



O ENSINO DE ELETROSTÁTICA NA PERSPECTIVA DA PEDAGOGIA DA ALTERNÂNCIA: ANALISANDO A ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO BLOG

Ricardo da Silva Santos

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Sergipe no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadores:

Prof. Dr. Tiago Nery Ribeiro

Profa. Dra. Divanízia do Nascimento Souza

São Cristóvão – SE
2022

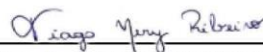
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM
ENSINO DE FÍSICA - PPGPF

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

O ENSINO DE ELETROSTÁTICA EM UMA PERSPECTIVA DA
PEDAGOGIA DA ALTERNÂNCIA: ANALISANDO A
ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA
UTILIZANDO BLOG

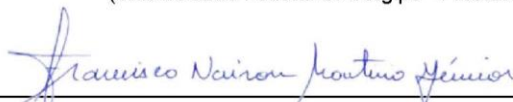
RICARDO DA SILVA SANTOS

Banca:



Prof. Dr. TIAGO NERY RIBEIRO

(Universidade Federal de Sergipe - Presidente)

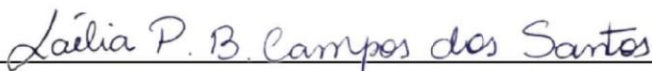


Prof. Dr. FRANCISCO NAIRON MONTEIRO JÚNIOR

(Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE)



Prof. Dr. Francisco Nairon Monteiro Júnior
UFRPE - Departamento de Educação
SIAPE 6985994



Prof.^a Dr.^a LAELIA PUMILLA BOTELHO CAMPOS DOS SANTOS

(Universidade Federal de Sergipe - UFS)

São Cristóvão, 10 de Março de 2022

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

Santos, Ricardo da Silva

S237e O ensino de eletrostática na perspectiva da pedagogia da alternância: analisando a elaboração e aplicação de uma sequência didática utilizando blog / Ricardo da Silva Santos ; orientador Tiago Nery Ribeiro. -- São Cristóvão, 2022.

223 f. : il.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) –
Universidade Federal de Sergipe, 2022.

1. Física – Estudo e ensino. 2. Eletrostática. 3. Educação –
Métodos experimentais. I. Ribeiro, Tiago Nery orient. II. Título.

CDU 53:37

Dedico esse trabalho a Deus por ter concedido força e perseverança para conquistar mais uma grande etapa de minha história de vida, sempre me guiando para evoluir como ser humano e profissional. E também à minha família, em especial a minha querida esposa Marcela Matos Silva Santos e minha amada mãe Maria de Fátima da Silva, duas grandes guerreiras que fazem parte de minha vida, onde sempre contei com o apoio e cuidado de ambas, meu carinho é tanto que palavras são insuficientes para demonstrar todo apreço a essas sensacionais mulheres que trazem aos meus dias alegrias memoráveis.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Tiago Nery Ribeiro, pela paciência, compromisso, orientação e amizade, assim como à minha coorientadora Profa. Dra. Divanília do Nascimento Souza, por colaborar e motivar com a conclusão desse trabalho excepcional.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física do Centro de Ciências Exatas e Tecnologias, da Universidade Federal de Sergipe, e ao chefe do departamento de Física, Prof. Dr. Nelson Orlando Moreno Salazar, pelo apoio recebido.

Ao CAPES e ao MNPEF pelo apoio financeiro, auxiliando nas despesas e motivando à concluir todas etapas requeridas.

Ao Colegiado do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Sergipe, pela motivação durante o percurso.

Aos meus amigos, pelo apoio e força e aos meus colegas de curso do mestrado pelo compartilhamento de opiniões e conexão dos laços criados.

“Tenho a impressão de ter sido uma criança brincando à beira-mar, divertindo-me em descobrir uma pedrinha mais lisa ou uma concha mais bonita que as outras, enquanto o imenso oceano da verdade continua misterioso diante de meus olhos”.

