primeiro período do dia, houve dificuldade em iniciar a aula pontualmente. Após cerca de 10 minutos, todos estavam no laboratório, organizados em grupos formados pelos próprios alunos. No início da aula, estavam presentes 19 alunos, e outros três chegaram atrasados.

Os estudantes conversavam enquanto esperavam o início da aula. Quando o professor pediu atenção, os alunos se acalmaram. O professor então propôs uma atividade: acender uma lâmpada de tensão máxima de 6V utilizando os equipamentos disponibilizados. Os materiais eram diversos (resistores, capacitores, fios, pilhas, soquetes, etc.), e o professor não deu instruções adicionais. Assim, os alunos precisavam planejar, a partir dos materiais disponíveis, como poderiam acender a lâmpada.

O conteúdo estudado pela turma era eletrodinâmica. No entanto, o professor ainda estava introduzindo o assunto e não havia discutido noções básicas de circuitos elétricos. Os alunos se levantaram, selecionaram os equipamentos que julgaram pertinentes para realizar a atividade e voltaram para seus grupos. Inicialmente, estavam perdidos e não sabiam como ligar a lâmpada. Todos os grupos tinham a noção de que deveriam utilizar a pilha e os fios, mas não sabiam como organizar os materiais para acender a lâmpada. Tentaram diversos arranjos para concluir o objetivo, mas sem muito êxito.

O professor passou pelos grupos, ouvindo as ideias e dando pequenas sugestões. A todo momento, os alunos perguntavam se estavam certos, mas o professor apenas fazia comentários gerais, sem dar respostas específicas.

No decorrer da atividade, um dos grupos acabou ligando os fios diretamente na rede elétrica de 110V e conectando na lâmpada. A lâmpada queimou e soltou algumas faíscas, o que assustou os estudantes. O professor havia comentado que era para utilizar os materiais disponibilizados e que não deveriam ligar nada na tomada. Entretanto, o acidente ainda assim ocorreu.

Um dos alunos não estava interessado na aula e permaneceu isolado, mexendo em seu celular durante todo o período. O professor não interagiu com esse aluno. O restante da turma estava bastante interativa entre si e com o professor, demonstrando muito entusiasmo na atividade. Os estudantes se dedicaram a resolver o desafio.

Aproximadamente na metade do período, o professor começou a realizar a chamada de classe. Quando um estudante era chamado, o professor solicitava que fosse até a frente da sala para realizar a conexão de uma lâmpada de 110V em um soquete e depois ligá-la na tomada. A ideia era que os alunos entendessem como realizar tarefas simples que envolvem eletricidade, como trocar uma lâmpada, por exemplo.

Ao final da aula, um dos grupos conseguiu fazer a lâmpada brilhar. Entretanto, a grande maioria não terminou a tarefa. Como a turma tinha apenas um período, a atividade não pôde ser concluída, ficando pendente para a próxima aula.

Em geral, o professor aparenta ter um bom relacionamento com a turma, o que facilita a execução da atividade. A turma se engajou na atividade, permanecendo envolvida na tarefa durante todo o período. Atividades investigativas, como a proposta pelo professor, têm uma boa aceitação nessa turma, o que pode ser aproveitado em futuras aulas. A interação entre os alunos foi amigável, com bastante compartilhamento de ideias e debates. Apenas um aluno demonstrou desinteresse e não interagiu com os colegas. Isso pode ser trabalhado com

atividades que integrem melhor esse aluno, incentivando o contato com o professor e os colegas.

Embora a atividade visasse fomentar o trabalho colaborativo para a resolução de um problema, acredito que uma intervenção do professor fosse necessária para tentar integrar o aluno desinteressado. A turma responde bem a desafios e problemas experimentais, e atividades de ensino por investigação podem ser eficazes. Outras metodologias também podem funcionar, mas serão necessárias mais observações para uma avaliação completa.

Observação 2

Data: 01/04/2024.

Turma: 301.

2 períodos: 08h45min - 10h15min.

Foi o segundo período de aula do dia, seguido pela turma 302. A atividade realizada foi exatamente a mesma da turma anterior, com a diferença de que a turma 301 teria dois períodos para concluir a atividade. O professor buscou os alunos na sala de aula para conduzi-los ao laboratório de física. Após 5 minutos, a turma já estava no laboratório, e os alunos se dividiram em grupos de aproximadamente 5 pessoas. Estavam presentes 27 alunos no início da aula, sem atrasos.

O professor iniciou a aula propondo uma atividade investigativa, na qual os alunos deveriam acender uma lâmpada utilizando os materiais disponibilizados (lâmpada de 6V, fios, pilhas, resistores, capacitores, etc.). Após a proposição da atividade, cada grupo selecionou os materiais que considerava relevantes para a conclusão da tarefa. Inicialmente, os alunos estavam se sentindo perdidos, pois não sabiam como montar o circuito, mas foram tentando diversas formas para acender a lâmpada.

No início da tarefa, o professor reforçou os cuidados que os estudantes deveriam ter para evitar acidentes, especialmente após o ocorrido no período anterior. Entretanto, um grupo estava se preparando para colocar o circuito na tomada de 110V, mas o professor conseguiu ver a tempo e impedir o acidente.

A maioria da turma tinha dificuldades para entender como conectar os fios na pilha, pois não sabiam se precisavam de algum material para fixar os fios. O professor passou pelos grupos, dando pequenas dicas e tentando ajudar os alunos a desenvolverem seu raciocínio.

Enquanto os alunos trabalhavam em seus grupos, o professor anotou a presença e chamou os estudantes individualmente para realizar uma atividade paralela: colocar uma lâmpada em um soquete e ligá-la na tomada. Após a conclusão das duas atividades, era esperado que os alunos pudessem fazer alguma associação entre ligar a lâmpada na tomada e fazê-la acender em um circuito.

Cerca de 30 minutos após o início da atividade, um dos grupos conseguiu fazer a lâmpada acender. O professor planejou a atividade para que durasse os dois períodos, e o grupo conseguiu realizar em menos de um. Para não deixar o grupo parado, o professor propôs um novo desafio: tentar fazer a lâmpada brilhar com o dobro da intensidade. O desafio foi aceito e realizado rapidamente, em cerca de 10 minutos. Como o professor já estava sem ideias para manter esse grupo envolvido na atividade, eu sugeri que tentassem ligar duas lâmpadas no mesmo circuito. Dessa vez, a tarefa demorou mais para ser concluída.

Enquanto um grupo já havia terminado a tarefa, os outros ainda demonstravam certa dificuldade, mas aos poucos foram desenvolvendo seu raciocínio e avançando no problema. Quando o primeiro período acabou, pelo menos dois grupos já haviam feito a lâmpada acender. O professor então propôs os outros desafios para os grupos que já haviam concluído a primeira atividade.

Ao final da aula, todos os grupos concluíram o primeiro desafio, mas apenas alguns conseguiram concluir os outros desafios, principalmente por conta do tempo. O professor solicitou que cada grupo desenhasse como montou o circuito para acender a lâmpada e que escrevesse uma breve explicação em um papel, a ser entregue ao professor.

A turma manteve-se engajada na atividade, demonstrando grande interesse na tarefa desenvolvida. Diferentemente da turma anterior, todos os alunos participaram ativamente, tentando solucionar os problemas propostos pelo professor.

A relação do professor com a turma pareceu muito boa, o que facilitou a execução da atividade investigativa. Como o professor acompanha essa turma desde o primeiro ano do ensino médio, já existia um contrato didático que facilitou o desenvolvimento da atividade.

Em geral, a turma é muito participativa e se sente motivada com tarefas desafiadoras. Essa informação será muito útil para minha futura regência, pois será nessa turma que atuarei como professor de física. Sabendo disso, tentarei desenvolver atividades focadas em metodologias ativas, nas quais os alunos possam participar da aula debatendo, propondo soluções para problemas e realizando atividades experimentais.

A turma se destaca em atividades no laboratório, então pode ser interessante desenvolver uma unidade didática com atividades experimentais. Entretanto, ainda são necessárias mais observações em períodos de física para ver como os alunos reagem a outras metodologias.

Observação 3

Data: 08/04/2024.

Turma: 301.

2 períodos: 08h45min - 10h15min.

Ao chegar na sala de aula, a turma estava bem agitada, conversando bastante. O professor começou a aula recapitulando a atividade que os alunos desenvolveram no laboratório na semana passada e fez alguns comentários sobre os relatórios entregues pelos grupos. Ele esperava que os alunos explicassem melhor o experimento e os procedimentos realizados, então devolveu os relatórios e pediu para que os grupos desenvolvessem melhor suas respostas.

Enquanto os alunos reformulavam seus relatórios, o professor deu alguns recados para a turma. O primeiro recado foi sobre as leituras obrigatórias do vestibular da UFRGS, que já estavam disponíveis. O segundo recado era sobre um curso de física para alunos do ensino médio oferecido pelo instituto de física da UFRGS. O terceiro recado foi sobre as olimpíadas de física, mencionando que alguns alunos do segundo ano estavam interessados em participar, e ele estendeu a

oferta para todas as turmas do ensino médio. Por fim, o último recado foi sobre as datas da prova trimestral e da prova de recuperação.

Após os recados, o professor disponibilizou um tempo para os alunos terminarem o relatório enquanto realizava a chamada. Aproveitei esse tempo para me apresentar formalmente à turma. A monitora de física, que estava iniciando suas atividades hoje no colégio, também se apresentou.

No início do ano letivo, os alunos realizaram um trabalho em que deveriam apresentar um tema trabalhado nas aulas de física dos anos anteriores. Um dos grupos não havia realizado a apresentação, então foi disponibilizado um tempo nesta aula para que apresentassem o trabalho.

O grupo de alunas escolheu falar sobre a temática da energia mecânica. Foi interessante que as alunas contextualizaram o tema utilizando a odontologia. Elas explicaram que o aparelho dentário exerce uma força sobre os dentes e tentaram relacionar isso com a energia mecânica. No entanto, a associação entre força e energia não ficou clara, e as alunas acabaram misturando os termos, mostrando certa dificuldade na interpretação conceitual.

Enquanto as alunas apresentavam o trabalho, o professor ouviu outro grupo de alunos conversando sobre a dilatação que o ferro do aparelho dentário sofre por conta da temperatura da boca. Ele então solicitou que esse grupo de alunos contribuísse com a discussão. Uma aluna explicou que a dilatação do ferro presente no aparelho faz com que os dentes sejam empurrados e que, ao ingerir algo gelado, o ferro acaba se contraindo, inativando a força exercida sobre os dentes, diminuindo a dor. Ela acrescentou que, por esse motivo, os dentistas recomendam que se coma algo gelado quando se está com muita dor nos dentes. O professor perguntou para as alunas que estavam apresentando o trabalho como a energia está relacionada com a força que o aparelho faz no dente. As alunas ficaram em dúvida, conversando entre si, e não souberam responder. Então, foi perguntado se elas haviam estudado esse conteúdo anteriormente. Como algumas alunas do grupo não eram do CAp antes, elas não trabalharam esse conteúdo nos outros anos do ensino médio.

Para ajudar as alunas a chegarem a uma conclusão, o professor pediu que explicassem um exemplo relacionado com a energia mecânica. Uma aluna do grupo associou um catavento à energia mecânica. Ela comentou que o movimento das pás gera energia e que a energia mecânica está relacionada com a energia cinética. Tentando complementar seu argumento, a aluna trouxe o exemplo de uma hidrelétrica, explicando que a água faz o mecanismo da hidrelétrica rodar. O professor questionou a aluna sobre como a água faz o mecanismo da hidrelétrica rodar, e ela respondeu que a quantidade de água que bate nas pás exerce uma força, fazendo-as girar.

Aplaudimos a apresentação do grupo, encerrando o primeiro período. O professor pediu para que a turma entregasse os relatórios sobre o experimento da aula passada e começou a passar conteúdo no quadro. A aula expositiva iniciou com o professor retomando a última aula teórica, revisando o que são átomos, qual é a estrutura atômica e fazendo perguntas para os alunos. Eles estavam interagindo bastante, respondendo às perguntas do professor. Alguns objetos foram desenhados no quadro, e o professor pediu ajuda da turma para classificá-los como neutros, positivamente carregados ou negativamente carregados, incentivando os alunos a argumentarem sobre suas respostas. A turma não apresentou dificuldade para responder às questões propostas pelo professor.

Apesar da interação dialógica entre a turma e o professor, alguns alunos estavam no celular. O caminho seguido pelo professor para desenvolver o conteúdo foi interessante. Ao explicar a atração e repulsão dos corpos carregados, ele também introduziu uma contextualização histórica sobre as máquinas elétricas e propôs uma problematização: como se pode utilizar a atração/repulsão das cargas para fazer uma máquina funcionar? Uma aluna respondeu que as cargas opostas se atraindo podem gerar energia. Partindo dessa resposta, o professor aproveitou para introduzir o conceito de pilha/bateria.

Tentando utilizar a ideia do circuito montado pelos alunos no laboratório, o professor desenhou no quadro como um circuito é construído e quais materiais estão presentes nele. Explicou, utilizando o conceito de atração/repulsão das cargas

elétricas, como o circuito funciona para acender uma lâmpada. Para concretizar o exemplo, ele utilizou uma lâmpada para demonstrar como o circuito pode ser ligado.

No dia do experimento, alguns alunos notaram que a pilha estava esquentando muito. O professor utilizou esse exemplo para explicar o que é um curto-circuito. Também houve perguntas sobre o sentido da corrente elétrica, mas o professor mencionou que isso seria abordado mais tarde.

Seguindo a aula, o professor colocou a definição de materiais condutores e isolantes no quadro e pediu aos alunos exemplos desses materiais. Após a definição, ele introduziu formalmente o conceito de circuito, utilizando as notações adotadas pelos livros didáticos, argumentando que são mais simples de desenhar. Em seguida, o professor pediu que os alunos o ajudassem a desenhar um circuito similar ao que desenvolveram na atividade no laboratório, mas agora usando a nova notação introduzida. Ao terminar de desenhar o circuito, o professor encerrou a aula, pois já estava no fim do período.

Em relação às apresentações de trabalhos, a turma se comportou muito bem, respeitando as apresentações das colegas e contribuindo ativamente. É interessante notar que o professor foi importante para a interação dos alunos durante o trabalho, incentivando o compartilhamento de exemplos com a turma toda. Utilizar metodologias em que os alunos precisam contribuir uns com os outros, realizar apresentações e explicar para os colegas pode ser uma ótima abordagem para trabalhar com essa turma.

A turma também se comportou bem em uma aula expositiva. Apesar de estarem conversando bastante no início, quando o professor começou as explicações, ficaram em silêncio, demonstrando respeito. Foram muito participativos, respondendo às perguntas do professor. Sempre que ele solicitava a participação, havia respostas de diferentes alunos.

No entanto, alguns alunos usaram o celular durante as explicações. Acredito que isso não seja motivo de preocupação, pois foram poucos alunos e apenas em alguns momentos. Até agora, a turma respondeu muito bem a todas as

metodologias propostas pelo professor, mas com um desempenho especialmente bom na atividade em laboratório.

Observação 4

Data: 15/04/2024.

Turma: 301.

2 períodos: 08h45min - 10h15min.

A aula demorou alguns minutos para começar, pois o processo de o professor se deslocar de uma sala para outra, se organizar e efetivamente iniciar a aula pode ser um pouco demorado. Além disso, a turma começou a conversar, os alunos trocaram de lugar, e até as coisas se acalmarem, pelo menos 5 minutos do período já se passaram.

Quando a turma se organizou, o professor iniciou a aula dando alguns recados. O primeiro foi sobre a lista de exercícios postada no Moodle². O segundo recado foi sobre a estrutura da prova, que teria quatro questões objetivas, sendo três retiradas da lista de exercícios e uma questão dissertativa conceitual.

Após os recados, o professor revisou a última aula, pedindo ajuda aos alunos para desenhar um circuito com os símbolos apresentados anteriormente. Em seguida, ele introduziu brevemente o conceito de diferença de potencial, explicando que esse conceito é diferente de energia, mas sem aprofundar, pois será trabalhado detalhadamente no próximo conteúdo, a eletrostática.

Aproveitando a introdução do novo conceito, o professor apresentou as outras nomenclaturas para a diferença de potencial (d.d.p., tensão, voltagem) e fez uma contextualização histórica do motivo pelo qual chamamos a diferença de potencial de voltagem. Ele explicou que os aparelhos elétricos eram importados e, em seus manuais, aparecia o termo "voltage". Por conta disso, no Brasil adotamos o termo voltagem, embora não seja a nomenclatura mais precisa para o conceito.

Continuando a explicação dos elementos de um circuito, a resistência elétrica foi apresentada aos alunos. Nesse momento, a turma estava conversando bastante,

² Plataforma *online* utilizada pela UFRGS para atividades educacionais.

então o professor precisou interromper sua explicação para chamar a atenção dos alunos. Ele usou exemplos de jogos de corrida para explicar o motivo do termo "circuito elétrico". A unidade de resistência elétrica também foi apresentada, fazendo uma relação com o jogo "God of War", que usa o símbolo ômega (Ω), o mesmo símbolo utilizado para a unidade de resistência elétrica.

O último elemento do circuito apresentado pelo professor foi a corrente elétrica e sua unidade. A partir da definição de cada um dos elementos do circuito, o professor pediu ajuda à turma para encontrar alguma relação entre esses conceitos, a fim de chegar à primeira lei de Ohm. Ele buscou estabelecer uma relação entre o conceito de resistência elétrica e corrente elétrica, tentando identificar as relações de proporção entre essas duas grandezas.

A maior parte dos alunos apresentou a concepção errada de que quanto maior a resistência, maior seria a corrente elétrica. Eles justificaram essa visão com a ideia de que, para o "circuito funcionar", um aumento na resistência deveria aumentar também a corrente. Isso revela que os alunos não compreenderam que a fonte de tensão não estava mudando naquele momento, apesar de o professor ter mencionado isso no início da atividade.

Durante a atividade, o professor precisou fazer algumas pausas devido à agitação da turma. No entanto, a maior parte dos alunos estava interagindo com o professor e tentando entender a relação entre os elementos do circuito.

Para ajudar os alunos a compreender a relação correta entre corrente e resistência, o professor explicou o conceito de resistência elétrica em um circuito usando uma analogia com pessoas em uma fila para entrar em uma festa (representando os elétrons) e um segurança (representando a resistência). Após a explicação, uma aluna que havia inicialmente acreditado que corrente e resistência eram diretamente proporcionais, esclareceu para a turma que, na verdade, a corrente e a resistência são inversamente proporcionais, assumindo uma tensão constante. Uma colega ajudou a esclarecer a dúvida restante de outra aluna.

O professor sistematizou a ideia de proporcionalidade entre as grandezas no quadro e passou para o próximo caso: com resistência constante e tensão variável.

Ele questionou o que aconteceria com a corrente quando a tensão aplicada mudasse. Para ilustrar, ele relacionou com o experimento realizado no laboratório, onde primeiro se montou um circuito com uma pilha e depois com duas pilhas em série. A turma respondeu que o brilho da lâmpada aumentava com duas pilhas, indicando que a corrente elétrica também aumentava.

Um aluno chegou atrasado, quando o período já estava quase terminando. Após sua chegada, o professor continuou a atividade com a turma, pedindo que os alunos relacionassem as três grandezas estudadas: corrente elétrica, resistência elétrica e tensão. Utilizando as relações de proporcionalidade, os alunos deduziram que a corrente elétrica é diretamente proporcional à tensão e inversamente proporcional à resistência.

O professor então formalizou essas relações de proporcionalidade e enunciou a primeira lei de Ohm. Com o fim do primeiro período, ele deixou um tempo para que os alunos copiassem o conteúdo do quadro enquanto realizava a chamada. Durante esse tempo, uma aluna explicou para sua colega sobre a equação apresentada, e discutiram sobre a velocidade dos elétrons.

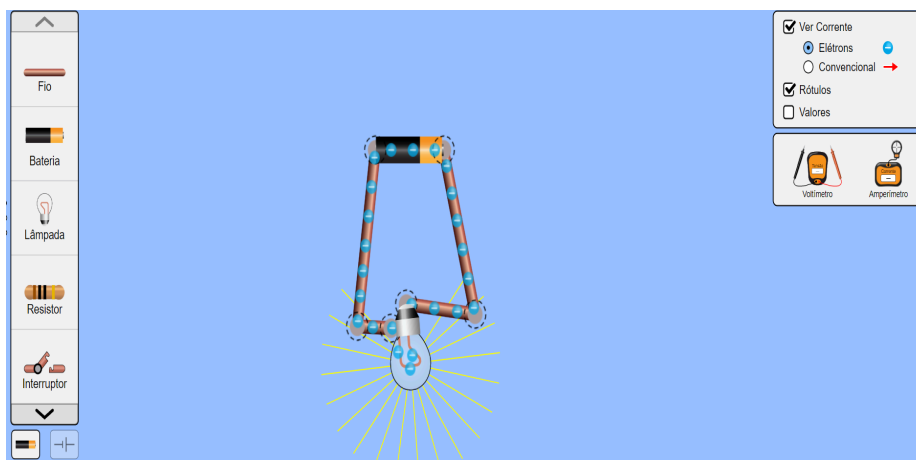
Após a chamada, o professor apresentou o multímetro e mediu a diferença de potencial da tomada, explicando que para Porto Alegre, a tensão deve ser de 127V. Na sua medição, percebeu que a tensão era de 130V, e esclareceu que pequenas variações geralmente não afetam o funcionamento dos aparelhos domésticos.