Isaac Newton

RESUMO

A sociedade contemporânea, diante das constantes transformações sociais da era pós-moderna, exige cidadãos que sejam profissionais com disposição para aprender e pensar, atendendo a diferentes demandas do seu ambiente profissional e propondo soluções criativas para os desafios encontrados, e a capacidade de intervirem no meio em que vivem, sendo sujeitos no processo de transformações que visam mudar a sua realidade, bem como de sua comunidade. Diante deste fato nos perguntamos: O ensino de Física praticado atualmente corresponde aos anseios da sociedade atual? É possível que uma série de demonstrações e questões conceituais inseridas em uma Unidade de Ensino tenham o potencial de auxiliar no desempenho e satisfação da aprendizagem do sujeito acerca do tema eletrostática em um ambiente de pedagogia da alternância? Quando associado ao ensino de Física, o design for change pode contribuir para formar alunos protagonistas da construção do seu aprendizado e ativos nas mudanças sociais que representem a construção de uma nova realidade no meio em que vivem? Para buscar elementos que respondam essas perguntas tivemos por objetivo elaborar um produto educacional a partir de uma unidade de ensino que utiliza a Pedagogia da alternância dos princípios da Teoria Aprendizagem Significativa como suporte teórico que vise despertar no aluno uma capacidade investigativa, crítica, questionadora e avaliativa do tema eletrostática aplicado no ensino médio, bem como, formar cidadãos que sejam sujeitos na construção da sua história, do seu projeto de vida, transformando o seu meio. O trabalho foi de natureza exploratória, do tipo qualitativa e o estudo de caso para análise do produto educacional como material de ensino potencialmente significativo. O design for change também foi utilizado como ferramenta metodológica, por estar de acordo com o Projeto Político Pedagógico da escola, Aprendizagem Significativa e a Pedagogia da Alternância. A unidade de ensino foi aplicada em uma sala de aula do 3º ano do ensino médio composta por 8 alunos da rede pública estadual e as ações do Design foram desenvolvidas nas suas redes sociais. A partir do desenvolvimento do produto educacional de forma remota, identificamos que os alunos conseguiram a condição de serem protagonistas do processo de ensino e aprendizagem, exercendo importante papel na realidade de suas comunidades ao intervirem em seus meios sociais no sentido de modificá-los e divulgarem os resultados obtidos, incentivando demais membros de suas comunidades a adotarem a mesma postura engajadora, atuante e proativa.

Palavras-chave: Ensino de Física, Eletrostática, Design for Change, Pedagogia da Alternância.

ABSTRACT

Contemporary society, faced with the constant social transformations of the post-modern era, demands citizens who are professionals with a willingness to learn and think, meeting the different demands of their professional environment and proposing creative solutions to the challenges encountered, and the ability to intervene in the environment in which they live, being subjects in the process of transformations that aim to change their reality, as well as that of their community. In view of this fact, we ask ourselves Does the teaching of Physics currently practiced correspond to the longings of today's society? Is it possible that a series of demonstrations and conceptual questions inserted in a Teaching Unit have the potential to help the performance and satisfaction of the subject's learning about electrostatics in a pedagogical environment of alternating cycle education? When associated with Physics teaching, can design for change contribute to form students who are protagonists in the construction of their learning and active in social changes that represent the construction of a new reality in the environment where they live? In order to find elements to answer these questions, we aimed to develop an educational product based on a teaching unit that uses the Alternating Cycle Pedagogy and principles of the Meaningful Learning Theory as theoretical support to awaken in the student an investigative, critical, questioning, and evaluative capacity of the electrostatics theme applied in high school, as well as to form citizens who are subjects in the construction of their history, their life project, transforming their environment. The work was exploratory in nature, of the qualitative type, and the case study was used to analyze the educational product as potentially significant teaching material. Design for change was also used as a methodological tool, for being in accordance with the school's Political Pedagogical Project, Meaningful Learning, and Alternating Cycle Pedagogy. The teaching unit was applied in a 3rd year high school classroom composed of 8 students from the public state network, and the Design actions were developed in their social networks. From the development of the educational product remotely, we identified that the students achieved the condition of being protagonists of the teaching and learning process, playing an important role in the reality of their communities by intervening in their social environments in order to modify them and disseminate the results obtained, encouraging other members of their communities to adopt the same engaging, active, and proactive attitude.

Keywords: Teaching Physics, Design for Change, Alternation Pedagogy.

Sumário

Capítulo 1 Introdução	1
Capítulo 2 Fundamentação Teórica	6
2.1. Revisão literária	6
2.2. Aprendizagem Significativa	8
2.3. Pedagogia da Alternância	11
2.4. Design For Change	15
2.5. Eletrização dos Corpos e Rigidez Dielétrica	18
2.5.1. Eletrostática	19
Capítulo 3 Materiais e Métodos	26
3.1. PLANEJAMENTO DE APLICAÇÃO DO BLOG FÍSICA FÁCIL EM SALA DE AULA	29
SEQUÊNCIA DIDÁTICA	31
1º ENCONTRO – AULA 01	31
Título: A carga elétrica e a evolução dos modelos atômicos.	31
Ementa: conceito de carga elétrica, modelos atômicos, quantização da carga elétrica.	31
Objetivo Geral	31
Objetivos Específicos	31
Recursos Educacionais:	31
Desenvolvimento dos conteúdos:	31
Parte inicial:	31
Parte principal:	32
1º MOMENTO	32
2º MOMENTO	32
3º MOMENTO	36
4º MOMENTO	37
5º MOMENTO	37
Parte final:	48
ATIVIDADE	48
2º ENCONTRO – AULA 02	48
Título: Os processos de Eletrização	48
Ementa: eletrização por atrito, eletrização por contato, eletrização por indução, eletroscópios.	48
Objetivo Geral	48
Objetivos Específicos	49
Recursos Educacionais:	49
Desenvolvimento dos conteúdos:	49
Parte inicial:	49
Parte principal:	49
1º MOMENTO	49
2º MOMENTO	50
3º MOMENTO	56
4º MOMENTO:	59
5º MOMENTO:	59
6º MOMENTO:	60
7º MOMENTO:	60
8º MOMENTO:	65
9º MOMENTO:	67
10º MOMENTO:	68

11° MOMENTO:.....	72
12° MOMENTO:.....	75
13° MOMENTO:.....	75
14° MOMENTO:.....	78
ATIVIDADE	78
Jogo online:.....	78
Parte final:.....	79
3º ENCONTRO – AULA 03	80
Título: Condutores e Isolantes.....	80
Ementa: Condutores, isolantes, dielétricos, ruptura dielétrica;	80
Objetivo Geral	80
Objetivos Específicos	80
Recursos Educacionais:	80
Desenvolvimento dos conteúdos:	80
Parte inicial:.....	80
Parte principal:.....	81
1° MOMENTO	81
2° MOMENTO	81
3° MOMENTO	86
4° MOMENTO:.....	88
5° MOMENTO:.....	88
6° MOMENTO	89
7° MOMENTO:.....	91
8° MOMENTO:.....	91
Capítulo 4 Resultados e Discussões	93
4.1. Modelos Atômicos e Quantização de Carga Elétrica	93
4.1.1. Análise dos Questionários do Vídequiz sobre os Modelos Atômicos	94
4.1.2. Análise dos Questionários do Vídequiz sobre a Quantização da Carga Elétrica.....	97
4.1.3. Análise do jogo “Matching Columns”.....	100
4.2. Processos de Eletrização.....	104
4.2.1. Análise dos questionários do Videoquiz sobre os Processos de Eletrização – Eletrização por Atrito	104
4.2.2. Análise dos questionários do Videoquiz sobre os Processos de Eletrização – Eletrização por contato	106
4.2.3. Análise dos questionários do Vídequiz sobre os Processos de Eletrização – Eletrização por indução	107
4.2.4. Análise dos Questionários relativos aos Processos de Eletrização por Atrito, Contato e Indução.....	109
4.2.5. Análise do jogo memory game referente aos processos de eletrização.....	112
4.3. Condutores e Isolantes.....	115
4.3.1. Análise dos Questionários	115
4.3.2. Análise do Questionário da avaliação geral 3 sobre condutores, isolantes e rigidez dielétrica	117
4.4. Experiência do Design for Change.....	118
4.5. Questionário de Avaliação do Blog.....	122
Capítulo 5 Considerações Finais	131
Referências Bibliográficas.....	134
APÊNDICES	142
INTRODUÇÃO.....	144