Uma aluna perguntou sobre os aparelhos que funcionam em uma determinada tensão e por que eles queimam se ligados a uma tensão maior. A aluna concluiu que o problema era devido ao aumento da corrente, e o professor confirmou sua resposta.

Na próxima etapa da aula, o professor utilizou a simulação computacional "Kit para Montar um Circuito DC - Laboratório Virtual"³ do PhET, que permite a montagem de circuitos. A figura 2 mostra a interface da simulação computacional.

³ Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-dc

Figura 2 - Captura de tela da simulação "Kit para Montar um Circuito DC - Laboratório Virtual".



Fonte: O autor.

Montou um circuito simples com uma pilha, uma lâmpada e uma chave para ilustrar como a corrente elétrica se comporta em um circuito. Também demonstrou o caso de um curto-circuito e discutiu os perigos de montar um circuito com os fios diretamente na fonte. O professor fez uma relação do circuito da simulação com a lâmpada e o interruptor da sala de aula, perguntando se os elétrons precisavam percorrer o circuito completo para a lâmpada acender. Os alunos compreenderam que, na simulação, já havia elétrons por todo o circuito e associaram a ideia de que um elétron empurra o outro quando o circuito é fechado.

Após o entendimento dos conceitos, o professor propôs algumas questões sobre o circuito montado. Perguntou, primeiramente, qual seria a corrente do circuito com uma pilha de 10V e uma resistência de 10 ohms. Os alunos realizaram as contas e responderam rapidamente que a corrente seria de 1 ampere.

Na simulação, o professor apresentou o amperímetro e o voltímetro para que os alunos pudessem verificar as medições. Ele também solicitou a colaboração da turma para conectar os aparelhos ao circuito. Em seguida, foram ajustados os valores de resistência e tensão para observar os efeitos sobre os componentes do circuito. O brilho da lâmpada variava conforme os valores ajustados, e o professor utilizou essa variação para relacionar o brilho com a corrente elétrica que passava pelo circuito.

Vários circuitos diferentes foram montados, refletindo a forma como os alunos haviam construído seus circuitos durante o laboratório. O professor aproveitou a oportunidade para explicar por que alguns dos circuitos montados pelos alunos não funcionavam.

Com outras variações de circuitos, foi solicitado à turma que calculasse a tensão. Em seguida, foi montado um novo circuito com duas pilhas em série, e os alunos foram desafiados a calcular a corrente que passava por ele. Após alguns minutos de trabalho, o professor resolveu a questão no quadro e encerrou a simulação.

Para concluir a aula, o professor montou um circuito real utilizando a tomada da sala, uma lâmpada de LED e um interruptor. Um multímetro foi usado para medir a corrente e a tensão nos terminais da lâmpada. Os alunos se aproximaram para observar o circuito em funcionamento. Após as medições, o professor desligou os aparelhos e liberou a turma para o intervalo.

Construir relações de proporcionalidade entre grandezas e, posteriormente, condensar todas as relações em uma equação foi uma excelente abordagem para o conteúdo. Essa prática pode ser aplicada a quase todos os temas e proporciona um entendimento mais profundo das interações entre conceitos. Dessa forma, a equação deixa de ser apenas uma fórmula a ser utilizada para resolver exercícios, passando a representar uma maneira sistemática de organizar o conhecimento científico.

A turma demonstrou novamente uma participação ativa e interesse geral na aula. Mesmo com metodologias mais tradicionais, os alunos se mostraram engajados. Isso sugere que a turma se adapta bem a diferentes abordagens pedagógicas, o que será benéfico para futuras atividades. No entanto, metodologias ativas podem oferecer uma participação e um envolvimento ainda maiores de toda a turma nas atividades.

Observação 5

Data: 22/04/2024.

Turma: 301.

2 períodos: 08h45min - 10h15min.

Nesse dia, estava marcada a prova de Física. Como de costume, o professor dedicou o primeiro período à revisão do conteúdo. A turma solicitou que ele resolvesse algumas questões da lista de exercícios, composta por problemas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e vestibulares.

Durante a resolução, o professor sempre incentivava a participação dos alunos, pedindo sugestões sobre como iniciar cada questão. No geral, a turma se mostrou engajada e interessada. Nos problemas conceituais, os alunos desempenharam muito bem, acertando a maioria dos exercícios. No entanto, quando se tratava de questões que exigiam o uso de equações e ferramentas matemáticas, a turma enfrentava dificuldades para desenvolver as respostas.

Ao resolver uma questão sobre a ligação correta de um voltímetro e um amperímetro em um circuito, os alunos demonstraram domínio do conceito. Contudo, nas questões que envolviam gráficos, houve dificuldade em relacionar as variáveis e aplicar as equações necessárias para calcular alguma grandeza.

O professor resolveu um total de cinco questões com a turma, concluindo a revisão no final do primeiro período. Em seguida, organizou os alunos em fileiras e começou a distribuição das provas. Foram entregues duas versões diferentes da prova, alternadas entre os alunos. O exame abordava noções de circuitos e a Primeira Lei de Ohm.

A prova consistia em cinco questões, sendo três objetivas e duas dissertativas. As três questões objetivas foram extraídas da lista de exercícios resolvida pelo professor no primeiro período. Duas questões exigiam o uso de equações e cálculos, enquanto as outras dependiam apenas do conhecimento sobre circuitos.

O professor não realizou nenhuma leitura conjunta com a turma, mas orientou os alunos sobre as unidades presentes na prova e permaneceu disponível para esclarecer outras dúvidas. Durante a aplicação do exame, ele circulou pela sala, auxiliando os alunos com dificuldades na interpretação de alguns problemas.

Aproximadamente 10 minutos após o início da prova, um aluno já havia concluído, e outros também terminaram rapidamente. Aqueles que terminaram a prova começaram a usar o celular e a conversar com os colegas que também já haviam concluído. Muitos alunos pediram permissão para ir ao banheiro após terminarem a prova.

Em cerca de 30 minutos, todos os alunos já haviam concluído o exame. O professor aproveitou o tempo restante para corrigir uma das questões no quadro. Após a explicação, os alunos foram liberados alguns minutos antes do término do período.

A turma aparentou não ter dificuldades para realizar a prova, finalizando as questões rapidamente. Isso provavelmente ocorreu porque as questões eram semelhantes às da lista de exercícios. Outro fator que contribuiu para a rapidez foi o fato de o professor não exigir o desenvolvimento detalhado das respostas, o que permite que muitos alunos simplesmente decorem as respostas dos exercícios e completem as questões objetivas rapidamente, sem um raciocínio mais profundo.

Na minha regência, pretendo modificar o estilo das provas, exigindo o desenvolvimento das respostas para estimular uma reflexão mais crítica sobre os problemas.

Entretanto, as questões dissertativas exigiam que os alunos demonstrassem um domínio conceitual, o qual deveria ser expresso em suas respostas. Essas questões são valiosas para o professor compreender melhor como os alunos estão assimilando os fenômenos estudados.

Observação 6

Data: 29/04/2024.

Turma: 301.

2 períodos: 08h45min - 10h15min.

No início do primeiro período, o professor discutiu os critérios de avaliação utilizados durante o trimestre. A avaliação era dividida em quatro partes: atitudinal (30% da nota), apresentação de trabalhos (20%), experimentos no laboratório (20%) e a prova (30%). Ele também mencionou o evento "Portas Abertas" que aconteceria na UFRGS e informou que as avaliações já haviam sido corrigidas. Em seguida, distribuiu as avaliações enquanto fazia a chamada.

Durante a chamada, a turma conversava em voz alta. Após concluir a chamada e distribuir as provas, o professor começou a corrigir a prova no quadro. A turma havia demonstrado dificuldade conceitual em relacionar as grandezas presentes na Lei de Ohm. Para esclarecer, o professor utilizou figuras projetadas e a simulação "Kit para Montar um Circuito DC - Laboratório Virtual" para resolver algumas questões da prova. Para explicar o conceito de corrente elétrica, ele chamou três alunos à frente da sala, simulando dois como elétrons e um como resistência, associando esses conceitos à diferença de potencial.

O tempo do período não foi suficiente para resolver todas as questões. Assim, o professor corrigiu apenas uma questão que envolvia a aplicação da Lei de Ohm e outra de natureza conceitual. Ao final, foi reservado um tempo para que eu aplicasse um questionário (apêndice A), com o objetivo de conhecer melhor a turma e suas dificuldades em relação à disciplina de Física.

Após responderem ao questionário, o professor dividiu a turma entre os alunos que fariam a prova de recuperação e os que não precisavam fazê-la. A parte da turma que não participaria da recuperação ficou mexendo no celular ou realizando outras atividades não relacionadas à disciplina de Física.

A prova de recuperação consistia em seis questões, incluindo uma extra. Dentre as seis, três eram objetivas e retiradas da lista de exercícios, sem exigência de desenvolvimento. Outras duas questões exigiam o uso da Lei de Ohm para

calcular grandezas em um circuito, e a última era uma questão conceitual sobre curto-circuito.

À medida que os alunos terminavam a prova, começaram a conversar em voz alta, o que levou o professor a chamar a atenção deles, pois ainda havia colegas realizando o exame. Quando faltavam cerca de cinco minutos para o fim do período, os alunos que já haviam concluído a prova foram liberados para o intervalo, exceto por uma aluna que permaneceu com a prova até o final do tempo.

Ao final da aula, alguns alunos pediram ao professor para verificar a nota total do trimestre. De modo geral, a turma se saiu bem na disciplina. A maioria dos alunos que fizeram a recuperação o fez apenas para tentar melhorar a nota, já que muitos já haviam atingido a pontuação mínima necessária.

Com a aplicação do questionário, percebi que a disciplina menos apreciada pelos estudantes é Matemática, seguida por Física. As justificativas estavam relacionadas à dificuldade com cálculos e fórmulas. No entanto, muitos alunos expressaram interesse nas discussões conceituais, apesar das dificuldades. Além disso, vários alunos destacaram o gosto por atividades experimentais.

Diante disso, na minha regência, pretendo utilizar essas respostas para desenvolver uma unidade didática com maior foco na parte conceitual, aliada a atividades em laboratório e demonstrações experimentais em sala de aula.

Observação 7

Data: 10/06/2024.

Turma: 301.

2 períodos: 08h45min - 10h15min.

Devido às enchentes que afetaram todo o estado do Rio Grande do Sul, as aulas presenciais de todas as escolas de ensino básico foram suspensas por pouco mais de um mês. No dia 10/06, o CAp retomou as aulas. No primeiro período do dia, a escola organizou uma recepção com comidas e bebidas, proporcionando aos alunos a oportunidade de compartilhar com os colegas como superaram esse

evento. No segundo período, os alunos voltaram para suas respectivas salas de aula, e as atividades na escola retornaram à normalidade.

Ao chegar na sala, a turma estava bastante agitada, o que dificultou o início da aula. No entanto, aos poucos, os alunos foram se acalmando e prestando atenção ao professor. Como o semestre já havia terminado e, segundo as orientações da escola, os professores não deveriam introduzir novos conteúdos, o professor sugeriu à turma a realização de um pré-conselho, ideia que foi bem recebida.

No pré-conselho, o professor começou a chamar os alunos individualmente para conversar sobre as notas e as dificuldades enfrentadas ao longo do trimestre. Enquanto um aluno ia à frente da sala conversar com o professor, de acordo com a ordem da chamada, os demais permaneciam em seus lugares, conversando com os colegas próximos.

Nas conversas individuais, o professor buscou entender as dificuldades específicas de cada aluno e o que eles mais apreciaram no trimestre, dando maior atenção àqueles que precisaram realizar a prova de recuperação. Uma aluna chegou atrasada à aula, mas como os atendimentos eram individuais, isso não prejudicou o andamento da aula.

Após finalizar os atendimentos, o professor entregou alguns trabalhos corrigidos que haviam ficado pendentes antes das enchentes. Em seguida, parabenizou a turma, destacando que nenhum aluno ficou com notas abaixo da média.

O professor também explicou como seria o processo de recuperação das aulas perdidas devido à enchente. As aulas serão repostas em turno inverso em alguns dias da semana ao longo do ano. Aproveitando o momento, apresentou aos alunos o planejamento para o segundo semestre e como seriam realizadas as avaliações. O semestre será dividido em duas partes: a primeira será conduzida pelo estagiário e a segunda pelo professor titular. Eu abordarei o tema de eletrostática com os alunos, enquanto o professor, ao término da minha unidade didática,

trabalhará associação de resistores. Após esses avisos, o professor liberou a turma para o intervalo.

Embora a aula não tenha fornecido muito material para observação, uma característica me chamou bastante atenção: os atendimentos individuais com os alunos. Essa prática demonstra que o professor se preocupa com as opiniões e dificuldades de cada estudante de forma personalizada. Ele não vê a turma apenas como um grupo homogêneo, mas como indivíduos com necessidades e desafios próprios. Acredito que essa abordagem aproxima o professor dos alunos e permite que ele trabalhe de forma mais eficaz durante as aulas.

Observação 8

Data: 17/06/2024.

Turma: 301.

2 períodos: 08h45min - 10h15min.

Nesta aula, o professor havia planejado utilizar a Instrução pelos Colegas com a turma. Com a ajuda da monitora de Física, foram distribuídos cartões para que os alunos pudessem votar nas alternativas durante a atividade. Enquanto a monitora distribuía os cartões, o professor ligou o computador e preparou as questões no projetor. Houve certa dificuldade para conectar à internet, mas após cinco minutos o problema foi resolvido.

Devido às enchentes, as duas turmas do terceiro ano estavam defasadas em relação ao conteúdo. A turma 301 tinha tido duas aulas a mais do que a turma 302. Por conta disso, o professor estava tentando sincronizar o progresso das duas turmas. Em vez de introduzir conteúdos novos, ele optou por fazer uma revisão geral do material estudado no trimestre anterior, utilizando a Instrução pelos Colegas para isso.

Antes de iniciar a revisão com a Instrução pelos Colegas, o professor fez uma breve exposição sobre os conceitos já vistos, para refrescar a memória dos alunos. Ele revisou a estrutura atômica e as interações entre cargas elétricas, além de discutir circuitos elétricos, explicando como montar um circuito e quais são as principais grandezas associadas a ele.

Após essa breve revisão, foram distribuídos os *plickers* para que a atividade pudesse começar. A turma reagiu negativamente, pois em experiências anteriores com essa atividade, houve certa confusão. O professor, então, explicou novamente como a atividade funcionaria, tentando esclarecer as dúvidas dos alunos. Com a explicação concluída, as questões foram projetadas no quadro, e os alunos começaram a responder.

Apesar da orientação do professor para que não discutissem as alternativas antes de votar, os alunos conversavam entre si. O método prevê um momento posterior para discussão, que é importante para o processo de aprendizado.

A primeira questão, sobre a estrutura atômica, era bastante simples, e toda a turma respondeu corretamente. No entanto, a segunda questão, que envolvia um problema de eletrização de corpos, dividiu as respostas entre as alternativas. O professor então mostrou a distribuição das respostas e deu tempo para que os alunos discutissem entre si, buscando convergir para uma única resposta. Após uma nova votação, as respostas convergiram para a alternativa correta, e o professor prosseguiu para a próxima questão sem fazer comentários adicionais.

O professor tentou enfatizar que, no primeiro momento da atividade, os alunos deveriam ler a questão individualmente, sem discutir com os colegas. A terceira questão, que abordava corpos eletrizados, também não resultou em uma resposta unânime na primeira votação. O professor, então, deu tempo para os alunos debaterem as alternativas entre si. Na nova votação, as respostas convergiram para a alternativa correta. Mais uma vez, o professor não fez comentários e prosseguiu para a próxima questão.

A quarta questão apresentava uma série triboelétrica e perguntava qual seria a carga dos corpos após serem atritados. Novamente, as respostas ficaram divididas entre as alternativas, e os alunos tiveram tempo para discutir. Enquanto eles argumentavam, o professor circulou pela sala, perguntando a cada aluno qual alternativa havia marcado. Após a segunda votação, a maioria da turma escolheu a alternativa correta. Nesta questão, o professor fez uma explicação detalhada sobre a série triboelétrica no quadro.

A quinta questão apresentava um fenômeno físico, e os alunos deveriam identificar qual teoria da Física explicava o problema. A turma não teve dificuldades e convergiu para a resposta correta na primeira votação.

A sexta questão envolvia um circuito elétrico e pedia que os alunos identificassem as grandezas físicas relevantes para o estudo do circuito. A turma ficou dividida entre três alternativas. Depois de um tempo para debate, uma segunda votação foi realizada, mas os alunos ainda se dividiram entre duas alternativas. O professor, então, revelou a resposta correta e explicou a questão no quadro.

A sétima questão perguntava sobre a definição de curto-circuito. As respostas foram bem distribuídas entre as alternativas, mas o professor havia deixado a resposta correta marcada anteriormente por engano. Em vez de promover uma discussão, ele explicou a questão diretamente no quadro.

A oitava questão apresentava um circuito montado em uma simulação computacional, e os alunos deveriam calcular a resistência elétrica de um aparelho. A turma conseguiu calcular sem dificuldades e convergiu para a alternativa correta. O professor pediu que algum aluno resolvesse a questão no quadro. Embora hesitante, uma aluna se voluntariou e resolveu a questão corretamente, recebendo aplausos dos colegas, o que a deixou feliz.

A nona questão era similar à oitava, mas com valores diferentes de voltagem, corrente e resistência, e pedia o cálculo da corrente elétrica. A turma respondeu corretamente, sem dificuldades.

Havia ainda uma décima questão, mas os alunos já estavam agitados e se preparando para o intervalo, então o professor decidiu não aplicá-la. Os cartões *pickers* foram recolhidos e a turma foi liberada para o intervalo.

Apesar das reclamações iniciais em relação à atividade, os alunos demonstraram-se bastante engajados. Não houve problemas com os *pickers*, e a atividade se desenvolveu de maneira satisfatória. Com isso, pretendo utilizar essa metodologia em minha regência, pois metodologias ativas tendem a dar bons resultados com essa turma. Além disso, o fato de a turma ser muito participativa

facilita a implementação de estratégias que colocam os alunos como protagonistas no processo de aprendizagem.

Observação 9

Data: 24/06/2024.

Turma: 301.

2 períodos: 08h45min - 10h15min.

A aula foi realizada no laboratório de Física, então os alunos precisaram se deslocar de sua sala até o laboratório, o que demorou cerca de 10 minutos. Quando todos finalmente chegaram, o professor iniciou a aula.

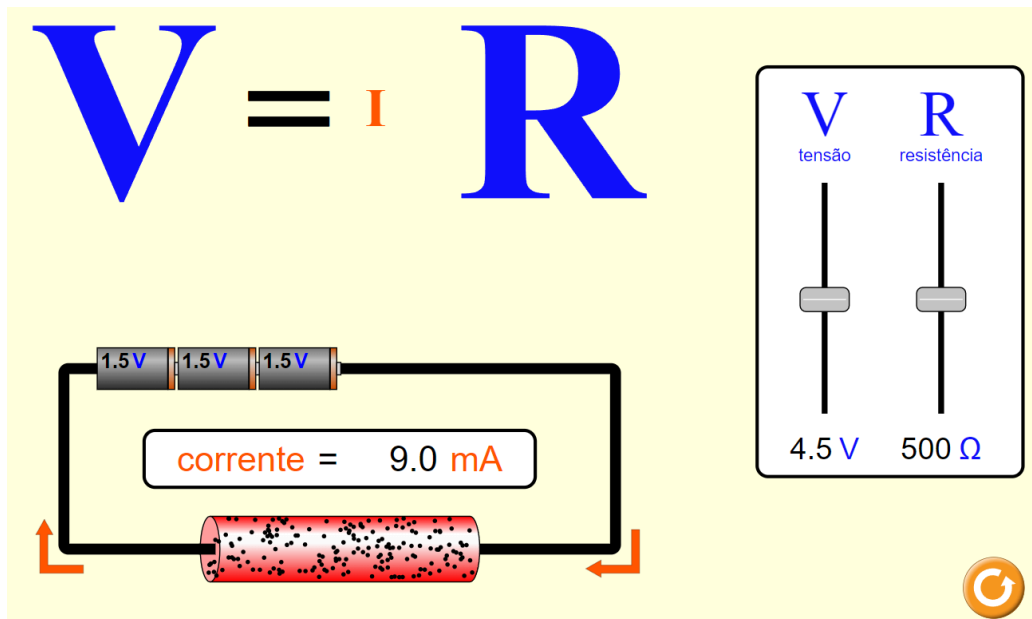
Para essa aula, o professor trouxe um chuveiro elétrico, permitindo que os alunos explorassem e entendessem o funcionamento desse equipamento. Os alunos foram organizados em grupos, e o chuveiro foi passado de grupo em grupo para análise. Enquanto os grupos examinavam o chuveiro, o professor abriu uma simulação computacional para montar um circuito, projetando-o no quadro. O circuito incluía uma bateria, um resistor, um voltímetro e um amperímetro.