REFERENCIAL TEÓRICO	145
PLANEJAMENTO DE APLICAÇÃO DO BLOG FÍSICA FÁCIL EM SALA DE AULA	149
SEQUÊNCIA DIDÁTICA	150
1º ENCONTRO – AULA 01	150
Título: A carga elétrica e a evolução dos modelos atômicos.	150
Ementa: conceito de carga elétrica, modelos atômicos, quantização da carga elétrica.	150
Objetivo Geral	150
Objetivos Específicos	150
Recursos Educacionais:	150
Desenvolvimento dos conteúdos:	150
Parte inicial:	150
Parte principal:	151
1º MOMENTO	151
2º MOMENTO	151
3º MOMENTO	155
4º MOMENTO	156
5º MOMENTO	156
Parte final:	167
ATIVIDADE	167
2º ENCONTRO – AULA 02	167
Título: Os processos de Eletrização.....	167
Ementa: eletrização por atrito, eletrização por contato, eletrização por indução, eletroscópios.	167
Objetivo Geral	167
Objetivos Específicos	168
Recursos Educacionais:	168
Desenvolvimento dos conteúdos:	168
Parte inicial:	168
Parte principal:	168
1º MOMENTO	168
2º MOMENTO	169
3º MOMENTO	175
4º MOMENTO:	178
5º MOMENTO:	178
6º MOMENTO:	179
7º MOMENTO:	179
8º MOMENTO:	184
9º MOMENTO:	186
10º MOMENTO:	187
11º MOMENTO:	191
12º MOMENTO:	194
13º MOMENTO:	194
14º MOMENTO:	197
ATIVIDADE	197
Jogo online:	197
Parte final:	198
3º ENCONTRO – AULA 03	199
Título: Condutores e Isolantes	199

Ementa: Condutores, isolantes, dielétricos, ruptura dielétrica;	199
Objetivo Geral	199
Objetivos Específicos	199
Recursos Educacionais:	199
Desenvolvimento dos conteúdos:	199
Parte inicial:	199
Parte principal:	200
1º MOMENTO	200
2º MOMENTO	200
3º MOMENTO	205
4º MOMENTO:	207
5º MOMENTO:	207
6º MOMENTO	208
7º MOMENTO:	210
8º MOMENTO:	210
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	211

Capítulo 1

Introdução

Motivar os alunos em sala de aula tem se tornado cada vez mais desafiador. os docentes precisam estar sempre em busca de estratégias que sejam inovadoras no processo de ensino e aprendizagem e que de alguma forma tenham o potencial de favorecer a construção da curiosidade e engajamento do indivíduo em escolarização. Tal curiosidade não pode ser ingênua, precisa vir acompanhada do pensamento crítico ou criticizar-se pois de acordo com Freire (1996, p.15):

Na verdade, a curiosidade ingênua que, desarmada, está associada ao saber do senso comum, é a mesma curiosidade que, criticizando-se, aproximando-se de forma cada vez mais metodicamente rigorosa do objeto cognoscível, se torna curiosidade epistemológica.

Em nosso caso, quando se trata da disciplina de Física, que por vezes é considerada pelo senso comum como de difícil compreensão, nos parece que nem sempre é uma tarefa fácil, mas durante nosso processo de formação no programa de pós-graduação profissional em ensino de física do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física pudemos conhecer teorias de aprendizagens, metodologias e estratégias que facilitam esse processo, auxiliando o docente na melhor forma para a elaboração do planejamento e aplicação do produto educacional em sala de aula.

Além disso, nos despertou a consciência em formar alunos comprometidos com o seu projeto de vida, com o outro e com a mudança da realidade que os afligem, com capacidade crítica e sensibilidade para traduzir a sua realidade e modificá-la tornando-se um sujeito ativo no processo de aprendizagem. Pensando nesse contexto, vislumbramos a necessidade de repensar as práticas e atitudes pedagógicas enquanto professor de física, buscando transformar a dinâmica da sala de aula e diversificar as estratégias de ensino.

Nos últimos 5 anos tenho atuado como professor de física na Escola Família Agrícola de Ladeirinhas, no município de Japoatã, estado de Sergipe. Por se tratar de uma escola agrícola, adotou uma metodologia pedagógica chamada de Pedagogia da Alternância, que tem por principal característica o tempo que o aluno divide entre as atividades na instituição escolar e a comunidade, ou seja, existe uma relação

constante e direta entre a experiência comunitária e no campo com a escola. O regime de alternância possui este nome porque o aluno alterna sua estadia entre a escola e a sua comunidade, permanecendo 2 semanas em cada local. Porém, o tempo comunidade (período no qual o aluno permanece em sua moradia) não compreende recesso escolar, pois há demanda proveniente das aulas e da própria Pedagogia da Alternância a serem cumpridas.

Durante a nossa vivência escolar temos notado uma importante troca de experiências entre a vida cotidiana do nosso aluno e as temáticas necessárias para o dia a dia na sala de aula, uma vez que a pedagogia da alternância está apoiada por instrumentos pedagógicos que tendem a fortalecer a realização do intercâmbio entre as atividades da escola e as atividades realizadas na comunidade.

Segundo Piatti (2014), a Pedagogia da Alternância é voltada para a escolarização rural, na qual valoriza os conhecimentos que os alunos já têm por meio de suas experiências e vivências, principalmente nos conhecimentos adquiridos em sua comunidade. Acontecendo em dois tempos, sendo eles tempo-escola, que foca nos conteúdos em si e o tempo-comunidade, que leva propostas dos alunos para serem realizadas junto com as comunidades.

Em nossa análise, observamos que a proposta pedagógica da escola está ancorada no desenvolvimento do conhecimento do aluno a partir de seus conhecimentos prévios, já que na pedagogia da alternância a experiência cotidiana tem um papel de destaque no processo de ensino e aprendizagem, por isso, acreditamos que princípios da teoria da aprendizagem significativa podem ter o potencial de nos auxiliar no desenvolvimento de um produto educacional que torna o processo de ensino e aprendizagem mais significativo, pois os conhecimentos prévios tendem a ser ancorados a conhecimentos, a conceitos, símbolos ou preposições já existentes na estrutura cognitiva, dando assim significado a novos conhecimentos (AUSUBEL, 1982).

Também acreditamos que uma ferramenta metodológica de ensino como o *Design For Change* (DFC), que se caracteriza como um projeto que busca despertar nos alunos a vontade de transformar a realidade na qual vivem, de forma que reconheçam suas próprias mudanças e sejam capazes de intervir na sociedade (SCHWARTZ, 2012), pode ter o potencial de aflorar a sensibilidade dos alunos para as questões que envolvem o seu meio social, provocando-os a buscarem alternativas capazes de melhorar as suas condições de vida e a das pessoas em sua localidade.

A partir disso, em um ambiente de pedagogia da alternância, aproveitando as concepções prévias dos alunos e auxiliando-os a pensarem e implementarem mudanças no mundo ao seu entorno, pretendemos elaborar uma sequência didática para ser aplicada com estudantes do terceiro ano do ensino médio.

O que motivou a elaboração de um produto educacional na realidade da educação no campo foi o contato direto com o ensino e a observação da troca de experiências entre os alunos que vivem cotidianamente essa realidade. Além disso, a vontade de realizar uma dinâmica de aprendizagem que seja inovadora, introduzindo na vivência dos aprendizes situações inerentes ao campo, de forma a aproveitar todos os conhecimentos e experiências que já têm. Assim, surgiu o intuito de abordar o conteúdo de eletrostática de uma forma diferente e atrativa, elaborando um material que, mesmo em um momento de pandemia do covid-19, tenha o potencial de viabilizar o processo de ensino-aprendizagem em uma realidade do ensino no campo em que se fazem necessárias metodologias que contemplem o ensino remoto, sem renunciar à Pedagogia da Alternância.