O objetivo da aula era revisar os conceitos de circuitos elétricos e demonstrar como esses conceitos se aplicam a aparelhos elétricos, como o chuveiro. O professor revisou a Primeira Lei de Ohm, relacionando-a aos elementos do circuito montado na simulação. Em seguida, propôs um exercício para que os alunos calculassem a resistência do circuito. Após a resolução do exercício, as grandezas do circuito foram alteradas para que os alunos pudessem observar a relação entre voltagem, resistência e corrente.

Para aprofundar a compreensão matemática, o professor utilizou outra simulação computacional presente no PhET, chamada “Lei de Ohm”⁴ a qual apresentava essa lei em sua forma matemática, destacando como as grandezas variam em função uma da outra. Ele aproveitou para explicar como a intensidade da corrente elétrica varia em um circuito, usando uma analogia com carros no trânsito. A simulação é ilustrada na figura 3.

⁴ Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/ohms-law

Figura 3 - Captura de tela da simulação “Lei de Ohm”.



Fonte: O autor.

A turma estava bastante participativa e curiosa em relação ao tema estudado. No entanto, alguns alunos estavam conversando em excesso, o que levou o professor a pedir que trocassem de lugar.

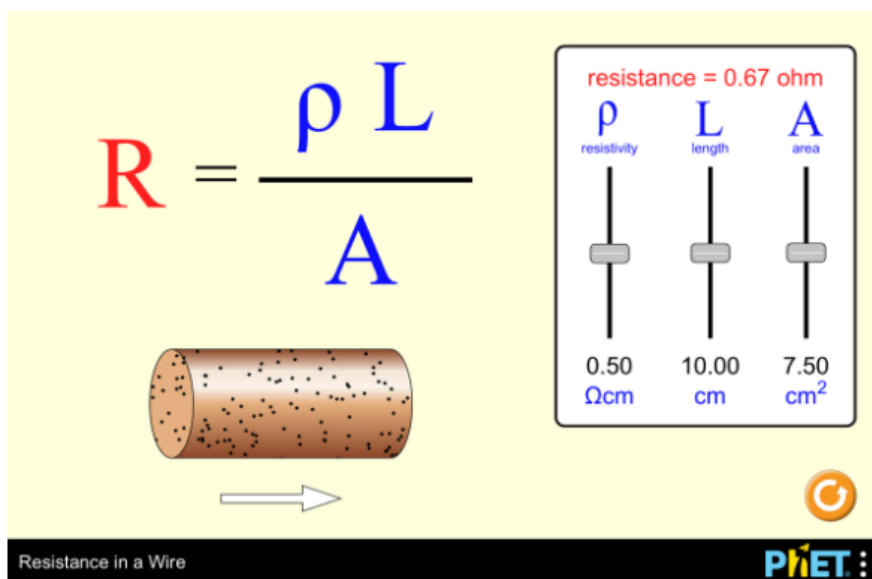
Embora o conceito de corrente elétrica já tivesse sido introduzido de maneira intuitiva, ele ainda não havia sido formalizado. Para isso, o professor pediu que os alunos relembassem o conceito de velocidade, mas houve confusão com os conceitos de força e aceleração. O professor então fez uma breve revisão sobre o que é velocidade, buscando formalizar esse conhecimento junto aos alunos. A partir desse conceito, ele pediu ajuda para chegar a uma expressão para a intensidade da corrente elétrica. A turma sugeriu várias relações, tentando encaixar voltagem e resistência na definição de corrente elétrica. Apesar de algumas dicas, os alunos tiveram dificuldade em chegar à relação correta. Após várias tentativas, o professor formalizou o conceito de corrente elétrica para a turma.

O chuveiro elétrico, que ainda estava circulando entre os grupos, foi recolhido pelo professor, que então deu tempo para que os alunos copiassem as informações do quadro. Com o chuveiro em mãos, o professor detalhou seu funcionamento, mostrando as partes por onde a água passa, o resistor, as posições de inverno e

verão do chuveiro, os fios, entre outros componentes. Em seguida, retirou o resistor do chuveiro e, junto com outros dois resistores separados, os apresentou aos alunos. Além disso, questionou-os sobre qual parte dos resistores estava associada à posição inverno e qual a posição verão.

O professor circulou entre os grupos para avaliar os argumentos utilizados pelos alunos para identificar as posições de verão e inverno. Em geral, os alunos associaram o fio mais grosso à maior resistência. Para esclarecer, o professor projetou uma simulação computacional do PhET, denominada “Resistência em um Fio”⁵, mostrando os fatores que influenciam a resistência de um material. Explicou a equação conhecida como segunda lei de Ohm e a relacionou com o resistor do chuveiro. A figura 4 mostra a interface da simulação utilizada.

Figura 4 - Captura de tela da simulação “Resistência em um Fio”.



Fonte: O autor.

Ao final da aula, o professor ligou os resistores a uma fonte e os colocou em um recipiente com água para demonstrar como eles aquecem a água do chuveiro. Alguns alunos demonstraram curiosidade, mas uma parte significativa da turma não estava interessada, permanecendo no celular ou conversando.

⁵ Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/resistance-in-a-wire

A atividade no laboratório enfrentou alguns problemas, pois havia apenas um chuveiro disponível para todos os grupos. Como resultado, alguns grupos ficaram ociosos por longos períodos. Além disso, grande parte da aula foi dedicada a simulações computacionais, o que poderia ter sido feito em sala de aula. No entanto, mudar o ambiente pode ser benéfico, pois quebra o padrão e pode aumentar a motivação dos alunos.

Em geral, os alunos gostaram da atividade, como evidenciado pelo interesse de alguns no tema. Utilizar tecnologias do cotidiano parece ser uma boa estratégia para motivar os alunos nas aulas de física. Assim, sempre que possível, utilizarei exemplos e tecnologias presentes no dia a dia para engajar e motivar os alunos nas aulas de física.

5 Planos de aula e Relatos de regência

Nesta seção, serão apresentados os planos de aula desenvolvidos para a unidade didática e os relatos de regência. Os planos de aula foram desenvolvidos durante o período de discussão na disciplina de Estágio de Docência em Física III. Quando os planos ficaram prontos, comecei minha regência no CAp. A sequência das aulas será detalhada a seguir.

5.1 Aula 1 - Apresentação e introdução a eletrostática

Data: 01/07/2024.

Turma: 301.

2 períodos: 8h45min - 10h15min.

Alunos: 24.

Tópicos:

- Apresentação da unidade didática.
- Conceito de carga.
- Quantização da carga.
- Conservação da carga. Corpos eletrizados.

Objetivos docentes:

- Apresentar os tópicos que serão trabalhados ao longo de toda a regência relacionando com os conteúdos já vistos, ressaltando suas aplicações e relevância.
- Aguçar a curiosidade dos alunos sobre os conceitos de eletrostática demonstrando aplicações no cotidiano.
- Introduzir o conceito de carga elétrica para os alunos.

Procedimentos:

Atividade Inicial (~25 min):

Iniciarei a aula apresentando em *slides* as respostas dos alunos ao questionário, e como as aulas serão desenvolvidas pensando nessas respostas.

Após a apresentação do questionário, explicarei como o trimestre será organizado em relação a quantidade de aulas, avaliações e atividades que faremos no geral. Também apresentarei a lista de exercícios que poderá ser utilizada pelos alunos como um método de estudo para a prova.

Desenvolvimento (~55 min):

Apresentarei algumas aplicações da eletrostática no cotidiano, como uma caneta grudando na parede e os choques elétricos que podem acontecer ao tocarmos uma maçaneta, a fim de instigar a curiosidade dos alunos. Irei distribuir balões para os alunos e pedirei para que eles cortem pedaços de papel, para que possam eletrizar o balão e fazer os pedaços de papel se mexerem. Para buscar entender esses fenômenos, farei breves explicações sobre a estrutura do átomo e introduzirei os conceitos de carga elétrica e quantização da carga, apresentando a carga do elétron e do próton, e explicando como a carga de um corpo carregado é calculada. Além disso, também explicarei que a carga elétrica deve ser conservada após algum processo de troca de cargas entre corpos.

Fechamento (~10 min):

Para finalizar a aula, voltarei às aplicações mencionadas no início do conteúdo e pedirei para que os alunos tentem explicar porque o balão atrai os pedaços de papel e porque a caneta gruda na parede.

Recursos:

Quadro e caneta para quadro, balão e papel, projetor, apresentação em *slides*.

Avaliação:

Durante o trimestre, os alunos terão uma parte de sua nota voltada para as atitudes em sala de aula, como a participação, presença e comportamento. Assim, durante todas as aulas, irei realizar essa avaliação atitudinal.

Relato da regência

A aula começou com cinco minutos de atraso, pois precisei aguardar outra professora organizar os seus materiais antes de sair da sala. Assim que entrei, cumprimentei a turma com um bom dia e projetei a apresentação no quadro. Após chamar a atenção dos alunos, iniciei a aula.

Dividi a aula em duas partes. Na primeira, apresentei-me, discuti as respostas dos alunos ao questionário e expliquei o planejamento do trimestre. Na segunda parte, introduzi conceitos de eletrostática.

Comecei a apresentação falando um pouco sobre mim, mencionando o meu gosto por séries, animes e jogos eletrônicos. Neste momento, os alunos interagiram bastante, comentando sobre as séries e jogos que também gostam. No entanto, alguns alunos sentados no fundo da sala estavam conversando e jogando no celular. A conversa deste grupo interrompeu a aula em alguns momentos, obrigando-me a chamar a sua atenção.

Durante a apresentação, comentei sobre as respostas dos alunos ao questionário, destacando como as suas opiniões seriam consideradas nas aulas. A maioria demonstrou grande interesse por experiências de física, o que foi evidente nas respostas. Para valorizar essa opinião, expliquei que o planejamento da unidade didática incluía várias experiências, além de uma visita aos laboratórios de Ensino de Física da UFRGS. A turma mostrou-se entusiasmada com a visita, mas ficou um pouco desanimada ao saber que ela ocorreria apenas daqui a um mês.

Também apresentei os cursos e carreiras que cada aluno pretende seguir, salientando que muitos têm interesse na área da saúde. Além disso, mostrei a proporção de estudantes que trabalham, mencionando um aluno que atua na área de eletrônica, o que se relaciona diretamente com os conteúdos a serem estudados.

Para concluir a apresentação inicial, expliquei como o trimestre foi planejado, com sete aulas de dois períodos cada. Ao longo dessas aulas, os alunos realizarão trabalhos que contarão para a avaliação, como o relatório da aula 6 e a publicação de um vídeo no fórum da aula 5. Ressaltei que a participação nas atividades e a

postura em sala de aula terão um peso de 20% da nota total. Apresentei a estrutura da prova (apêndice J), que incluiria duas questões objetivas e três dissertativas, totalizando 40% da nota do trimestre. Informei que disponibilizarei uma lista de exercícios (apêndice I) no Moodle, sendo que a prova terá um nível semelhante, mas com questões diferentes. Por fim, resumi o planejamento da unidade didática, os tópicos a serem abordados e as metodologias a serem utilizadas.

Após a apresentação inicial, passei para a parte prática da aula, onde começamos a estudar o conteúdo propriamente dito. Distribuí balões aos alunos e pedi que os enchessem, além de solicitar que cortassem pedaços de papel. Mesmo antes de dar qualquer instrução, os alunos já estavam esfregando os balões no cabelo, embora não soubessem o motivo. Então, pedi que esfregassem o balão no cabelo ou num blusão de lã e, em seguida, aproximassem os balões dos papéis picados. Eles observaram que o balão atraía os papéis e ficaram impressionados, repetindo o experimento várias vezes.

Aproveitei o momento para questionar como o balão conseguia atrair os papéis apenas com o atrito. Também demonstrei que era possível colar uma caneta na parede ao esfregá-la contra a superfície, embora os alunos já conhecessem este experimento. Dessa forma, instiguei a curiosidade deles em relação ao tema que estudaremos.

Após essa problematização inicial, expliquei que, para compreender como isso é possível, precisaríamos estudar as interações microscópicas das cargas elétricas. Introduzi o conceito de carga elétrica e suas propriedades, iniciando uma exposição dialogada sobre a estrutura do átomo. Defini ainda o que é carga elétrica e a quantização da carga, dando exemplos de grandezas discretas e contínuas. Por fim, expliquei a conservação da carga, utilizando como analogia a conservação de energia, que os alunos já haviam estudado em anos anteriores.

No final da aula, realizamos alguns exercícios para aplicar os conceitos abordados. Dei aos alunos cerca de cinco minutos para tentarem resolver os exercícios sozinhos e, em seguida, pedi a ajuda deles para resolvê-los no quadro. A primeira questão apresentava uma situação de um corpo eletrizado, e os alunos deveriam calcular a carga do corpo. Eles não tiveram grandes dificuldades. A

segunda questão envolvia dois corpos eletrizados que interagiam, e os alunos deveriam usar o princípio da conservação da carga para determinar a nova configuração do sistema após a interação. Houve um pouco mais de dificuldade nessa questão, mas ao resolvê-la no quadro, com a participação da turma, o conceito ficou mais claro.

Para encerrar a aula, o professor de Física do colégio realizou a chamada, e os alunos foram liberados para o intervalo.

Em geral, a aula correu conforme planejado. A interação da turma é um ponto forte a ser explorado durante a regência. No entanto, alguns alunos se dispersam facilmente e começaram a conversar sobre assuntos paralelos, o que dificulta a dinâmica da aula em alguns momentos. Além disso, os alunos que sentam no fundo da sala não interagem muito e acabaram atrapalhando em alguns momentos. Contudo, a maioria da turma se mostrou engajada e motivada para aprender, participando ativamente dos exercícios, respondendo perguntas e interagindo de forma geral.

Para resolver o problema dos alunos que não participam e atrapalham a aula, tentarei envolvê-los em momentos específicos, incentivando a sua participação ativa nas próximas aulas. Além disso, as metodologias ativas que pretendo implementar podem ser uma boa estratégia para engajar esses alunos. Para o restante da turma, a utilização de metodologias ativas tende a aumentar ainda mais a participação e o engajamento, ajudando a evitar dispersões durante a aula.

5.2 Aula 2 - Eletroscópios e Lei de Coulomb

Data: 08/07/2024.

Turma: 301.

2 períodos: 8h45min - 10h15min.

Alunos: 24.

Tópicos:

- Eletroscópios.
- Lei de Coulomb.

- Linhas de força.

Objetivos docentes:

- Problematizar como podemos saber se corpos estão carregados.
- Explicar fenômenos do cotidiano a partir da força eletrostática.
- Fomentar a discussão entre os alunos sobre os conceitos de carga elétrica e força elétrica.
- Mostrar as relações entre força elétrica e as linhas de força.

Procedimentos:

Atividade Inicial (~10 min):

Farei uma breve revisão sobre os tópicos estudados na última aula. Para isso, farei uma apresentação em *slides* retomando os conceitos de carga elétrica, quantização da carga, conservação da carga e corpos eletrizados. Retomarei o experimento do balão com papel, realizado na última aula e farei uma problematização perguntando o que faz o papel se mover.

Desenvolvimento (~60 min):

Introduzirei o conceito de força elétrica a partir da problematização inicial. Durante a exposição do conteúdo, utilizarei *slides* para ajudar na ilustração dos conceitos apresentados, intercalando com o quadro para dar exemplos. Para complementar a explicação, farei uso da simulação computacional “Lei de Coulomb” disponível no PhET. Intercalando com a explicação dos conceitos, utilizarei a metodologia de Instrução pelos Colegas. Para isso, apresentarei como a metodologia funciona e colocarei questões conceituais sobre força elétrica projetadas em *slides* para que os alunos possam participar ativamente da aula. Após estudarmos como a força elétrica atua em corpos carregados, irei problematizar como podemos saber se um corpo está ou não carregado eletricamente. Para responder à pergunta, apresentarei eletroscópios, os quais levarei para a aula. Utilizarei o método POE para estudarmos os eletroscópios. Apresentarei uma determinada configuração, e perguntarei o que acontecerá (por exemplo, aproximando um corpo carregado do eletroscópio). Então, os alunos observarão o

que acontece nesta configuração e logo após tentarão explicar porque o eletroscópio se comportou da maneira observada. Para formalizar o conhecimento, utilizarei os conceitos estudados até o momento (força elétrica, carga elétrica e corpos eletrizados) para explicar o funcionamento do eletroscópio. Então, farei novamente o uso da metodologia da instrução pelos colegas para que os alunos possam discutir sobre o funcionamento de um eletroscópio.

Fechamento (~20 min):

Ao fim da aula, passarei alguns exercícios para que os alunos possam utilizar a lei de Coulomb, a fim de que os alunos se familiarizem com as ferramentas matemáticas necessárias para interpretar fenômenos elétricos.

Recursos:

Quadro e caneta para quadro, projetor, eletroscópio, *plickers*.

Avaliação:

A avaliação será feita de acordo com o envolvimento dos alunos na atividade e com as respostas fornecidas enquanto realizarei a Instrução pelos Colegas. A partir das respostas concedidas pela turma, será possível identificar as principais dúvidas conceituais sobre o conteúdo estudado. A atividade não valerá nota, mas estará sendo avaliada as atitudes dos alunos, conforme foi explicado no primeiro plano de aula.

Relato da regência

O período começou com um atraso de dez minutos, pois precisei esperar que a professora anterior saísse da sala. Quando finalmente entrei, cumprimentei a turma e comecei a ligar o computador para projetar os *slides*. Realizei a chamada e, em seguida, iniciamos a discussão sobre o conteúdo.

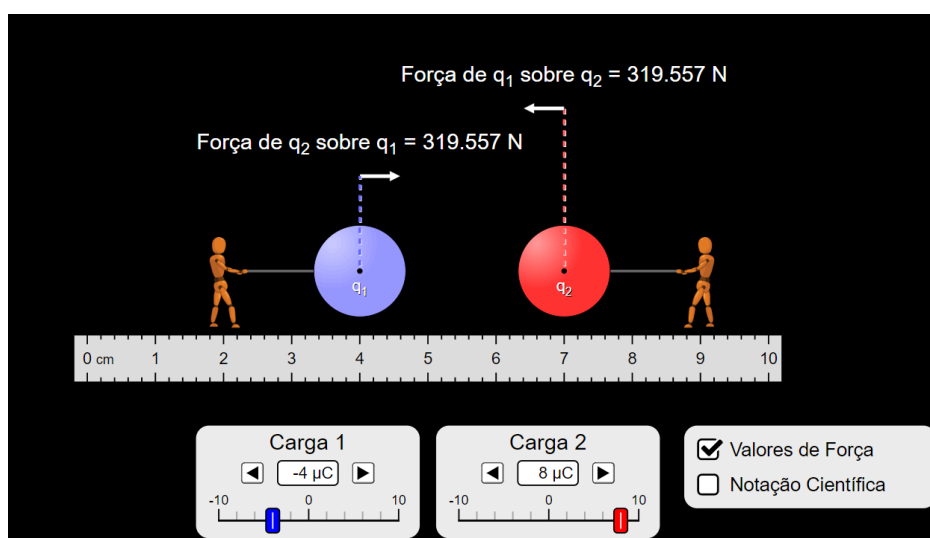
Comecei por retomar a última aula, na qual discutimos a quantização da carga, a conservação da carga e os corpos eletrizados. Relembrei o experimento do balão que realizamos e problematizei o fato de que deveria existir uma força

atuando, uma vez que os papéis estavam inicialmente parados e começaram a mover-se. Naquele momento, pedi aos alunos que me ajudassem a recordar as Leis de Newton para explicar o fenômeno.

Em seguida, formalizei que a atração e repulsão entre as cargas elétricas se devem a uma força. No entanto, questionei os alunos sobre de quais fatores essa força dependia. Começamos a formular algumas hipóteses a partir do experimento com o balão. Perguntei se a distância entre o balão e os papéis influenciava a intensidade da força. A turma respondeu que, quanto mais distante o balão estava, menor era a atração dos papéis. Assim, concluímos que a força é inversamente proporcional a distância. Utilizei a mesma lógica para perguntar se a carga dos corpos também influenciava. A maioria dos estudantes respondeu afirmativamente, afirmando que quanto maior a carga, maior a intensidade da força. Embora não tenhamos realizado medições empíricas, essa conclusão pareceu intuitiva.

Com as relações de proporcionalidade estabelecidas, utilizei a simulação computacional do PhET “Lei de Coulomb”⁶ para ilustrar essas relações entre as grandezas. A figura 5 ilustra a interface da simulação.

Figura 5 - Captura de tela da simulação “Lei de Coulomb”.



Fonte: O autor.

⁶ Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/coulombs-law

Assim, formalizei o conhecimento apresentando a Lei de Coulomb. Expliquei que a força entre duas cargas depende das cargas envolvidas e é inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas. Uma aluna perguntou por que a distância é elevada ao quadrado, e eu esclareci que, embora não tenhamos percebido isso no experimento simples que realizamos, experimentos mais sofisticados mostram que a força elétrica realmente varia com o quadrado da distância. Acrescentei que a natureza se comporta dessa forma, mesmo que ainda não tenhamos uma explicação completa para isso.

Estudamos então a força elétrica, compreendendo a sua natureza vetorial e como calcular a força entre dois corpos eletricamente carregados. Comentei sobre a constante eletrostática, que depende do meio em que os corpos estão inseridos. Discutimos em detalhes a direção da força elétrica, que varia conforme os valores das cargas. Embora tenhamos formalizado o conhecimento, tentei sempre relacionar os novos conceitos com aqueles que já havíamos estudado. Sabíamos, por exemplo, que cargas de sinais opostos se atraem e cargas de sinais iguais se repelem. Mostrei como isso se manifesta na equação, onde a repulsão ou atração é representada pelo sinal da força.

Após a discussão sobre a força elétrica, realizei uma atividade de Instrução pelos Colegas. Comecei distribuindo os cartões *Plickers* para cada aluno e expliquei como a atividade seria desenvolvida. Ressaltei que, inicialmente, os alunos deveriam formular os seus argumentos e responder às questões individualmente, e que depois teriam um momento para discutir com os colegas. Realizei uma primeira votação apenas para testar se todos os cartões estavam a funcionar, e então passamos para a primeira questão.

A primeira questão apresentava duas cargas elétricas separadas por uma distância, e na segunda situação, uma das cargas era duplicada e a distância também era dobrada. Os alunos deveriam responder o que acontecia com a força elétrica na segunda situação, em comparação com a primeira. Após dar tempo para a turma responder, realizei a votação. Infelizmente, por engano, marquei a resposta errada como correta no aplicativo, o que gerou confusão entre os alunos. Para evitar mais problemas, expliquei a questão no quadro para a turma.

Essa primeira questão gerou muitas dúvidas, principalmente porque alguns alunos tiveram dificuldade em associar o fato de que, ao aumentar a distância entre as cargas, a força diminui com o quadrado desse aumento. Após discutirmos essa ideia, os alunos começaram a assimilar o conceito de que a força diminui com o quadrado da distância e entenderam melhor a questão.

A segunda questão era conceitual e apresentava algumas afirmações sobre a força elétrica; os alunos deveriam marcar quais estavam corretas. Após dar tempo para as respostas, realizei a votação, mas não houve convergência nos votos. Então, pedi que cada aluno procurasse um colega que votou de forma diferente e discutisse, tentando convencer o colega de que a sua alternativa era a mais coerente. Após o debate, realizamos uma segunda votação, e houve maior convergência para a resposta correta, embora ainda restassem alguns votos dispersos. Em seguida, fiz uma breve explicação da questão e seguimos para a próxima.

A terceira questão foi mais simples, envolvendo três cargas elétricas interagindo, e os alunos precisavam identificar se a força entre cada par de cargas era repulsiva ou atrativa. A turma não teve grandes dificuldades em responder a esta questão. Após a votação, fiz uma breve explicação e seguimos para o próximo conteúdo.

Com o término das questões da Instrução pelos Colegas, pedi que os alunos mantivessem os cartões, pois os usaríamos novamente. Então, perguntei como poderíamos determinar se um corpo está eletrizado. Para responder a essa pergunta, mostrei um eletroscópio. A ideia inicial era usar o eletroscópio com o método POE, mas, infelizmente, não estava funcionando naquele dia. Experimentos de eletrostática frequentemente falham devido à umidade do ar, e nesse dia estava muito úmido, o que impossibilitou o uso do eletroscópio.

Apesar disso, utilizei imagens e expliquei o funcionamento do eletroscópio, tentando manter a interação com a turma durante a explicação. Em geral, a turma é bastante participativa, o que faz com que as aulas tenham uma boa interação entre professor e alunos.

Entretanto, apesar de a maioria da turma ser atenta e participativa, um grupo de alunos no fundo da sala não estava tão envolvido. Embora participassem da atividade, em muitos momentos durante as explicações, este grupo usava o celular ou conversava alto, o que me obrigou a chamar a sua atenção várias vezes. Felizmente, quando chamava a atenção, eles paravam com o barulho.

Voltando aos eletroscópios, expliquei o funcionamento do eletroscópio de folhas e do pêndulo eletrostático. Problematizei como um corpo carregado consegue atrair um corpo neutro, como no caso do pêndulo eletrostático, e relatei o funcionamento dos eletroscópios com a Lei de Coulomb. Os alunos demonstraram bom entendimento sobre o assunto.

Em seguida, retomamos a Instrução pelos Colegas para finalizar a parte sobre eletroscópios. Pedi aos alunos que pegassem os cartões e apresentei a primeira questão no quadro. A questão mostrava um eletroscópio de folhas e um corpo eletrizado a aproximar-se. Os alunos deveriam escolher a alternativa que explicasse o que aconteceria com o eletroscópio à medida que o corpo se aproximasse. As respostas ficaram divididas, então pedi que encontrassem algum colega com respostas diferentes e debatessem sobre o problema. A nova votação mostrou uma convergência um pouco maior, mas as respostas ainda estavam razoavelmente distribuídas. Em seguida, fiz uma breve explicação do problema.

Havia ainda mais uma questão sobre eletroscópios, seguida de 10 minutos para os alunos realizarem exercícios sobre a força elétrica. No entanto, devido ao atraso inicial, não foi possível passar esses exercícios. Como o período estava terminando, pedi que os alunos devolvessem os cartões *Plickers* e finalizei a aula, liberando-os para o intervalo.

De modo geral, a turma está reagindo bem às metodologias aplicadas, o que é evidenciado pela participação ativa durante as aulas. No entanto, o grupo de alunos no fundo da sala, que fica mexendo no celular e conversando alto, está atrapalhando um pouco a dinâmica das aulas. Para tentar resolver esse problema, planejo abordar esse grupo individualmente na próxima aula e conversar sobre o que está acontecendo.

Outro ponto que tem surgido durante a aplicação da Instrução pelos Colegas é que os alunos não costumam procurar colegas com respostas diferentes para o debate. Em vez disso, costumam responder às questões juntos em pequenos grupos e discutem apenas entre si. Como resultado, a segunda votação muitas vezes se assemelha à primeira, já que não há interação com colegas que pensam de forma diferente. Embora essa metodologia já tenha sido aplicada anteriormente e eu tenha solicitado que não conversem com os colegas no primeiro momento, eles ainda costumam resolver as questões juntos e permanecem nos seus grupos. Nas próximas aulas, tentarei estimular mais a interação entre alunos com opiniões diferentes, para fomentar um debate mais produtivo.

Apesar desses desafios, a aula desenvolveu-se de maneira satisfatória, com muita participação dos alunos. Eles costumam responder às perguntas, fazer perguntas sobre o conteúdo e compartilhar as suas experiências cotidianas, o que contribui para um ambiente de aprendizagem agradável.

5.3 Aula 3 - Campo elétrico e Potencial elétrico

Data: 29/07/2024.

Turma: 301.

2 período: 8h45min - 10h15min.

Alunos: 22.

Tópicos:

- Campo elétrico gerado por cargas pontuais.
- Linhas de força.
- Potencial gerado por uma carga.
- Diferença de potencial.

Objetivos docentes:

- Problematizar a atuação da força elétrica.
- Relacionar o campo elétrico com a força sofrida por uma carga.
- Apresentar o conceito de potencial elétrico.

- Relacionar o conceito de potencial com a diferença de potencial presente nas tomadas e baterias.
- Fomentar a discussão entre os alunos sobre o conceito de campo elétrico e potencial elétrico.

Procedimentos:

Atividade Inicial (~10 min):

Retomarei o que foi visto na última aula, principalmente os aspectos da força elétrica. A partir da retomada inicial, irei problematizar a atuação da força elétrica, perguntando como uma carga “sabe” da existência da outra.

Desenvolvimento (~70 min):

Ao longo da aula, utilizarei a Instrução pelos Colegas para estudarmos os conceitos de campo elétrico e potencial elétrico. Apresentarei o conceito de campo por meio de *slides*, utilizando como base o campo gravitacional. Em seguida, no quadro e com caneta, demonstrarei o comportamento das linhas de força e explicarei como defini-las. Após essa definição, relacionarei o conceito de força, visto anteriormente, com o campo elétrico, chegando a uma equação para o campo através de proporções entre as grandezas no quadro. Para ilustrar, utilizarei a simulação computacional "Cargas e Campos" do PhET. Depois da discussão sobre campo elétrico, introduzirei o conceito de potencial elétrico e, em seguida, a diferença de potencial, partindo dos conhecimentos prévios dos alunos, que já estudaram a diferença de potencial em circuitos elétricos. Entre cada conceito estudado, utilizarei a instrução pelos colegas para fomentar a discussão entre os alunos sobre os conceitos abordados e identificar possíveis concepções alternativas.

Fechamento (~10 min):

Para finalizar a aula, relacionarei o conceito de diferença de potencial com o conteúdo de circuitos que já havia sido estudado anteriormente, e mostrarei algumas aplicações no cotidiano que envolvem a diferença de potencial.

Recursos:

Quadro e caneta para quadro, projetor, simulação computacional.

Relato da regência

Ao entrar na sala de aula, cumprimentei a turma com um bom dia e comecei a organizar a apresentação. Nesse dia, não houve imprevistos, o que me permitiu iniciar a aula pontualmente. Aproveitei o início do período para conversar com os alunos do fundo da sala sobre o comportamento inadequado que haviam demonstrado nas últimas aulas. Eles reconheceram que estavam atrapalhando o andamento da aula e concordaram em melhorar o comportamento.

Chamei a atenção da turma para dar alguns recados importantes. Primeiramente, informei que a lista de exercícios já estava disponível no Moodle, juntamente com os PDFs das aulas. Em seguida, mencionei a data da prova e expliquei a sua estrutura. Originalmente, havia proposto uma prova com cinco questões, mas, a pedido dos alunos, sugeri uma prova com seis questões, o que foi prontamente aceito por todos.

Como os alunos haviam voltado das férias escolares, considerei que poderiam não se lembrar muito bem do que foi abordado nas últimas aulas. Aproveitei os primeiros minutos para fazer uma breve revisão sobre a força elétrica, já que esse conceito seria fundamental para o estudo do campo elétrico. Comecei retomando o conceito de força elétrica e pedi aos alunos que me ajudassem a relembrar a equação e como determinar se a força é atrativa ou repulsiva, observando o sinal das cargas. Para reforçar a compreensão, propus um pequeno exercício: perguntei o que aconteceria com a força se a distância entre as cargas fosse dobrada. No geral, a turma demonstrou uma boa lembrança dos conceitos anteriormente estudados, o que nos poupou tempo na revisão.

Após a revisão, avançamos para o conteúdo principal da aula: o campo elétrico. Iniciei estabelecendo uma relação entre a força elétrica e a força gravitacional, que os alunos já haviam estudado anteriormente, embora não se lembrassem com clareza. Fiz analogias entre as duas forças e comparei as

equações, destacando semelhanças, como a ação a distância e a dependência inversa do quadrado da distância.

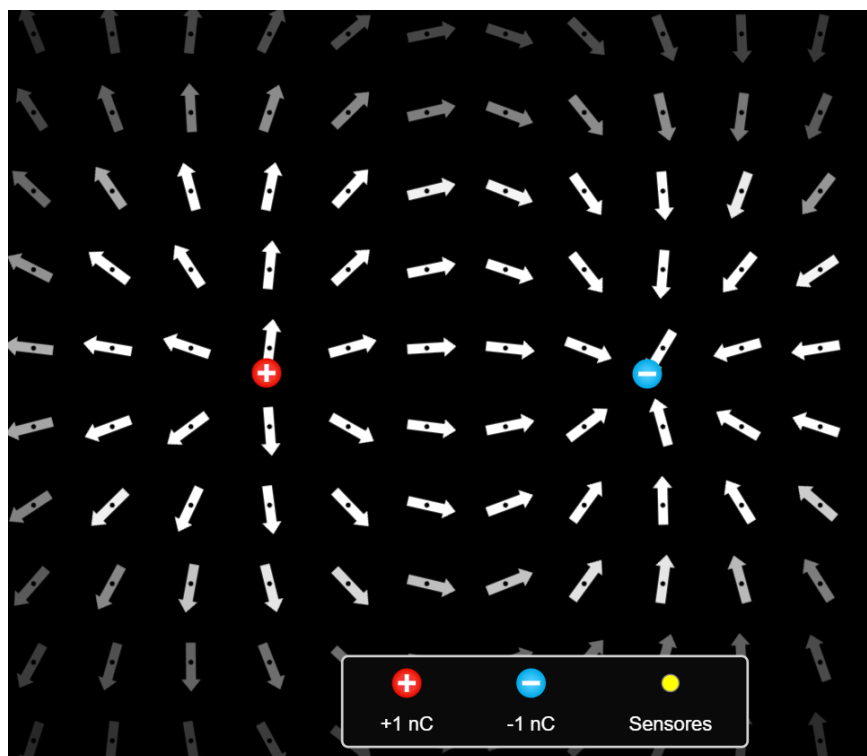
Em seguida, introduzi o conceito de campo, utilizando o campo gravitacional como base para explicar o campo elétrico, dado que os alunos têm maior familiaridade com fenômenos gravitacionais do que com fenômenos elétricos. Com o conceito de campo estabelecido, introduzi o campo elétrico, explicando que as cargas elétricas geram um campo ao seu redor e descrevendo as características desse campo. Mostrei como o campo elétrico é representado para uma carga positiva e para uma carga negativa, e expliquei como o campo elétrico é definido a partir da força que uma carga de prova sofre ao estar sob a influência do campo gerado por outra carga.

Realizei exemplos no quadro, pedindo a colaboração dos alunos para desenhar os campos gerados por cargas elétricas positivas e negativas. Em seguida, mostrei como os campos elétricos dessas cargas interagem quando estão próximas. Também expliquei como a magnitude das cargas é representada nos desenhos dos campos elétricos, destacando que a densidade das linhas de campo indica a intensidade do campo numa determinada região.

Para ilustrar essas ideias, utilizei a simulação computacional "Cargas e Campos"⁷, onde explorei diversas configurações de cargas e demonstrei o comportamento do campo elétrico. Através da simulação, discuti as informações que podemos extrair do desenho das linhas de campo, como a intensidade da força que uma partícula carregada sofre ao ser colocada nesse campo, a direção e o sentido da força, além de abordar o caráter vetorial do campo elétrico. Uma das configurações discutidas na simulação está apresentada na figura 6.

⁷ Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/charges-and-fields

Figura 6 - Captura de tela da simulação “Cargas e Campos”.



Fonte: O autor.

Finalizando essa parte da aula, utilizei o método de Instrução pelos Colegas para que os alunos discutissem entre si os conceitos estudados sobre o campo elétrico. A primeira questão apresentava quatro situações demonstrando o campo elétrico gerado por cargas, e os alunos deveriam avaliar a magnitude e o sinal das cargas em cada uma delas. A turma ficou dividida entre duas respostas, então pedi que os alunos encontrassem um colega que votou de forma diferente e debatessem sobre as alternativas. Na segunda votação, a turma ainda permaneceu dividida entre as duas opções. Diante disso, resolvi explicar a questão no quadro para esclarecer possíveis dúvidas.

A segunda questão apresentava a configuração de duas cargas, e os alunos deveriam determinar para onde apontavam o campo elétrico e a força elétrica. No entanto, ao ler a questão, percebi que os alunos não haviam entendido o enunciado. Como o tempo estava apertado, decidi resolver a questão com eles no quadro. Com uma explicação mais detalhada, a turma pareceu compreender melhor o problema e como resolvê-lo.

Com as duas questões concluídas, passamos para o próximo conteúdo programado: o potencial elétrico. No entanto, restavam apenas 20 minutos, o que me obrigou a explicar o conceito de forma mais sucinta do que havia feito com o campo elétrico. Introduzi a ideia de que, para aproximar uma carga de mesmo sinal de outra, é necessário "gastar" uma certa quantidade de energia, uma vez que estamos a exercer uma força contrária à força de repulsão entre as cargas. Defini então que essa energia por unidade de carga é chamada de potencial elétrico.

Apresentei duas situações, uma com cargas positivas e outra com cargas negativas, e expliquei como calcular o potencial elétrico, além de interpretar fisicamente essa grandeza. Realizei um exercício com os alunos, no qual deveriam calcular o campo elétrico e o potencial elétrico numa configuração de cargas. Devido ao tempo limitado, resolvi o exercício no quadro, solicitando a ajuda dos alunos para interpretar o problema e montar as equações.

Para finalizar a aula, expliquei a diferença de potencial e seu significado físico, relacionando-o com o conteúdo que eles já haviam estudado anteriormente em circuitos. Apresentei algumas aplicações da diferença de potencial, como em pilhas e tomadas. Esta última parte foi um pouco apressada, pois restavam apenas cinco minutos, e os alunos já estavam ansiosos para o intervalo. Além disso, não consegui aplicar a Instrução pelos Colegas ao conteúdo de potencial elétrico devido à falta de tempo. Portanto, planejo retomar o assunto na próxima aula e, se possível, aplicar a Instrução pelos Colegas para fomentar a discussão entre os alunos sobre o potencial elétrico.

Apesar dos desafios com o tempo, avalio esta aula de forma positiva. Primeiramente, os alunos do fundo da sala, que anteriormente causavam distrações, comportaram-se e participaram ativamente na aula. Acredito que minha decisão de conversar com aquele grupo separadamente foi eficaz. Além disso, os alunos participaram de forma ativa, fazendo perguntas e respondendo às questões que propus. Durante essa interação dialógica, percebi que o conceito de campo elétrico foi compreendido de forma satisfatória. Mesmo que o conceito de potencial elétrico não tenha ficado tão claro devido à falta de tempo, o conceito de campo elétrico foi trabalhado detalhadamente e, aparentemente, bem assimilado pelos alunos.

Ao planejar a aula, já esperava que o tempo seria apertado, pois esses dois conceitos são muito abstratos e difíceis de compreender num primeiro contato. Devido ao cronograma apertado, por conta das enchentes e das férias escolares, precisei abordar ambos os conceitos numa única aula para cobrir os conteúdos programados para a regência. No entanto, não pretendo deixar o potencial elétrico de lado. Planejo retomá-lo na próxima aula e ajustar o tempo dos períodos para que os alunos não sejam prejudicados em relação ao conteúdo.

Nesta aula, não tive problemas com a indisciplina, o que mostrou que conversar individualmente com os alunos é uma estratégia eficaz para lidar com comportamentos que atrapalham a aula. Além disso, a turma está respondendo bem às metodologias e métodos empregados até o momento, como a Instrução pelos Colegas, as simulações computacionais e a exposição dialogada. Na próxima aula, pretendo utilizar o método POE para explicar os processos de eletrização.

5.4 Aula 4 - Processos de eletrização

Data: 01/08/2024.

Turma: 301.

2 períodos: 13h45min - 15h15min.

Alunos: 20.

Tópicos:

- Eletrização de corpos.

Objetivos docentes:

- Problematizar como acontecem descargas elétricas e como corpos ficam carregados.
- Explicar os processos pelos quais os objetos ficam eletrizados.

Procedimentos:

Atividade Inicial (~15 min):

Nessa aula, começarei retomando o conceito de potencial elétrico. Após a revisão utilizarei a personagem de um jogo eletrônico como exemplo, perguntando aos alunos como essa personagem⁸ consegue deixar seu corpo carregado eletricamente e causar descargas elétricas nos oponentes.

Desenvolvimento (~50 min):

A partir da problematização inicial, abordaremos os processos de eletrização de corpos. Começarei explicando o processo de eletrização por indução, utilizando exemplos como o pêndulo eletrostático e o eletroscópio de folhas para demonstrar que um objeto neutro pode ser atraído por um objeto carregado. Em seguida, empregarei o método POE para questionar o que ocorreria se um fio conectado à terra fosse encostado nos eletroscópios enquanto um objeto eletrizado fosse aproximado do sistema. Após ouvir as respostas dos alunos, sistematizarei a ideia e formalizarei o conceito de eletrização por indução. Continuando com o método POE, incentivarei os alunos a explicar como os eletroscópios podem ficar eletrizados ao tocarem um objeto eletrizado. Depois, sistematizarei o conceito de eletrização por contato e passaremos ao último processo, a eletrização por atrito. Para ilustrar a eletrização por atrito, usarei a simulação computacional "Balões e Eletricidade Estática" do PhET, que mostra microscopicamente como ocorre a eletrização dos corpos. Relacionarei essa simulação com o experimento do balão realizado na Aula 1. Para concluir a explicação, apresentarei a série triboelétrica para que a turma compreenda quais materiais são mais propensos a perder ou ganhar elétrons. Finalizarei essa parte da aula pedindo aos alunos que tentem explicar como a personagem de um jogo pode armazenar eletricidade estática e descarregá-la em seus oponentes, relacionando essa situação com os processos de eletrização discutidos anteriormente.

⁸ A personagem referida é a Zeri, do jogo eletrônico *League of Legends*.

Fechamento (~25 min):

Ao fim da aula, realizaremos exercícios do ENEM/vestibular sobre os processos de eletrização de corpos e força elétrica.

Recursos:

Quadro e caneta para quadro, projetor, simulação computacional, eletroscópio de folhas.