Outra situação que justifica a elaboração desse produto educacional refere-se à motivação de nossos alunos ao estudar física, de alguma forma, até quem sabe por um senso comum da maioria, que já a considera como uma disciplina complexa. Dessa forma, se espera com este produto apresentar o conteúdo de eletrostática de uma forma mais interativa, com o uso de uma linguagem mais acessível, mais contemporânea e ligada a situações cotidianas dos alunos, a partir da utilização de estratégias como memes, avatar interativo, *gifs*, jogos, vídeo quiz e outras ferramentas, sem fugir dos conceitos físicos importantes e necessários, buscando formar alunos com uma mentalidade crítica e questionadora.

O produto educacional, que foi essa sequência didática, contou com aulas interativas que abordaram os conceitos de eletrostática, a partir de atividades que envolveram os alunos com a comunidade, de forma dinâmica e interativa, que os levou a elaboração de soluções criativas para problemas e/ou melhorias no meio em que vivem.

Com a elaboração do produto educacional pretendeu-se responder os seguintes questionamentos: a sequência de ensino ancorada nos princípios da aprendizagem significativa e nos princípios da metodologia de ensino do design for change tem o potencial de auxiliar no processo de aprendizagem do aprendiz acerca do tema eletrostática em um ambiente de pedagogia da alternância? Quando

associado ao ensino de Física, o *Design For Change* pode contribuir para formar alunos protagonistas da construção do seu aprendizado e ativos nas mudanças sociais que representem a construção de uma nova realidade no meio em que vivem? O uso do blog de Física se mostra como um meio apropriado para atender demandas condizentes com a Pedagogia da Alternância?

Dessa forma, a pesquisa teve por objetivo principal elaborar e aplicar uma sequência de ensino em um ambiente educacional de pedagogia da alternância a partir de princípios da teoria da aprendizagem significativa e da metodologia de ensino do design for change sobre os temas processos de eletrização e rigidez dielétrica em um ambiente de aprendizagem remoto através da utilização do blog Física Fácil.

E como objetivos específicos:

- ✓ Desenvolver e validar uma Unidade de Ensino sobre eletrização e rigidez dielétrica utilizando princípios da teoria da aprendizagem significativa em um ambiente de pedagogia da alternância;
- ✓ Promover o engajamento dos alunos no projeto de *design for change* em suas comunidades em um ambiente de pedagogia da alternância após aplicação do produto educacional;
- ✓ Utilizar o blog Física Fácil como ferramenta prática e de fácil acesso para o ensino remoto em consonância com a Pedagogia da Alternância.

Considerando o contexto atual, este trabalho propõe trazer para o ensino remoto e para o ensino do campo uma dinâmica que utiliza a Pedagogia da Alternância, a Aprendizagem significativa, o projeto do *Design For Change* e o *Blog* educativo para abordagem dos conteúdos da eletrização e da rigidez dielétrica, de forma a buscar contribuir para um ensino mais dinâmico, atrativo e diferenciado, que pode ser aplicado de forma remota ou presencial, além de contribuir para uma aprendizagem mais interativa sobre as cargas elétricas e as suas propriedades..

A partir disso, foi proposta a criação de *design* que foi postado na comunidade da escola, nas redes sociais dos alunos e em plataformas de compartilhamento de vídeos. Dessa forma, teve a finalidade de levar aos alunos aulas ativas, interativas e que pudessem despertar neles propostas de intervenção no meio em que eles vivem.

Esta dissertação está composta por seis capítulos, o primeiro trata-se da introdução, onde foi realizada uma exposição acerca da questão foco, justificativa e objetiva do produto educacional, assim como sua motivação, relevância e

importância. No segundo capítulo está a fundamentação teórica, na qual abordamos a revisão de literatura e o referencial teórico que compôs a dissertação proposta e o desenvolvimento dos estudos. No terceiro capítulo realizamos uma discussão acerca do tema eletrostática e seus complementos da visão física e científica, assim como as descobertas e estudos até chegar ao que conhecemos e estudamos hoje.