Relato de Regência

Devido à suspensão das aulas em maio de 2024, causada pelas enchentes, as turmas tiveram que recuperar as aulas perdidas no turno inverso. Portanto, esta aula foi realizada neste turno.

Ao entrar na sala, cumprimentei os estudantes e comecei a preparar a apresentação. Nesta aula, trouxe dois eletroscópios — um eletroscópio de folhas e um pêndulo eletrostático — para explicar os processos de eletrização.

Iniciei a aula retomando o conceito de potencial elétrico e diferença de potencial, que foi abordado na aula anterior, mas sem tempo suficiente para uma discussão aprofundada. Reexpliquei o que é o potencial elétrico e comentei que, isoladamente, o conceito de potencial não tem tantas aplicações práticas. No entanto, a diferença de potencial é extremamente relevante e tem diversas aplicações práticas no nosso dia a dia. Em seguida, apresentei a ideia de diferença de potencial e mostrei algumas aplicações, como em pilhas, baterias e nas tomadas que usamos em casa.

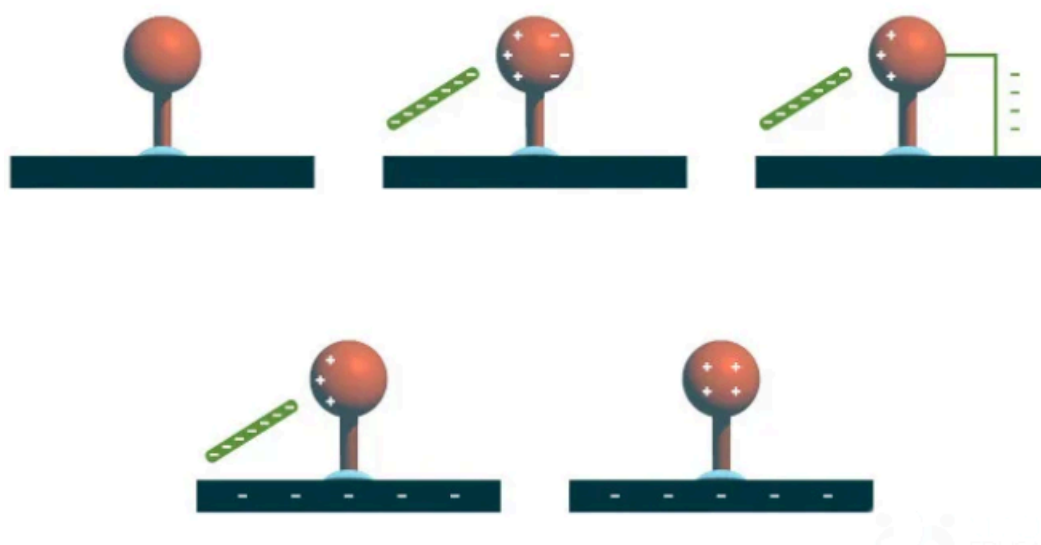
Após revisar o conceito de potencial, na segunda parte da aula, apresentei alguns exemplos do cotidiano onde os fenômenos de eletrostática estão presentes, como quando levamos um choque ao tocar numa maçaneta ou quando tiramos um blusão de lã e sentimos e ouvimos pequenas descargas elétricas. Também utilizei como exemplo o meu cão, que frequentemente fica eletrizado, resultando em pequenos choques quando lhe faço carinho. Usei esses exemplos para despertar a curiosidade dos alunos sobre os conceitos que iríamos estudar nesta aula.

Em seguida realizei uma problematização com a personagem Zeri, do jogo League of Legends. Expliquei que a Zeri é capaz de acumular cargas elétricas em seu corpo através de tiros. A partir dessas cargas acumuladas, ela consegue disparar um pequeno raio em seus oponentes, para causar dano. Então, perguntei aos alunos se conseguiríamos explicar como a Zeri pode ficar eletrizada a partir de tiros com uma arma. Como os alunos não sabiam responder, sugeri que estudássemos os processos de eletrização, a fim de entender como os corpos podem ficar eletrizados.

Assim, utilizei o eletroscópio de folhas para introduzir o método POE e estudar os processos de eletrização. Expliquei como o método funciona e pedi aos alunos que escrevessem em seus cadernos as suas previsões sobre o que iria acontecer no experimento, o que foi observado e, por fim, como poderiam explicar o que aconteceu.

Iniciamos então a primeira configuração do experimento, que consistiu em aproximar um objeto eletrizado do eletroscópio, encostar o dedo no eletroscópio, retirar o dedo e, por fim, afastar o objeto eletrizado. O processo é semelhante ao demonstrado na figura 7.

Figura 7 - Processo de eletrização por indução.



Fonte: Imagem retirada da página na internet Mundo Educação⁹.

⁹ Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/processos-eletrizacao.htm>

Em um primeiro momento, os alunos ficaram confusos, pois não entenderam a situação. Então, fiz um desenho no quadro e expliquei novamente como o procedimento seria realizado. Com isso, os alunos conseguiram compreender e fizeram as suas previsões. Pedi que alguns alunos compartilhassem as suas ideias com a turma. Alguns disseram que o eletroscópio deixaria de ficar eletrizado quando o indutor fosse afastado. Outros acreditavam que o eletroscópio ficaria polarizado, com uma parte positiva e outra negativa.

Após as previsões, realizei o procedimento e demonstrei que o eletroscópio permanecia eletrizado ao final do processo. Os alunos registraram as suas observações, e pedi que comentassem o que haviam notado. Eles mencionaram que o eletroscópio ficou eletrizado. Então, solicitei que explicassem por que o eletroscópio adquiriu carga elétrica. Uma aluna explicou que, ao aproximar um objeto carregado negativamente do eletroscópio, as cargas negativas se afastam, deslocando-se o mais longe possível do objeto eletrizado. Assim, quando coloquei o dedo no eletroscópio, os elétrons migraram para o meu dedo, tentando se afastar ao máximo do objeto eletrizado. No entanto, ao questionar sobre a carga final do eletroscópio, a aluna sugeriu que as cargas negativas permaneceram na parte inferior e as cargas positivas na parte superior, por isso o eletroscópio ficou eletrizado.

Embora a primeira parte da explicação estivesse correta, a forma como o eletroscópio adquiriu carga elétrica não estava. Outros alunos tentaram explicar, mas nenhum deles chegou à resposta correta. Então, expliquei no quadro que, após os elétrons migrarem para o meu dedo e eu retirar o dedo do eletroscópio, esses elétrons não tinham como retornar, o que fez com que o eletroscópio permanecesse carregado positivamente.

Apresentei então uma imagem que ilustra esse processo para a turma e sistematizei o processo de eletrização por indução. Em seguida, passamos ao próximo processo: a eletrização por contato. Expliquei que iria encostar um objeto eletrizado no eletroscópio e pedi que os alunos fizessem as suas previsões. Novamente, pedi que compartilhassem as suas ideias com a turma. Em geral, as previsões estavam corretas, afirmando que o objeto transferiria carga elétrica para o

eletroscópio, deixando-o carregado. Realizei o experimento e pedi que comentassem o que observaram. A turma observou que o eletroscópio ficou eletrizado, como havia sido previsto. Como os alunos já haviam compreendido e explicado corretamente na primeira etapa, apenas sistematizei o conhecimento no quadro, utilizando imagens e explicando o processo de eletrização por contato.

Por fim, o último processo apresentado foi o de eletrização por atrito. Devido ao tempo limitado e à dificuldade de aplicar o método POE a esse processo de eletrização, optei por explicar no quadro como esse processo funciona. Também destaquei alguns cuidados que devem ser tomados ao lidar com materiais inflamáveis, pois a proximidade de um objeto eletrizado pode gerar uma faísca, causando um incêndio. Mostrei vídeos de incêndios ocorridos em indústrias e postos de gasolina por conta desse fenômeno.

Retomando a problematização inicial com a personagem Zeri, pedi que os alunos tentassem explicar o seu poder de disparar tiros eletrizados a partir dos processos de eletrização que estudamos. No entanto, ninguém conseguiu estabelecer uma conexão entre o poder da Zeri e os conceitos aprendidos. Assim, expliquei que uma possível explicação seria que, quando os tiros da Zeri passam pela estrutura da sua arma, ocorre um processo de eletrização por atrito. Consequentemente, a arma da Zeri fica eletrizada com uma carga elétrica (positiva ou negativa) e as balas com uma carga oposta. Como a Zeri está em contato com a arma, o seu corpo também fica eletrizado, e após uma série de disparos, o seu corpo acumula tanta carga que ela consegue disparar uma descarga elétrica nos seus oponentes.

Para finalizar, mostrei a série triboelétrica e pedi aos alunos que me ajudassem a decidir de que material poderia ser feita a arma da Zeri e as suas balas. Chegamos à conclusão de que a arma poderia ser feita de níquel e as balas de chumbo, de modo que a arma adquira carga elétrica negativa e as balas adquiram carga elétrica positiva.

No final da aula, propus alguns exercícios para os alunos resolverem. A ideia era fazer cerca de quatro exercícios, dois sobre força elétrica (já que não conseguimos abordá-los na aula 2) e dois sobre os processos de eletrização.

Comecei com um exercício simples sobre força elétrica, que pedia o cálculo da força entre duas cargas no vácuo. No entanto, os alunos tiveram dificuldades devido ao uso de notação científica. Passei nas mesas para ajudar na resolução, mas devido a essa dificuldade, a turma demorou muito tempo para terminar, e não houve tempo para realizar os outros exercícios. Resolvi o problema no quadro e encerrei a aula.

Em relação ao problema de comportamento dos alunos no fundo da sala, acredito que a situação tenha sido resolvida após a conversa que tive com eles. Nas últimas aulas, o grupo não apenas parou de conversar como também começou a interagir, especialmente nesta aula. No geral, toda a turma estava muito participativa e demonstrou curiosidade sobre o tema e engajamento nas atividades propostas. Dessa forma, avalio esta aula de forma positiva.

Entretanto, surgiram alguns desafios nesta aula. Primeiro, a estrutura. Devido ao tempo limitado nas aulas anteriores, tentei aproveitar o tempo disponível nesta aula para cobrir outros conteúdos. No entanto, isso pode ter gerado alguma confusão, já que comecei falando sobre potencial elétrico (conteúdo da aula 3), depois abordamos os processos de eletrização (conteúdo da aula 4) e finalizei com exercícios sobre força elétrica (conteúdo da aula 2). Embora tenha conseguido colocar os conteúdos em dia, fazer tudo isso em uma única aula comprometeu a lógica da estrutura, o que pode ter confundido os alunos.

Outro desafio foi a aplicação do método POE. Achei que apenas explicar verbalmente e mostrar o experimento seria suficiente para que os alunos compreendessem a configuração estudada. No entanto, um recurso visual, como uma imagem e um enunciado escrito, poderia ter facilitado a compreensão. Apesar disso, a atividade foi satisfatória, embora tenha demorado mais do que o previsto para apresentar as configurações do experimento, devido às dúvidas dos alunos sobre os procedimentos.

Apesar desses desafios, a participação e o engajamento dos alunos na aula forneceram um retorno positivo. Como de costume, a turma é muito participativa, o que facilita o desenvolvimento das atividades. Além disso, as explicações que os alunos deram durante a atividade foram boas. Embora não tenham chegado à resposta exata, mobilizaram os conceitos vistos em aula e tentaram explicar os

fenômenos a partir desses conceitos. De fato, não é trivial aplicar os conceitos estudados a situações reais, e por isso as respostas não foram exatas, mas, na minha visão, aproximaram-se de forma satisfatória.

5.5 Aula 5 - Eletrização de corpos (Trabalho Remoto)

Data: 01/08/2024.

Turma: 301.

Aula online.

Tópicos:

- Eletrização de corpos (trabalho remoto).

Objetivos docentes:

- Desenvolver habilidades práticas dos estudantes através de procedimentos experimentais.
- Aproximar os alunos do ambiente virtual de estudos.

Procedimentos:

A atividade será realizada de forma remota. Será criado um fórum no Moodle onde os alunos deverão postar vídeos de experimentos envolvendo a eletrização de corpos. Nos vídeos, os alunos deverão aplicar os conceitos estudados em aula para desenvolver os experimentos e explicar os fenômenos observados. Além disso, prepararei uma videoaula em que será revisado o conteúdo visto na aula 4 e será apresentado o contexto histórico do desenvolvimento do conhecimento científico sobre eletricidade e os impactos desses avanços na sociedade.

Atividade Inicial (~10 min):

Na vídeo aula, realizarei uma breve revisão dos tópicos vistos na aula 4, para que os alunos possam realizar a tarefa proposta.

Desenvolvimento (~10 min):

Após a revisão, realizarei discussões históricas, sobre como o conhecimento sobre a eletricidade evoluiu e quais impactos na sociedade essa evolução causou.

Fechamento (~5 min):

Para finalizar, passarei as orientações para o trabalho, e o que se espera que seja desenvolvido pelos alunos.

Recursos:

Vídeo aula, Moodle.

Avaliação:

Será avaliada a postagem das atividades no Moodle, analisando se os estudantes desenvolveram os experimentos adequadamente, bem como suas explicações para os fenômenos apresentados.

Relato de Regência

Esta aula foi dividida em duas partes: uma vídeo-aula assíncrona e uma atividade avaliativa. Na vídeo-aula, comecei fazendo uma revisão sobre os processos de eletrização. Iniciei o vídeo comentando alguns exemplos de fenômenos do cotidiano que podem ser explicados pela eletrostática, como levar um choque ao tocar em uma maçaneta e a atração de objetos. Em seguida, expliquei os três processos de eletrização — por contato, atrito e indução — utilizando imagens para ilustrar.

No segundo momento do vídeo, realizei uma contextualização histórica, abordando a evolução dos conhecimentos sobre eletricidade ao longo dos anos. Selecionei alguns momentos históricos marcantes, que considerei mais interessantes para incluir na aula. Comentei sobre o âmbar, utilizado pelos gregos para atrair objetos, sendo este um dos relatos mais antigos que temos sobre eletricidade.

Fiz um salto histórico e comentei sobre Coulomb, destacando as suas principais contribuições para o desenvolvimento da eletrostática. Ilustrei com imagens a balança de torção construída por ele e expliquei que, a partir desse experimento, Coulomb desenvolveu a expressão para a força elétrica, posteriormente conhecida como Lei de Coulomb.

Outro aparelho desenvolvido nessa época foi a Garrafa de Leyden, utilizada para armazenar cargas elétricas. Expliquei como esse equipamento funciona e relacionei-o com os capacitores que utilizamos hoje em dia, muito presentes em aparelhos eletrônicos.

O último caso histórico que apresentei foi o de Luigi Galvani e a eletricidade animal. Expliquei que Galvani observou que, ao aplicar uma descarga elétrica nas pernas de rãs, estas se moviam. Galvani interpretou esse fenômeno como sendo uma manifestação de eletricidade animal, acreditando que os seres vivos possuíam essa energia. Essa concepção deu origem à ideia de que seria possível reviver seres que já haviam morrido. A ideia ultrapassou as barreiras acadêmicas e espalhou-se pela sociedade da época. Consequentemente, alguns autores de ficção científica utilizaram essa ideia para escrever livros, sendo um exemplo famoso o romance *Frankenstein*, escrito por Mary Shelley.

Utilizei este exemplo para mostrar aos alunos que a ciência impacta não só o avanço do conhecimento e das tecnologias, mas também a cultura da sociedade. Nos dias atuais, vemos algo semelhante acontecer com a mecânica quântica, em que diversas interpretações acadêmicas se espalham pela sociedade, resultando em obras ficcionais e até em interpretações erradas da ciência (como os “coachs quânticos”, por exemplo).

Por fim, concluí a aula apresentando o trabalho que os alunos deveriam desenvolver. Eles deveriam realizar um experimento que envolvesse processos de eletrização e gravar um vídeo explicando como o experimento funciona.

5.6 Aula 6 - Saída de campo aos laboratórios do Instituto de Física

Data: 05/08/2024.

Turma: 301.

2 períodos: 8h45min - 10h15min.

Alunos: 23.

Tópicos:

- Poder das pontas.
- Campo elétrico uniforme.
- Condutores eletrizados.

Objetivos docentes:

- Problematizar a formação de raios e como é possível se proteger deles.
- Mostrar como o campo elétrico se manifesta em condutores eletrizados.

Procedimentos:

Atividade Inicial (~20 min):

Nessa aula, iremos realizar uma visita aos laboratórios de física do Instituto de Física da UFRGS. Para realizar uma saída de campo da escola, os alunos menores de 18 anos precisam da autorização dos responsáveis. Na última aula foi entregue as autorizações para os estudantes levarem para seus responsáveis assinarem. Assim, no início da aula, recolherei as autorizações que foram entregues na última aula, e organizarei a turma para que possamos ir até o instituto de física. Os alunos que esquecerem as autorizações deverão ir para a Direção da Escola para que possam solicitar a autorização para saída da escola. Com todos os alunos autorizados e a turma organizada, iremos caminhando até os laboratórios de ensino do Instituto de física. Ao chegar no laboratório, irei fazer uma breve explicação dos experimentos que serão demonstrados lá, e explicarei sobre o relatório que os alunos deverão desenvolver.

Desenvolvimento (~55 min):

Durante a aula, utilizarei os experimentos para demonstrar e explicar diversos fenômenos físicos, como a formação de raios, as linhas de campo e descargas elétricas. Primeiramente, utilizaremos o experimento da bacia com óleo e sementes de grama. Deixaremos as sementes sobre a ação de um campo elétrico, para que as sementes fiquem polarizadas e se alinhem com a direção do campo. Exploraremos diversas configurações desse experimento, para entender como o campo elétrico se comporta em situações diferentes. Assim, nesse experimento estudaremos o poder das pontas, campo elétrico uniforme e como condutores eletrizados se comportam. Após esse primeiro experimento, iremos para o gerador de Van de Graaff. Utilizaremos os conceitos de processos de eletrização, campo elétrico e diferença de potencial para entendermos como o equipamento funciona e como os raios são formados na nossa atmosfera, realizando relações com o experimento.

Fechamento (~15 min):

Ao fim da aula, farei um breve resumo dos experimentos que vimos, relacionando com os conceitos vistos até o momento. Lembrarei os alunos que devem entregar o relatório no início da próxima aula. Após finalizar a explicação, levarei os alunos de volta para o Colégio de Aplicação.

Recursos:

Quadro e caneta para quadro, projetor, gerador de Van de Graaff, cuba com óleo e sementes.

Avaliação:

A avaliação será feita de acordo com a participação dos alunos durante a aula e com um relatório (apêndice H) ao final das demonstrações experimentais que deverá ser entregue na aula seguinte. Para realizar o relatório, os alunos deverão descrever e explicar os experimentos apresentados durante a aula.

Relato de Regência

Conforme programado, naquele dia levei os alunos aos laboratórios de ensino do Instituto de Física da UFRGS. Assim que cheguei à sala, pedi que entregassem as autorizações necessárias. Como já era previsto, alguns alunos esqueceram a autorização. Pedi então que fossem ao Setor de Atendimento ao Estudante (SAE) para ligar aos seus pais e obter a devida autorização. Esse processo demorou cerca de 10 minutos, mas todos conseguiram a permissão necessária e partimos para o Instituto de Física. Aproveitei esses minutos iniciais para distribuir um roteiro (apêndice B) que os alunos deveriam preencher com base nos experimentos que iriam estudar.

Organizei a turma e pedi que me seguissem. A caminhada até o Instituto dura cerca de dez minutos e pode ser um pouco cansativa devido às lombas. Fui à frente, guiando a turma, enquanto o professor de física do colégio e a monitora seguiram atrás, garantindo que nenhum aluno se perdesse pelo caminho. A caminhada foi rápida e conseguimos chegar ao laboratório sem problemas.

Ao chegar, apresentei os dois experimentos que estudaríamos naquela aula. Resolvi alterar a ordem em que utilizaríamos os experimentos, por uma questão de praticidade, já que a cuba com óleo dependia do Gerador de Van de Graaff para funcionar. Assim, começamos estudando o gerador de Van de Graaff, ilustrado na figura 8.

Figura 8 - Gerador de Van de Graaff



Fonte: Retirado da Wikipedia¹⁰.

Primeiramente, demonstrei que o gerador era capaz de acumular cargas. Aproximei meu cabelo do gerador, e ele começou a atrair os fios, deixando-os arrepiados. Os alunos ficaram impressionados com essa pequena demonstração. Em seguida, aproximei um objeto metálico do gerador e mostrei que pequenas descargas elétricas ocorriam, como pequenos raios visíveis a olho nu.

Após essas demonstrações iniciais, expliquei o princípio de funcionamento do gerador, relacionando-o com os processos de eletrização que estudamos em aula. Relacionei as descargas elétricas que vimos com os raios que ocorrem na nossa atmosfera. Expliquei que, durante o processo de formação, as nuvens podem ficar carregadas, e que, se a diferença de potencial entre o solo e a nuvem for muito alta, uma descarga elétrica pode ocorrer. Quando os elétrons atravessam o ar, conseguimos visualizar essa interação através da luz emitida. Também esclareci que o sentido do raio pode ser da nuvem para o solo ou do solo para a nuvem, dependendo da carga das nuvens. Um aluno perguntou se raios poderiam ocorrer entre duas nuvens, e expliquei que sim, tudo depende da carga que as nuvens adquirirem.

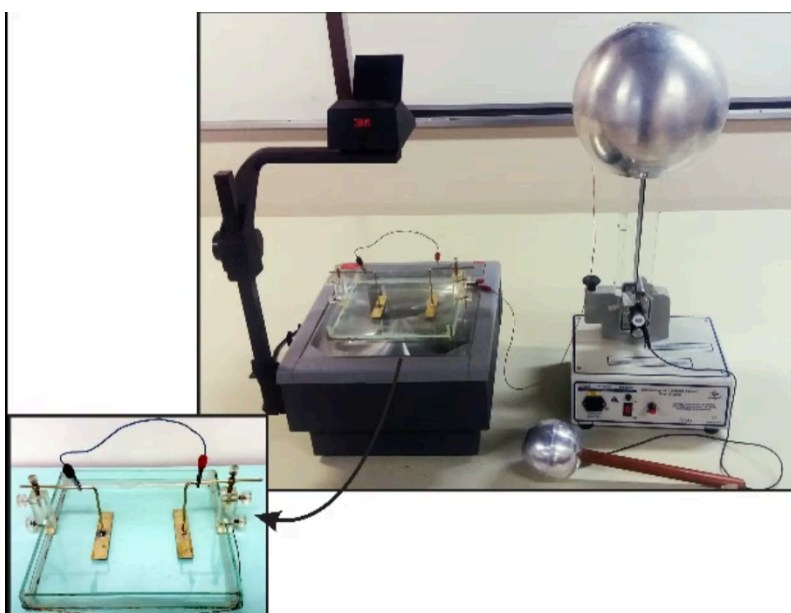
¹⁰ Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Gerador_de_Van_de_Graaff

Ainda falando sobre raios, expliquei por que devemos ter cuidado durante tempestades, especialmente em locais abertos, pois os raios tendem a atingir os pontos mais altos. Por isso, não é recomendado abrigar-se debaixo de árvores em dias de tempestade. Então, perguntei aos alunos por que ficar dentro de um carro nos protege dos raios, mesmo que o carro seja atingido. Um aluno já sabia a resposta e comentou que o carro formava uma Gaiola de Faraday. Expliquei para os demais o que era uma Gaiola de Faraday e por que os raios não atingem o interior do carro. Aproveitei para explicar como as cargas se distribuem num condutor e por que o campo elétrico no interior de um condutor é zero.

Para concluir esse tópico, mostrei como funcionam os para-raios. Aproveitei para falar sobre o poder das pontas e mostrei como as cargas elétricas se distribuem num condutor irregular. Demonstrei essa ideia no Gerador de Van de Graaff, utilizando um condutor com um alfinete na ponta, o que permite fazer uma associação com o funcionamento dos para-raios.

Em seguida, passamos para o próximo experimento: a cuba com óleo e sementes. A montagem do experimento é ilustrada na figura 9.

Figura 9 - Imagem extraída de um vídeo no Youtube¹¹ com a montagem experimental.



Fonte: O autor.

¹¹ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=xla5x18kMPQ>

A montagem deste experimento consiste em colocar um certo volume de óleo dentro de uma cuba e espalhar sementes na superfície. Em seguida, inseri materiais condutores na cuba e conectei-os ao Gerador de Van de Graaff. Dessa forma, os condutores ficam eletrizados e as sementes sofrem a influência do campo elétrico gerado pelos condutores carregados.

Realizei duas configurações experimentais. Na primeira, utilizei apenas um condutor eletrizado. Observamos as sementes se alinhando com o campo elétrico gerado pelas cargas no condutor. Embora não seja possível identificar diretamente a carga que o condutor adquire, podemos visualizar as linhas de campo formadas. Na segunda configuração, eletrizei dois condutores com a mesma carga, e as sementes se alinharam de acordo com o campo resultante gerado pelas cargas dos dois condutores.

Como era necessário retornar à escola dentro do horário do período, finalizei essa última demonstração e organizei a turma para voltarmos. Ainda queria mostrar outras configurações do experimento, como o campo elétrico uniforme gerado por placas paralelas, mas isso não foi possível devido à limitação de tempo.

Ao sair do laboratório, adotamos a mesma formação que utilizamos para chegar ao Instituto de Física. Fui na frente para guiar o caminho, enquanto o professor e a monitora ficaram atrás para garantir que os alunos não se dispersassem. Quando chegamos à escola, os alunos foram liberados para o intervalo.

Avalio essa aula de forma muito positiva, pois os alunos se mostraram interessados e entusiasmados com os experimentos realizados. Como eu já havia notado durante as observações, a turma gosta muito de atividades experimentais, o que me motivou a planejar essa atividade diferente. Infelizmente, o tempo é sempre um desafio para esse tipo de atividade, já que um período inteiro foi necessário apenas para organizar a turma e caminhar até o instituto. Ainda assim, conseguimos estudar os experimentos de forma satisfatória.

Por se tratar de uma atividade diferente, acredito que os alunos irão lembrar desta experiência por um bom tempo. Mesmo que os conteúdos possam ser

esquecidos com o passar dos anos, creio que esta atividade marcou a minha regência de forma significativa, proporcionando uma memória duradoura. Além disso, espero que esta aula tenha despertado o interesse de alguns alunos pela física e que eles continuem a explorar esse interesse, mesmo após se formarem no Ensino Médio.

Existem muitos relatos de estudantes de cursos de Física que escolheram essa área devido à influência de um professor do ensino médio que os motivou de alguma forma. Assim, espero ter incentivado os alunos — não necessariamente a seguir uma graduação em física, mas a se interessarem por ciência de modo geral.

5.7 Aula 7 - Revisão e Prova

Data: 12/08/2024.

Turma: 301.

2 períodos: 08h45min - 10h15min.

Alunos: 23.

Tópicos:

- Dúvidas e revisão.
- Avaliação.

Objetivos docentes:

- Tirar dúvidas dos alunos.
- Avaliar a compreensão dos conceitos pelos alunos.

Procedimentos:

Atividade Inicial (~5 min):

Iniciarei explicando sobre como será a estrutura da prova e como iremos realizar a revisão dos conteúdos estudados até o momento.

Desenvolvimento (~65 min):

Realizarei uma revisão do conteúdo, tirando as principais dúvidas dos alunos e resolvendo exercícios da lista durante o primeiro período. No segundo período, irei aplicar a prova, em que os alunos terão 45 minutos para resolver 6 questões.

Fechamento (~5 min):

Para finalizar a aula, recolherei as provas e liberarei os alunos para o intervalo.

Recursos:

Quadro e caneta para quadro, projetor, simulação computacional, lista de exercícios.

Avaliação:

Aplicarei uma prova contendo seis questões, em que os alunos terão um período para realizar. Metade da prova será dissertativa e a outra metade objetiva.

Relato de Regência

Iniciei a aula cumprimentando a turma com um bom dia e fazendo a chamada. Enquanto isso, os alunos entregaram o roteiro dos experimentos que eu havia distribuído na última aula. Após a chamada, projetei a lista de exercícios no quadro e começamos a revisão para a prova.

Perguntei à turma se tinham alguma dúvida, especialmente em relação à lista de exercícios. Alguns alunos solicitaram que eu resolvesse algumas questões da lista no quadro. Comecei com um exercício conceitual sobre eletrização de corpos. De modo geral, a turma participou ativamente, fazendo perguntas sobre a questão e respondendo às perguntas que eu fazia.

Um outro aluno pediu para resolver uma questão sobre campo elétrico, na qual era necessário calcular o valor de uma carga que sofreu a ação de uma força ao ser colocada em um campo elétrico. Realizei o exercício, mas a turma tinha dúvidas sobre como utilizar as ferramentas matemáticas, como somar e dividir

frações. Então, resolvi as operações com mais calma, mostrando todos os passos e explicando como realizar operações com frações.

Após essa questão, solicitaram que eu resolvesse outra questão sobre campo elétrico, onde era necessário compreender o caráter vetorial dessa grandeza. De modo geral, os alunos entenderam a questão e como o campo elétrico deve ser representado em desenhos.

Por fim, resolvemos outra questão sobre processos de eletrização, na qual três corpos interagem, e a pergunta era sobre qual seria a carga dos corpos ao final do processo. Concluímos essa última questão e o período já estava quase no fim.

Perguntei à turma se queriam resolver mais uma questão ou se já preferiam iniciar a prova. Todos optaram por começar a prova. Organizei a turma e comecei a distribuir as provas.

Durante a prova, os alunos não demonstraram muitas dúvidas, apenas perguntando sobre onde poderiam escrever as respostas e se a prova poderia ser feita a lápis. Fiquei na frente da sala observando os alunos enquanto realizavam a prova. O primeiro aluno a terminar levou apenas 15 minutos, mas a maioria da turma permaneceu até quase o fim do período para completar a prova.

Ao final do período, recolhi todas as provas. Como faltavam apenas cinco minutos para o fim da aula, liberei os alunos um pouco mais cedo para o intervalo.

Como esta foi uma aula focada na revisão e na realização da prova, é difícil refletir profundamente sobre a minha prática. No entanto, a participação dos alunos durante a revisão foi satisfatória. Em geral, todos se comportaram bem, sem que nenhum grupo atrapalhasse a aula de forma significativa. Dessa forma, avalio a aula de forma positiva, pois os alunos conseguiram tirar suas dúvidas no início e realizar a prova sem grandes complicações.

6 Reflexões acerca da prática docente

A disciplina de Estágio de Docência em Física III incentiva os licenciandos a refletirem sobre suas práticas de ensino. Através dessa experiência, adquirimos saberes experienciais que não seriam possíveis apenas com discussões teóricas. Durante a prática, somos confrontados com diversas incertezas para as quais não estamos necessariamente preparados: alunos que fazem bagunça, conteúdos que precisam ser abordados dentro do tempo previsto, problemas técnicos, entre outros desafios que enfrentei durante a minha regência.

Diante dessas incertezas que podem surgir durante uma aula, a capacidade de adaptação é fundamental. Em uma das aulas relatadas, os alunos estavam fazendo muito barulho, o que estava prejudicando o andamento da aula. Tive que agir rapidamente, conseguindo contornar a situação ao conversar diretamente com esses alunos. No entanto, essa abordagem poderia não ter funcionado, e eu teria de buscar outra estratégia para envolvê-los na aula.

A palavra "adaptação" resume bem como foi minha regência. No meio do semestre, as enchentes me obrigaram a mudar toda a estrutura dos meus planos de aula. O semestre foi encurtado, dificultando a conclusão da regência dentro do calendário acadêmico. Precisei realizar atividades assíncronas e ministrar aulas no período da tarde, que estavam destinadas à recuperação de aulas interrompidas pelas enchentes. Além disso, as férias escolares tornaram o calendário ainda mais apertado. Ainda assim, consegui superar esses obstáculos e me adaptar às situações adversas que encontrei.

Outras situações podem ser mencionadas, como o dia em que levei os alunos para uma saída de campo ao Instituto de Física. Naquele dia, havia previsão de chuva, o que poderia dificultar a locomoção até os laboratórios de ensino. Portanto, preparei uma atividade alternativa caso a chuva impedisse a realização da saída. Além disso, enfrentei problemas com o tempo em algumas aulas. Em certas ocasiões, não consegui abordar todo o conteúdo planejado, criando uma espécie de "bola de neve". Em alguma aula, seria necessário recuperar esses conteúdos não concluídos, o que tentei fazer na aula 4. No entanto, isso acabou comprometendo a estrutura lógica da aula, que ficou um pouco desconexa.

Apesar de todas as adaptações que foram necessárias, acredito que a regência foi um sucesso. Além de superar os obstáculos, houve uma participação e engajamento significativos por parte dos alunos nas atividades propostas. A turma, como um todo, demonstrou interesse pelos conteúdos estudados, o que me faz acreditar que as problematizações e os experimentos que realizei surtiram o efeito desejado.

No que diz respeito ao conteúdo, acredito que a turma compreendeu de forma satisfatória. Como é de se esperar, alguns alunos têm um desempenho excelente, enquanto outros têm mais dificuldades. No entanto, de modo geral, a turma demonstrou um bom domínio conceitual dos conteúdos ministrados. Minha avaliação foi baseada nas perguntas e respostas dos alunos durante as aulas e nas avaliações realizadas por eles.

A partir dessa regência, compreendi melhor a complexidade de uma sala de aula. Quando lidamos com seres humanos tão diversos, é necessário considerar as especificidades de cada um. No entanto, fazer isso em uma sala de aula com 30 alunos não é trivial e exige muito esforço por parte dos professores. Certamente, tive momentos em que não soube lidar adequadamente com essas especificidades, mas essas experiências serviram como aprendizagem para minha futura atividade docente.

Durante a regência, aprendi muito com a turma para a qual ministrei as aulas. Espero que, assim como essa regência foi proveitosa para mim, tenha sido igualmente proveitosa para os alunos.

Concluindo, avalio essa regência de forma muito positiva, tanto pelos saberes experienciais que adquiri quanto pelo engajamento da turma nas atividades propostas e pela minha avaliação em relação ao domínio conceitual demonstrado pelos alunos. Espero que, ao final de tudo, eu tenha conseguido motivar, ainda que um pouco, os alunos a gostarem mais de ciências.

7 Considerações finais

Durante o estágio, percebi a complexidade envolvida na profissão de professor, especialmente na Educação Básica. Não é suficiente apenas dominar os conteúdos e conhecer estratégias pedagógicas; é essencial saber lidar com seres humanos, o que torna a docência extremamente desafiadora. Estratégias de ensino que funcionam em um determinado contexto podem não ter o mesmo sucesso em outro devido às inúmeras variáveis que devem ser consideradas.

Observando minha própria experiência e a de meus colegas durante a regência, percebi que muitas vezes ensaiamos aulas que, apesar de parecerem excelentes, não se saíram tão bem na prática. Isso ocorre porque, durante os ensaios, estamos em um ambiente artificial, desprovido das adversidades presentes no contexto escolar. Gerenciar uma turma com mais de 30 alunos e garantir que a aula se desenvolva conforme o planejado é, sem dúvida, um desafio.

No entanto, acredito que, durante o estágio, desenvolvi a habilidade de me adaptar a essas situações adversas. Embora ainda haja muito a aprender, essa experiência inicial me ofereceu uma direção clara para o futuro.

Gostaria de destacar a importância das discussões teóricas realizadas na disciplina de Estágio de Docência em Física III ao longo do semestre, que proporcionaram novas perspectivas sobre o ensino. As metodologias estudadas durante a disciplina também foram fundamentais para a elaboração da unidade didática descrita neste trabalho. Além disso, os ensaios das aulas, tanto minhas quanto dos meus colegas, foram cruciais para aprimorarmos nossa unidade didática. Esse período de apresentação de ideias para professores e colegas foi extremamente proveitoso para todos nós.

Concluo minha regência avaliando-a positivamente, tanto em termos de experiência profissional quanto dos aprendizados adquiridos, e também pelo engajamento e participação dos alunos, que demonstraram um sólido domínio conceitual ao longo da nossa jornada.

Espero, nos próximos anos, atuar como professor da Educação Básica, aprimorando continuamente meus conhecimentos e habilidades no Ensino de Física. Embora a busca por aperfeiçoamento seja um processo contínuo, estou confiante de que, com a experiência acumulada, poderei me tornar um excelente professor de Física.

Referências

ARAUJO, I. S. **Simulação e modelagem computacionais como recursos auxiliares no ensino de física geral II**. 2005. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da UFRGS, [s. l.], 2005.

ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 362–384, 17 abr. 2013.

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. Educational psychology: a cognitive view. 2ed. Nova York, Holt Rinehart and Winston, 1978.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. Psicologia educacional. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

FIDELIS, P. N. et al. **Uma aplicação do Método POE: utilizando Simulações para o Estudo de Densidade e Empuxo no Ensino Médio**. Blucher Physics Proceedings. **Anais...** Em: X ENCONTRO CIENTÍFICO DE FÍSICA APLICADA. Espírito Santo: Editora Blucher, set. 2019.

FIOLHAIS, C. Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. v. 25, n. 3, 2003.

KENT, D. PLICKERS AND THE PEDAGOGICAL PRACTICALITY OF FAST FORMATIVE ASSESSMENT. 2019.

LOVATO, F. L.; MICHELOTTI, A.; DA SILVA LORETO, E. L. Metodologias Ativas de Aprendizagem: Uma Breve Revisão. **Acta Scientiae**, v. 20, n. 2, 15 maio, 2018.

MAZUR, E. Peer instruction: A user's manual. Pap/Dskt ed. [S.l.] Prentice Hall, Inc., 1997. p. 253.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. D. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 24, n. 2, p. 77–86, jun. 2002.

MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. **TEXTOS DE APOIO A PROFESSOR DE FÍSICA: Teorias Construtivistas**. 10. ed. Porto Alegre: [s. n.], 1999. 63 p. ISBN 1807-2763.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 73–80, dez. 2018.

NEDELSKY, L. Science Teaching and science testing. Chicago University Press, 1961.

OLIVEIRA, T. E. D.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Aprendizagem Baseada em Equipes (Team-Based Learning): um método ativo para o Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 962, 15 dez. 2016.

Apêndices

Apêndice A - Questionário de pré-concepções sobre a Física

Nome:


Idade:

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

Apêndice B - Slides das Aulas


Slides Aula 1

Sobre mim




- Nome: Lucas Soares Prates
- Idade: 23
- Curso: Licenciatura em física (9º semestre)
- O que gosta de fazer no tempo livre? Jogar jogos eletrônicos e assistir séries/animes.


Anime favorito: Jujutsu Kaizen.



Série favorita: Breaking Bad.



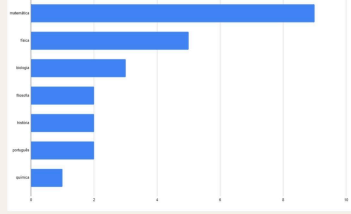
RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO




QUAL SUA DISCIPLINA FAVORITA?



DISCIPLINA QUE MENOS GOSTA



APRESENTAÇÃO INICIAL




Lucas Prates

GOSTA DE FÍSICA?

SIM	NÃO
<ul style="list-style-type: none">• Gosto quando entendo• Sim porque lida com coisas do cotidiano• Gosto da parte teórica• Gosto pelo método de ensino• Gosto por causa dos cálculos• Depende do conteúdo	<ul style="list-style-type: none">• Não por causa dos cálculos• Não porque vou mal• Não porque é complicada• Depende do conteúdo


GOSTARIA MAIS DE FÍSICA SE...

- Fosse só fórmulas



GOSTARIA MAIS DE FÍSICA SE...

- Fosse só fórmulas
- Eu entendesse melhor



GOSTARIA MAIS DE FÍSICA SE...

- Fosse só fórmulas
- Eu entendesse melhor
- Tivesse mais exercícios

Ninguém: Questões em livros de física:



GOSTARIA MAIS DE FÍSICA SE...

- Fosse só fórmulas
- Eu entendesse melhor
- Tivesse mais exercícios
- Tivesse mais aulas experimentais



GOSTARIA MAIS DE FÍSICA SE...

- Fosse só fórmulas
- Eu entendesse melhor
- Tivesse mais exercícios
- Tivesse mais aulas experimentais
- Não tivesse tantas fórmulas



GOSTARIA MAIS DE FÍSICA SE...

- Fosse só fórmulas
- Eu entendesse melhor
- Tivesse mais exercícios
- Tivesse mais aulas experimentais
- Não tivesse tantas fórmulas
- Fosse mais fácil



O QUE É MAIS INTERESSANTE NA FÍSICA?

- Teorias



O QUE É MAIS INTERESSANTE NA FÍSICA?

- Teorias
- Experimentos



O QUE É MAIS INTERESSANTE NA FÍSICA?

- Teorias
- Experimentos
- Aplicações no cotidiano



O QUE É MAIS INTERESSANTE NA FÍSICA?

- Teorias
- Experimentos
- Aplicações no cotidiano
- Entendimento do universo

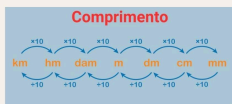


O QUE É MENOS INTERESSANTE NA FÍSICA?

Cálculos



Medidas



ASSUNTOS QUE GOSTARIA QUE FOSSEM ABORDADOS

- Astronomia
- Eletricidade
- Exemplos do cotidiano
- Atividades experimentais
- Conteúdos para vestibular
- Gravidade
- Ondas



APRENDER FÍSICA É ÚTIL?

- Para o cotidiano



APRENDER FÍSICA É ÚTIL?

- Para o cotidiano
- Dependendo do assunto não



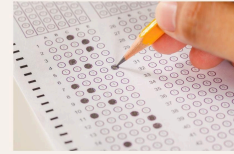
APRENDER FÍSICA É ÚTIL?

- Para o cotidiano
- Dependendo do assunto não
- Entender a evolução tecnológica



APRENDER FÍSICA É ÚTIL?

- Para o cotidiano
- Dependendo do assunto não
- Entender a evolução tecnológica
- Passar no vestibular

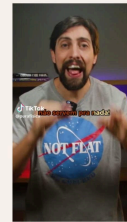


APRENDER FÍSICA É ÚTIL?

- Para o cotidiano
- Dependendo do assunto não
- Entender a evolução tecnológica
- Passar no vestibular
- Importante para a formação básica

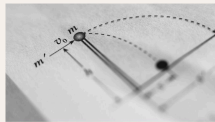


APRENDER FÍSICA É ÚTIL?



QUAIS AS DIFICULDADES EM APRENDER FÍSICA?

- Falta de base
- Entender a teoria
- Converter unidades
- Compreender os cálculos
- Prestar atenção
- Lembrar as fórmulas
- Resolver questões



VOCÊ TRABALHA?

SIM (8)

- Bicos
- Barbearia
- Ajudante de técnico em eletrônica
- Babá
- Vendo bolo
- Manicure
- Pesquisa em literatura
- Professora de dança

NÃO (19)



QUAL PROFISSÃO VOCÊ PRETENDE SEGUIR?

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">• Programador• Professora de dança• Políticas públicas• Professora de matemática• Locutor• Medicina• Enfermagem• Qualquer coisa• Não sei | <ul style="list-style-type: none">• Veterinário• Psicóloga• Música• Relações internacionais• Professora• Biomedicina estética• Policial federal• Fisioterapeuta• Dublagem |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

PRETENDE FAZER ALGUM CURSO SUPERIOR?

- | SAÚDE | OUTROS | INDEFINIDO |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">• Enfermagem• Fisioterapia• Medicina• Psicologia• Medicina veterinária• Educação física | <ul style="list-style-type: none">• Relações internacionais• Bacharelado em música• Ciências Atuais• Bacharelado em matemática• Dança• Ciência da computação• Comunicação | <ul style="list-style-type: none">• Não sei• Passar na UFRGS |



PLANEJAMENTO



Teremos um total de 7 aulas para estudar eletrostática



Em nossas aulas, teremos:

- Atividades experimentais
- Instrução por pares
- Simulações computacionais
- Visita ao laboratório de física
- Resolução de problemas
- Prova 😊
- Trabalhos

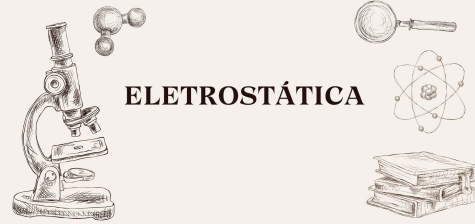


Avaliação

40% Prova
40% Trabalhos
20% Participação nas atividades

Avaliação

A prova terá 5 questões, sendo 2 objetivas e 3 dissertativas, com nível semelhante ao da lista.



ELETROSTÁTICA

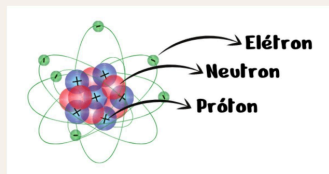
BALÃO + PAPEL



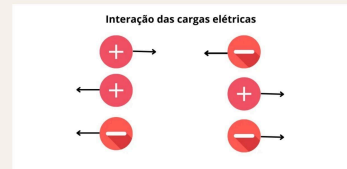
BALÃO + PAPEL



Estrutura atômica



Carga elétrica

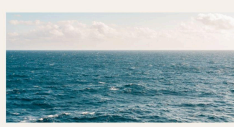


Quantização da carga

Discreta



Contínua



Quantização da Carga

$$Q = n \cdot e$$

- Onde:
- Q: quantidade de carga elétrica do corpo
- n: número de prótons ou elétrons em excesso no corpo.
- e: carga elétrica elementar ($e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$)

Quantização da Carga

$$q_p = +1,6 \cdot 10^{-19} C$$

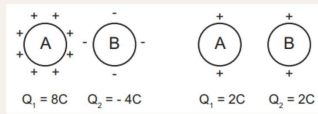
$$q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} C$$

Conservação da Carga

Lei da conservação da carga elétrica
 A carga elétrica não pode ser criada nem destruída, mas transferida de um corpo para outro.

$$\Sigma \text{CARGAS (antes)} = \Sigma \text{CARGAS (depois)}$$

Conservação da Carga



Slides Aula 2

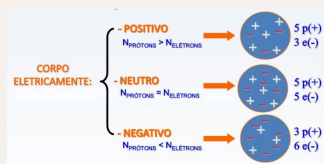


RELEMBRANDO A ÚLTIMA AULA

Corpos eletrizados

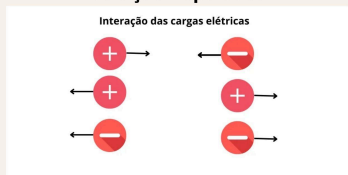


Corpos eletrizados



LEI DE COULOMB

Do que depende a intensidade da atração/repulsão?



A distância entre as cargas importa?



A carga dos corpos importa?



Lei de Coulomb

$$F = \frac{kQ_1Q_2}{d^2}$$

F = força em Newtons (N)
 K = $9 \cdot 10^9$ (constante eletrostática)
 Q₁ e Q₂ = cargas 1 e 2
 d = distância em metros (m)

A direção e o sentido da força elétrica

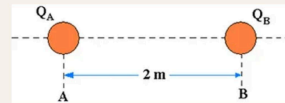
Se Q₁ e Q₂ tem o mesmo sinal, a força é repulsiva

$$F = + \frac{kQ_1Q_2}{d^2}$$

Se Q₁ e Q₂ tem sinais opostos, a força é atrativa

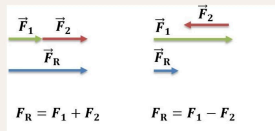
$$F = - \frac{kQ_1Q_2}{d^2}$$

A direção e o sentido da força elétrica



A força elétrica atua na direção da linha que une as duas cargas

Relembrando vetores



Exemplo



Exemplo



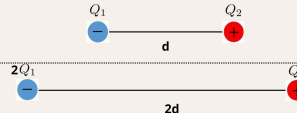
Exemplo



Instrução por pares



Duas cargas de módulo Q_1 e Q_2 estão separadas por uma distância d e uma força F atua sobre a carga Q_2 . Se a distância for aumentada para $2d$ e a carga Q_1 for dobrada, qual será o valor da força elétrica?



- a) F
- b) F/2
- c) F/4
- d) 2F

A lei de Coulomb afirma que a intensidade da força elétrica que atua em partículas carregadas é:

- I. proporcional às cargas das partículas.
- II. proporcional às massas das partículas.
- III. inversamente proporcional ao quadrado da distância entre as partículas.
- IV. proporcional ao quadrado da distância entre as partículas.

Das afirmações acima, quais estão corretas?

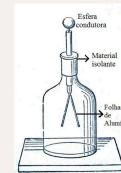
- A) somente I e IV são corretas.
- B) somente I e III são corretas.
- C) somente II e III são corretas.
- D) somente IV é correta.

Três cargas elétricas A, B e C de valores $-2C$, $-3C$ e $4C$, respectivamente, estão separadas por uma certa distância. Sabendo disso, classifique a força elétrica que a carga elétrica A faz em B, B faz em C e C faz em A.

- a) Repulsiva, repulsiva e repulsiva.
- b) Atrativa, atrativa e repulsiva.
- c) Repulsiva, repulsiva e atrativa.
- d) Repulsiva, atrativa e atrativa.

Como podemos saber se um corpo está eletrizado?

Eletroscópio de folhas



Pêndulo Eletrostático



(Ita 1995) Um objeto metálico carregado positivamente, com carga $+Q$, é aproximado de um eletroscópio de folhas, que foi previamente carregado negativamente com carga igual a $-Q$.

I. À medida que o objeto for se aproximando do eletroscópio, as folhas vão se abrindo além do que já estavam.

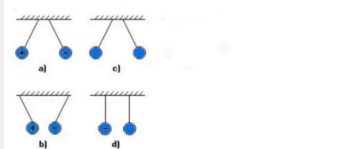
II. À medida que o objeto for se aproximando, as folhas permanecerem como estavam.

III. Se o objeto tocar o terminal interno do eletroscópio, as folhas devem necessariamente fechar-se.

Nestes casos, pode-se afirmar que:

- A) somente a afirmativa I é correta.
- B) as afirmativas II e III são corretas.
- C) afirmativas I e III são corretas.
- D) somente a afirmativa III é correta.

(Unicamp - adaptada) Cada uma das figuras a seguir representa duas bolas metálicas de massas iguais, em repouso, suspensas por fios isolantes. As bolas podem estar carregadas eletricamente. O sinal da carga está indicado em cada uma delas. A ausência de sinal indica que a bola está descarregada. O ângulo do fio com a vertical depende do peso da bola e da força elétrica devido à bola vizinha. Indique a única figura que está correta.



Slides Aula 3



CAMPO ELÉTRICO



Força Gravitacional x Força Elétrica

$$F \propto G$$

$$F \propto mM$$

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

$$F = \frac{GmM}{d^2}$$

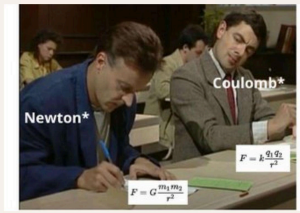
$$F \propto k$$

$$F \propto Q_1 Q_2$$

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

$$F = \frac{kQ_1 Q_2}{d^2}$$

Força Gravitacional x Força Elétrica

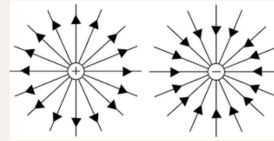


Campo gravitacional

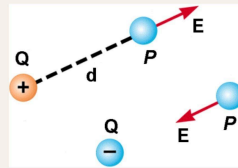


Como uma carga "sabe" da existência da outra?

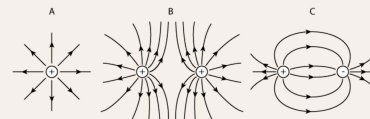
Campo elétrico



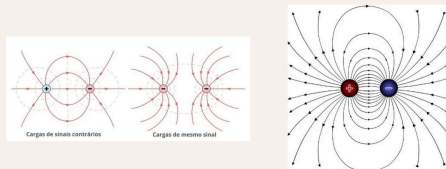
Como é definido o sentido do campo?



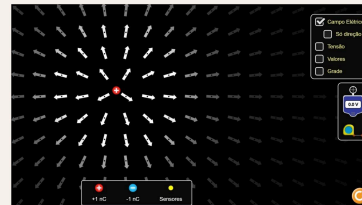
Como os campos elétricos interagem?



Intensidade do campo elétrico



Simulação computacional



Definição de campo elétrico

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

- E = Campo elétrico
- F = Força elétrica
- q = Carga de prova

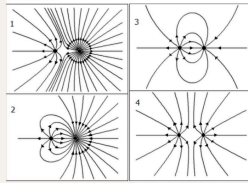
Campo elétrico gerado por uma carga Q

$$E = \frac{kQ}{d^2}$$

- E = Campo elétrico
- k = Constante eletrostática
- Q = Carga
- d = Distância

UFRGS 2013

Na figura abaixo, está mostrada uma série de quatro configurações de linhas de campo elétrico.

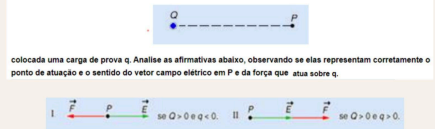


Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas da sentença abaixo, na ordem em que aparecem.

Nas figuras , as cargas são de mesmo sinal e, nas figuras , as cargas têm magnitudes distintas.

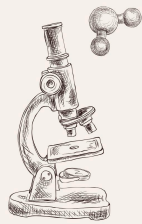
- (A) 1 e 4 - 1 e 2
- (B) 1 e 4 - 2 e 3
- (C) 3 e 4 - 1 e 2
- (D) 3 e 4 - 2 e 3

02-(UFU-MG) A figura abaixo representa uma carga Q e um ponto P do seu campo elétrico, onde é

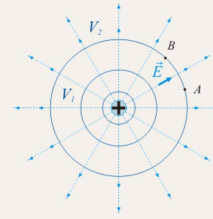


Quais configurações estão corretas?

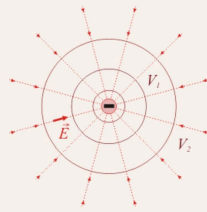
- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) I e II.
- d) Nenhuma das alternativas.



POTENCIAL ELÉTRICO



(a)



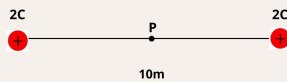
(b)

Potencial elétrico gerado por uma carga Q

$$V = \frac{kQ}{d}$$

- V = Potencial elétrico
- k = Constante eletrostática
- Q = Carga
- d = Distância

Calcule o campo elétrico e o potencial gerado pelas duas cargas de 2C no ponto P, localizado exatamente no meio das duas cargas.
Dados: $k = 9 \cdot 10^9$

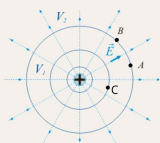


Em relação às propriedades do potencial elétrico, assinale o que for falso:

- I - O potencial elétrico em um ponto do espaço é inversamente proporcional ao quadrado da distância desse ponto até as cargas que geram esse potencial.
- II - O módulo da carga elétrica é diretamente proporcional ao potencial elétrico produzido.
- III - O potencial elétrico é uma grandeza física vetorial.

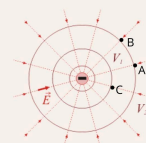
- a) I
- b) II
- c) II e III
- d) Todas são verdadeiras

Analisar as afirmações sobre a figura abaixo e assinalar a correta.



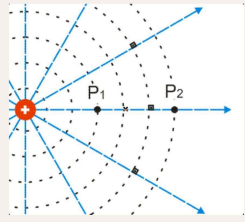
- a) O potencial no ponto A é maior que no ponto B.
- b) O potencial é constante em todos os pontos.
- c) O potencial é maior quanto mais distante da carga.
- d) O potencial é maior no ponto C que no ponto A.

Analisar as afirmações sobre a figura abaixo e assinalar a correta.



- a) O potencial no ponto A é maior que no ponto B.
- b) O potencial é constante em todos os pontos.
- c) O potencial é maior quanto mais distante da carga.
- d) O potencial é maior no ponto C que no ponto A.

Diferença de potencial



Aplicações



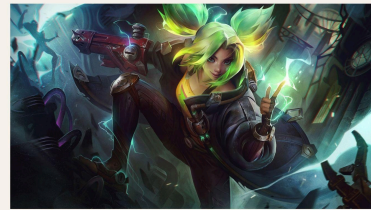
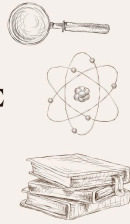
Aplicações



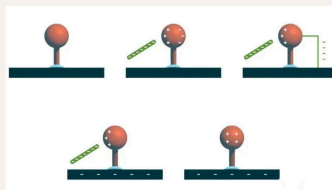
Slides Aula 4



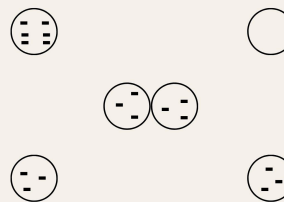
PROCESSOS DE ELETRIZAÇÃO



Eletrização por indução



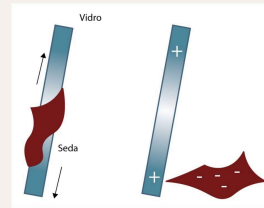
Eletrização por condução





Aterramento
Figura 1 - Aterramento anti eletricidade estática

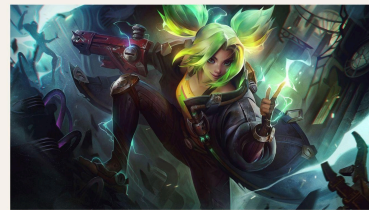
Eletrização por atrito



Série triboelétrica

Substância	
Vidro	+
Mica	↑
Lã	↑
Pele de gato	↑
Algodão	↑
Madeira	↑
Cobre	↓
Enxofre	↓
Celuloide	-

Como a Zeri consegue carregar seu ataque?



	MATERIAIS
↑	Eletricamente neutro
↑	Couro
↑	Pele de coelho
↑	Vidro
↑	Cabelo humano
↑	Níquel
↑	Lã
↑	Chumbo
↑	Pele de gato
↑	Seda
↑	Alumínio
↑	Papel
↑	Madeira
↑	Borracha
↑	Borracha dura
↑	Níquel e cobre
↑	Ouro e platina
↑	Políester
↑	Isopor
↑	Filme PVC
↑	Poluretano
↑	Poliestireno
↑	PVC
↑	Teflon
↓	

AFINIDADE ELETRÔNICA

Exercícios

(Unifesp) Duas partículas de cargas elétricas $Q_1 = 4,0 \cdot 10^{-16} C$ e $Q_2 = 6,0 \cdot 10^{-16} C$ estão separadas no vácuo por uma distância de $3,0 \cdot 10^{-8} m$. Sendo $k_0 = 9 \cdot 10^9 N m^2 / C^2$, a intensidade da força de interação entre elas, em Newtons, é de:

- $1,2 \cdot 10^{-3}$
- $1,8 \cdot 10^{-4}$
- $2,0 \cdot 10^{-4}$
- $2,4 \cdot 10^{-4}$
- $3,0 \cdot 10^{-3}$

Exercícios

Determine a distância entre duas cargas elétricas de módulo $5 \cdot 10^{-3} C$ que se repelem no vácuo com uma força elétrica de 20 N.

Dado: $k_0 = 9 \cdot 10^9 N m^2 / C^2$.

- 103 m
- 104 m
- 105 m
- 106 m
- 107 m

(UFRGS 2018) Uma carga negativa Q é aproximada de uma esfera condutora isolada, eletricamente neutra. A esfera é, então, aterrada com um fio condutor. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem. Se a carga Q for afastada para bem longe enquanto a esfera está aterrada, e, a seguir, for desfeito o aterramento, a esfera ficará Por outro lado, se primeiramente o aterramento for desfeito e, depois, a carga Q for afastada, a esfera ficará

- eletricamente neutra – positivamente carregada
- eletricamente neutra – negativamente carregada
- positivamente carregada – eletricamente neutra
- positivamente carregada – negativamente carregada
- negativamente carregada – positivamente carregada

(UFRGS 2014) Considere dois balões de borracha, A e B. O balão B tem excesso de cargas negativas; o balão A, ao ser aproximado do balão B, é repellido por ele. Por outro lado, quando certo objeto metálico isolado é aproximado do balão A, este é atraído pelo objeto. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem. A respeito das cargas elétricas líquidas no balão A e no objeto, pode-se concluir que o balão A só pode e que o objeto só pode

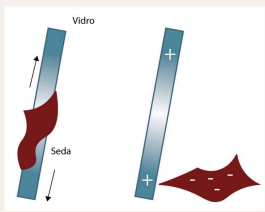
- ter excesso de cargas negativas – ter excesso de cargas positivas
- ter excesso de cargas negativas – ter excesso de cargas positivas ou estar eletricamente neutro
- ter excesso de cargas negativas – estar eletricamente neutro
- estar eletricamente neutro – ter excesso de cargas positivas ou estar eletricamente neutro
- estar eletricamente neutro – ter excesso de cargas positivas

Slides Aula 5

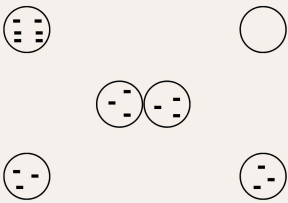
PROCESSOS DE ELETRIZAÇÃO



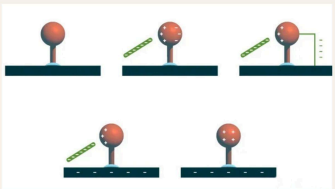
Eletrização por atrito



Eletrização por condução




Eletrização por indução




PERSPECTIVA HISTÓRICA DA ELETRICIDADE



Âmbar (elektron)



Charles Coulomb (1736 - 1806)



Nacionalidade: Francês

Profissão: físico, engenheiro, oficial, engenheiro de combate, Militar, soldado.

Principais contribuições: Balança de Torção e a Lei de Coulomb.

Balança de Torção

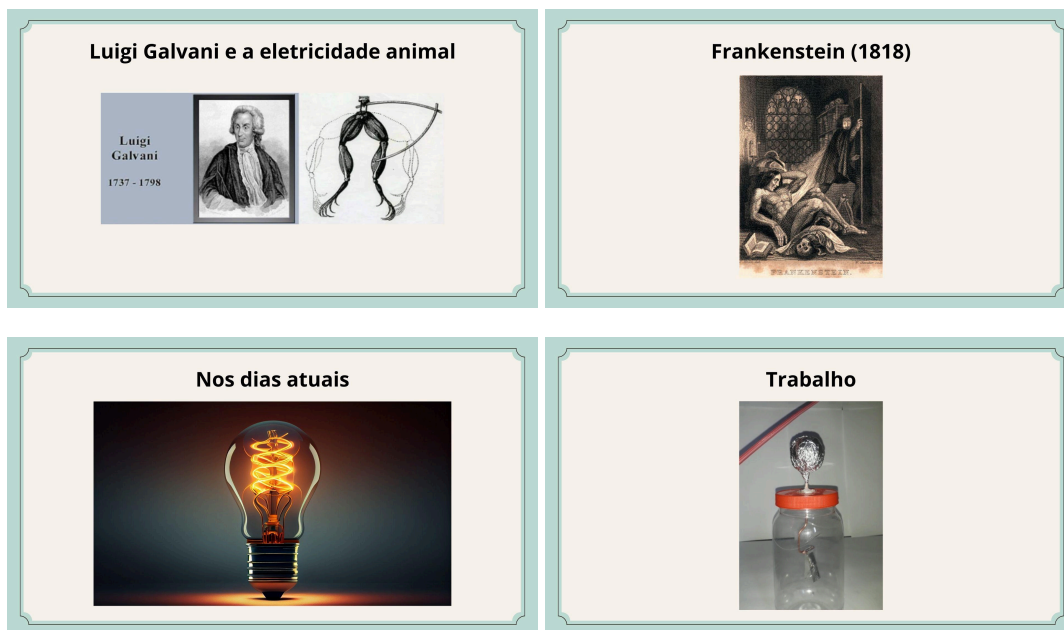


Garrafa de Leyden



Capacitores





Apêndice C - Cronograma da regência

Aula	Data	Tópicos a serem trabalhado(s)	Objetivos docentes	Estratégias de Ensino
1	8:45 - 10:15 01/07/2024	Apresentação da unidade didática Conceito de carga Quantização da carga Conservação da carga	<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. ● Aguçar a curiosidade dos alunos sobre os conceitos de eletrostática demonstrando aplicações no cotidiano. ● Introduzir o conceito de carga elétrica para os alunos. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Demonstrações experimentais. ● Exposição dialogada.
2	8:45 - 10:15 08/07/2024	Eletroscópios Lei de Coulomb Linhas de força	<ul style="list-style-type: none"> ● Problematizar como podemos saber se corpos estão carregados. ● Explicar fenômenos do cotidiano a partir da força eletrostática. ● Fomentar a discussão entre os alunos sobre o conceito de força elétrica. ● Mostrar as relações entre força elétrica e as linhas de força. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Demonstrações experimentais. ● Exposição dialogada. ● Instrução pelos Colegas. ● Simulação computacional.

3	8:45 - 10:15 29/07/2024	Campo elétrico gerado por cargas pontuais Potencial gerado por uma carga; Diferença de potencial	<ul style="list-style-type: none"> • Problematizar a atuação da força elétrica. • Relacionar o campo elétrico com a força sofrida por uma carga. • Apresentar o conceito de potencial elétrico. • Relacionar o conceito de potencial com a voltagem presente nas tomadas. • Fomentar a discussão entre os alunos sobre o conceito de campo elétrico e potencial elétrico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição dialogada. • Simulação computacional. • Instrução pelos Colegas.
4	13:45 - 15:15 01/08/2024	Eletrização de corpos	<ul style="list-style-type: none"> • Problematizar como acontecem descargas elétricas e como corpos ficam carregados. • Explicar os processos pelos quais os objetos ficam eletrizados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Demonstrações experimentais. • Exposição dialogada. • Simulações computacionais.
5	01/08/24 (online)	; Eletrização de corpos (trabalho online)	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver habilidades práticas dos estudantes através de procedimentos experimentais. • Aproximar os alunos do ambiente virtual de estudos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vídeo aula. • Trabalho sobre corpos eletrizados.
6	8:45 - 10:15 05/08/2024	Poder das pontas Campo elétrico uniforme Condutores eletrizados	<ul style="list-style-type: none"> • Problematizar a formação de raios e como é possível se proteger deles. • Mostrar como o campo elétrico se manifesta em condutores eletrizados. • Aproximar os alunos de atividades experimentais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição dialogada. • Demonstrações experimentais.
7	8:45 - 10:15 12/08/2024	Dúvidas e revisão Avaliação	<ul style="list-style-type: none"> • Tirar dúvidas dos alunos. • Avaliar a compreensão dos conceitos pelos alunos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição dialogada. • Prova.

Apêndice D - Relatório

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

COLÉGIO DE APLICAÇÃO



Nome: _____.

Turma: _____.

1) Descreva como o gerador de Van de Graaff funciona, relacionando com os conceitos de processos de eletrização vistos em aula.

2) Explique como ocorre a formação de raios e relacione com a atividade realizada com o gerador de Van de Graaf.

3) Explique como funcionam os para-raios e relacione com os conceitos físicos estudados na aula.

4) No experimento da bacia de óleo com sementes, percebemos que as sementes se alinhavam quando eletrizamos os corpos na bacia. Explique porque ocorreu o alinhamento das sementes daquela forma.

5) Faça um desenho do alinhamento das sementes e esboce o campo elétrico gerado na região pelos corpos eletrizados (considere o corpo da esquerda eletrizado negativamente e o da direita eletrizado positivamente).

6) Por que os carros nos protegem de raios? Qual o fenômeno que explica isso?

7) O que podemos afirmar sobre o campo elétrico no interior de um condutor eletrizado? Por que ele tem esse valor?

Apêndice E - Lista de Exercícios

1) (UFSM) Considere as seguintes afirmativas:

- I. Um corpo não eletrizado possui um número de prótons igual ao número de elétrons.
- II. Se um corpo não eletrizado perde elétrons, passa a estar positivamente eletrizado e, se ganha elétrons, negativamente eletrizado.
- III. Isolantes ou dielétricos são substâncias que não podem ser eletrizadas.

Está(ão) correta(s)

- A) apenas I e II.
- B) apenas II. e) I, II e III.
- C) apenas III.
- D) apenas I e III.
- E) I, II e III.

2) (ENEM 2014) No território brasileiro, existem períodos do ano que apresentam queda na umidade do ar, fazendo com que o ar fique bastante seco. Nessa época, é comum observar que as pessoas, ao saírem do carro e tocarem a maçaneta da porta, levam pequenos choques elétricos. Além disso, pessoas que ficam muito tempo em contato com aparelhos eletrodomésticos, ou que dormem com roupas feitas de determinados materiais, como a seda, ao tocarem objetos metálicos, também sentem as descargas elétricas, ou seja, levam um choque elétrico.

O corpo humano sofre com esse fenômeno de descarga elétrica, comportando-se como um condutor, pois

- A) oferece resistência nula ao movimento da quantidade líquida de carga através do corpo.
- B) permite que uma quantidade líquida de carga se desloque com facilidade através do corpo.
- C) permite que uma quantidade líquida de carga se desloque com dificuldade através do corpo.
- D) reduz o deslocamento da quantidade líquida de carga em função do aumento da diferença de potencial.
- E) alterna a capacidade de deslocamento da quantidade líquida de carga no corpo, facilitando ou dificultando o fenômeno.

3)(UNESP 2010) Um dispositivo simples capaz de detectar se um corpo está ou não eletrizado, é o pêndulo eletrostático, que pode ser feito com uma pequena esfera condutora suspensa por um fio fino e isolante.

Um aluno, ao aproximar um bastão eletrizado do pêndulo, observou que ele foi repellido (etapa I). O aluno segurou a esfera do pêndulo com suas mãos, descarregando-a e então, ao aproximar novamente o bastão eletrizado com a

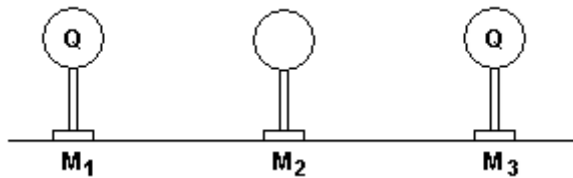
mesma carga inicial, percebeu que o pêndulo foi atraído (etapa II). Após tocar o bastão, o pêndulo voltou a sofrer repulsão (etapa III). A partir dessas informações, considere as seguintes possibilidades para a carga elétrica presente na esfera do pêndulo:

Possibilidade	Etapa I	Etapa II	Etapa III
1	Neutra	Negativa	Neutra
2	Positiva	Neutra	Positiva
3	Negativa	Positiva	Negativa
4	Positiva	Negativa	Negativa
5	Negativa	Neutra	Negativa

Somente pode ser considerado verdadeiro o descrito nas possibilidades:

- A) 1 e 3.
- B) 1 e 2.
- C) 2 e 4.
- D) 4 e 5.
- E) 2 e 5.

4) (FUVEST 2008) Três esferas metálicas, M1, M2 e M3, de mesmo diâmetro e montadas em suportes isolantes, estão bem afastadas entre si e longe de outros objetos. Inicialmente M1 e M3 têm cargas iguais, com valor Q , e M2 está descarregada. São realizadas duas operações, na sequência indicada:



I. A esfera M1 é aproximada de M2 até que ambas fiquem em contato elétrico. A seguir, M1 é afastada até retornar à sua posição inicial.

II. A esfera M3 é aproximada de M2 até que ambas fiquem em contato elétrico. A seguir, M3 é afastada até retornar à sua posição inicial.

Após essas duas operações, as cargas nas esferas serão cerca de:

- A) M1: $Q/2$ M2: $Q/4$ M3: $Q/4$
- B) M1: $Q/2$ M2: $3Q/4$ M3: $3Q/4$
- C) M1: $2Q/3$ M2: $2Q/3$ M3: $2Q/3$
- D) M1: $3Q/4$ M2: $Q/2$ M3: $3Q/4$
- E) M1: Q M2: zero M3: Q

5) (ENEM 2021) Há muitos mitos em relação a como se proteger de raios, cobrir espelhos e não pegar em facas, garfos e outros objetos metálicos, por exemplo. Mas, de fato, se houver uma tempestade com raios, alguns cuidados são importantes, como evitar ambientes abertos. Um bom abrigo para proteção é o interior de um automóvel, desde que este não seja conversível.

OLIVEIRA, A. Raios nas tempestades de verão. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 10 dez. 2014 (adaptado),

Qual o motivo físico da proteção fornecida pelos automóveis, conforme citado no texto?

- A) Isolamento elétrico dos pneus.
- B) Efeito de para-raios da antena.
- C) Blindagem pela carcaça metálica.
- D) escoamento da água pela lataria.
- E) Aterramento pelo fio terra da bateria.

6) (ENEM 2021) Por qual motivo ocorre a eletrização ilustrada na tirinha?



- A) Troca de átomos entre a calça e os pelos do gato.
- B) Diminuição do número de prótons nos pelos do gato.
- C) Criação de novas partículas eletrizadas nos pelos do gato.
- D) Movimentação de elétrons entre a calça e os pelos do gato.
- E) Repulsão entre partículas elétricas da calça e dos pelos do gato.

7) (ENEM 2016) Durante a formação de uma tempestade, são observadas várias descargas elétricas, os raios, que podem ocorrer: das nuvens para o solo (descarga descendente), do solo para as nuvens (descarga ascendente) ou entre uma nuvem e outra. As descargas ascendentes e descendentes podem ocorrer por causa do acúmulo de cargas elétricas positivas ou negativas, que induz uma polarização oposta no solo.

Essas descargas elétricas ocorrem devido ao aumento da intensidade do(a)

- A) campo magnético da Terra.

- B) corrente elétrica gerada dentro das nuvens.
- C) resistividade elétrica do ar entre as nuvens e o solo.
- D) campo elétrico entre as nuvens e a superfície da Terra.
- E) força eletromotriz induzida nas cargas acumuladas no solo.

8) (UEMG 2008) Três estudantes discutiam sobre forças que atuam em presença de campos, e fizeram as seguintes afirmações:

Felipe: “Se uma carga elétrica for abandonada numa região do espaço onde existe um campo elétrico, aparecerá nessa carga uma força elétrica”.

Fabiana: “Se uma carga elétrica for lançada numa região do espaço onde existe um campo elétrico, aparecerá nessa carga uma força elétrica”.

Rafael: “Se uma carga elétrica for lançada numa região do espaço onde existe um campo elétrico, aparecerá nessa carga uma força magnética”.

Baseando-se nessa ‘discussão’, pode-se concluir que

- a) apenas a afirmação de Felipe está correta.
- b) apenas as afirmações de Felipe e Fabiana estão corretas.
- c) as três afirmações são corretas.
- d) as três afirmações são falsas.

9) Duas cargas elétricas Q e $-4Q$ estão separadas por uma distância d . Sobre a linha que une o centro das duas cargas existe um ponto P para o qual o campo elétrico resultante das mesmas é nulo. Considerando K a constante eletrostática do meio, o potencial elétrico no referido ponto é expresso por

- a) KQ/d .
- b) $-4KQ/d$.
- c) $-KQ/d$.
- d) $-3KQ/d$.

10) (MACKENZIE-SP) Uma carga elétrica puntiforme com $4\mu\text{C}$ que é colocada em um ponto P do vácuo, fica sujeita a uma força elétrica de intensidade $1,2\text{ N}$. O campo elétrico nesse ponto P tem intensidade de: Considere $K=9\cdot 10^9\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$

- a) $3,0\cdot 10^5\text{N/C}$
- b) $2,4\cdot 10^5\text{N/C}$
- c) $1,2\cdot 10^5\text{N/C}$
- d) $4,0\cdot 10^{-6}\text{N/C}$

e) $4,8 \cdot 10^{-6} \text{N/C}$

11) (UFRGS-RS) O módulo do vetor campo elétrico produzido por uma carga elétrica puntiforme em um ponto P é igual a E. Dobrando-se a distância entre a carga e o ponto P, por meio do afastamento da carga, o módulo do vetor campo elétrico nesse ponto muda para:

a) E/4.

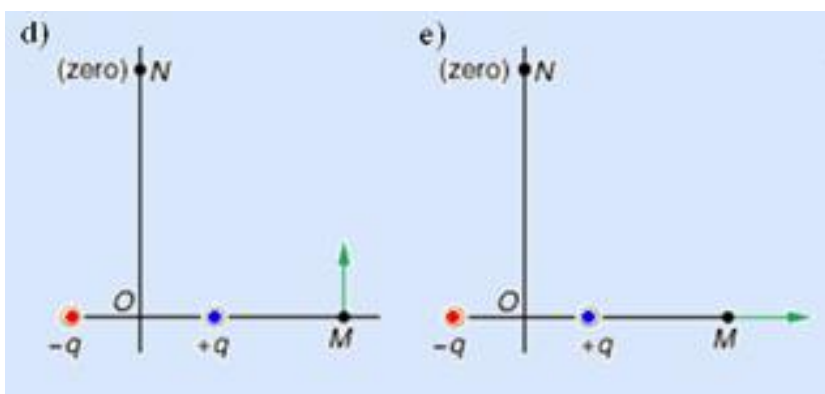
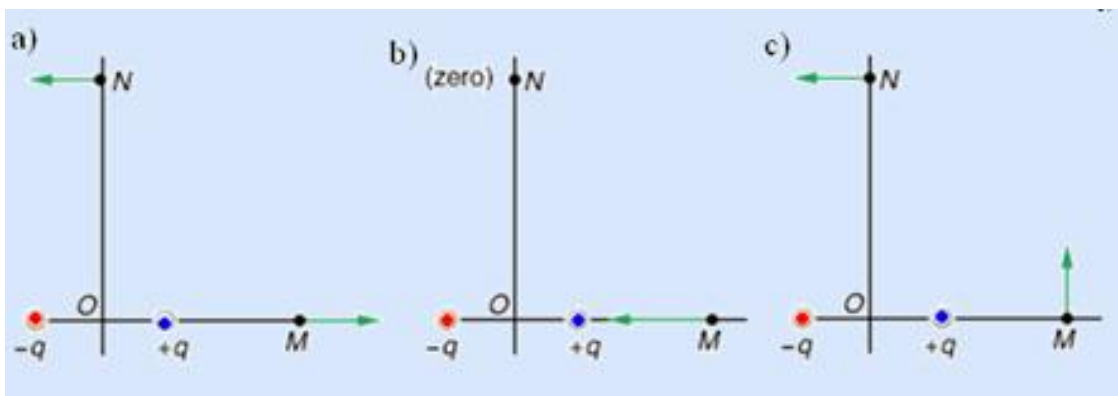
b) E/2.

c) 2E.

d) 4E.

e) 8E.

12)-(UERJ-RJ) Duas cargas pontuais de módulo igual, estão a uma distância d uma da outra. Consideram-se os dois pontos M e N (ver figura), tais que $OM = ON$ e $O = d/2$. Qual das seguintes figuras representa corretamente o vetor campo elétrico em M e N?



13)(UFPI) Uma carga de prova q , colocada num ponto de um campo elétrico $E=2,0 \cdot 10^3 \text{N/C}$, sofre ação de uma força $F=18 \cdot 10^{-5} \text{N}$. O valor dessa carga, em coulombs, é de:

- a) $9 \cdot 10^{-8}$ b) $20 \cdot 10^{-8}$ c) $36 \cdot 10^{-8}$ d) $9 \cdot 10^{-2}$ e) $36 \cdot 10^{-2}$

14) (PUC-RJ) Duas esferas metálicas contendo as cargas Q e $2Q$ estão separadas pela distância de 1,0 m. Podemos dizer que, a meia distância entre as esferas, o campo elétrico gerado por:

- a) ambas as esferas é igual.
 b) uma esfera é 1/2 do campo gerado pela outra esfera.
 c) uma esfera é 1/3 do campo gerado pela outra esfera.
 d) uma esfera é 1/4 do campo gerado pela outra esfera.
 e) ambas as esferas é igual a zero.

15) (Unimontes - MG) Duas cargas puntiformes Q e q são separadas por uma distância d , no vácuo (veja figura). Se, no ponto P , o campo elétrico tem módulo nulo, a relação entre Q e q é igual a



- a) $Q = -q \frac{(x+d)^2}{d^2}$. b) $q = -Q \frac{(x+d)^2}{x^2}$. c) $Q = -q \frac{(x+d)^2}{x^2}$. d) $Q = -2q \frac{(x+d)^2}{x^2}$.

Apêndice F - Prova

PROVA ESCRITA - A

Nome do(a) Estudante: _____ Turma: _____

Componente Curricular: Física

Professor: Lucas Soares Prates

Trimestre: 2º

Conteúdo: Eletrostática

Sub-conteúdos específicos: Força elétrica, Campo elétrico, Processos de eletrização

Informações importantes sobre a prova:

- A prova deve ser feita à caneta esferográfica das cores azul ou preta. Nas questões que envolvem cálculos, os mesmos podem ser feitos à lápis, mas a resposta final deve estar à caneta;
- A realização da prova é individual e sem consulta;
- É expressamente proibido o uso de aparelho celular ou outro dispositivo de comunicação;
- Há espaço em branco ao final da prova para vocês escreverem suas respostas;
- As respostas não precisam estar em ordem, mas ser indicadas de maneira organizada.

1) Em nossas aulas, vimos que ao esfregar um balão em nosso cabelo, podemos deixá-lo eletrizado, tornando o balão capaz de atrair outros objetos. Explique, de acordo com os termos científicos estudados, como acontece esse processo de eletrização do balão. Utilize a série triboelétrica para determinar se a carga elétrica que o balão adquire é positiva ou negativa (considere o balão feito de látex).

2) (ENEM 2021) Por qual motivo ocorre a eletrização ilustrada na tirinha?

Alternativas

- A) Troca de átomos entre a calça e os pelos do gato.
- B) Diminuição do número de prótons nos pelos do gato.
- C) Criação de novas partículas eletrizadas nos pelos do gato.
- D) Movimentação de elétrons entre a calça e os pelos do gato.
- E) Repulsão entre partículas elétricas da calça e dos pelos do gato.

3) Se você estiver em uma região aberta com muitas nuvens de chuva acima, seus cabelos podem ficar arrepiados. Isso significa que provavelmente um raio está prestes a cair nesta região. Explique o processo de formação de raios e porque os cabelos podem ficar arrepiados nessa situação.

4) Duas cargas elétricas de módulo $2C$ e $4C$ estão separadas por uma distância $0,2m$ no vácuo. Calcule o módulo da força elétrica que atua sobre as cargas.

- a) $7,2 \times 10^{12} N$
- b) $4,3 \times 10^{12} N$
- c) $1,8 \times 10^{12} N$

- d) $1,2 \times 10^{11}$ N
- e) $1,5 \times 10^{11}$ N

5) Desenhe as linhas de campo elétrico geradas por: (Obs: Não esqueça de colocar o sentido das linhas)

- a) Duas cargas positivas interagindo;
- b) Duas cargas negativas interagindo;
- c) Uma carga negativa e uma positiva interagindo.

6) O eletroscópio é um equipamento capaz de detectar se um objeto está eletrizado. Considere um pêndulo eletrostático, composto por uma esfera condutora em sua extremidade que se encontra neutra. Ao aproximarmos um objeto eletrizado negativamente, o pêndulo:

- a) Se moverá para frente, pois o objeto eletrizado irá repelir os elétrons presentes no material e atrair os prótons, fazendo a atração ser mais forte que a repulsão.
- b) Se moverá para trás, pois o objeto eletrizado irá repelir os elétrons presentes no material e atrair os prótons, fazendo a repulsão ser mais forte que a atração.
- c) Não se moverá, pois o pêndulo está neutro.
- d) Se moverá para frente, pois o objeto eletrizado irá atrair os prótons do material, sem que haja a repulsão dos elétrons.
- e) Se moverá para trás, pois a repulsão dos elétrons será mais forte do que a atração dos prótons.

Série Triboelétrica

Pele de coelho
Vidro
Cabelo humano
Mica
Lã
Pele de gato
Seda
Algodão
Âmbar
Ebonite
Poliéster
Isopor
Látex