No quarto capítulo, estão detalhados os materiais e métodos utilizados e desenvolvidos para o estudo, o desenvolvimento e a aplicação deste produto educacional aqui apresentado. Já no quinto capítulo é apresentado os resultados e discussões colhidos através da aplicação do produto educacional em sala de aula. E no sexto e último capítulo estão às considerações finais, no qual se apresenta os conhecimentos e valores adquiridos com o fim da aplicação do produto e como ele contribuirá positivamente para os leitores deste trabalho.

Após essas etapas estão às referências bibliográficas de todo material utilizado no decorrer do seu desenvolvimento, os apêndices com o produto educacional e os anexos com todos os dados importantes e essenciais coletados.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

2.1. Revisão literária

Muito se discute sobre a Pedagogia da Alternância e sua importância na educação do campo, é possível encontrar bons trabalhos sobre o assunto como o de Pietrafesa (2007) que defende a união da teoria com a prática fazendo uma ressalva para a essencialidade dos jovens neste processo. Já Vergutz e Calvacante (2014) apresentam um trabalho que explica a Pedagogia da Alternância como um espaço que possibilita a troca de vivências e relações com compartilhamento de experiências, tendo como embasamento os ensinamentos de Paulo Freire.

Amaral (2013) apresenta em seu trabalho a relação das famílias com a escola e a boa participação, no qual cita a necessidade da implementação de estratégias para aproximar cada vez mais os familiares da escola. Enquanto no trabalho de Passos (2016) ele defende que a Pedagogia da Alternância pode ser adotada pelas escolas do campo para superar dificuldades que os alunos rurais apresentam frequentemente. Sobreira (2013) aborda sobre a construção do conhecimento no processo da inclusão da pedagogia e como são favoráveis aos alunos.

Já em 2016, Sobreira e Silva publicaram sobre o crescente número de instituições da rede federal que estavam aderindo a novos projetos e programas voltados para a educação no campo, fazendo uma crescente significativa. Zancanella e Detogni (2019) trazem uma proposta de Pedagogia da Alternância para ser discutida referente a melhoria do ensino no campo e inclusão das famílias. Além desses trabalhos, é possível encontrar em Ferrari e Ferreira (2021) uma pesquisa aprofundada de trabalhos voltados para discutir essa pedagogia entre 2007 e 2013, mostrando sua importância, como a mesma funciona e como contribui de forma positiva para a educação no campo.

Para a definição do corpus de análise da revisão de literatura em nosso trabalho utilizamos trabalhos de periódicos científicos acerca da utilização da pedagogia da alternância no ensino de Física no Brasil encontrado no Google Acadêmico combinado em dois grupos de palavras-chave, disponíveis nos campos “título” e “palavras-chave”, que foram: 1 – “pedagogia da alternância” e “eletrostática” e 2 - “pedagogia da alternância” e “Ensino de Física”. Para isso foi utilizado o seguinte

Booleano: 1 – “pedagogia da alternância” AND “eletrostática” e 2 - "Ensino de física" AND "pedagogia da alternância".

Com os trabalhos coletados, inicialmente realizamos uma análise nos títulos e palavras-chave de todos os trabalhos publicados. Os que não possuíam “pedagogia da alternância”, “Ensino de Física” ou “eletrostática” no título e/ou nas palavras-chave, eram descartados. Em seguida realizamos uma leitura dos resumos para determinar os enfoques de cada um para em seguida realizar uma análise resumida das estratégias de investigação e didática.

Voltado para a área da Física foram encontrados poucos trabalhos que falavam sobre a pedagogia da Alternância, utilizando o booleano “Pedagogia da alternância” and “Ensino de Física”. No entanto, apesar de terem sido poucos trabalhos, selecionamos o de Barreto e Miltão (2011), que fala da física sob a perspectiva da Pedagogia da Alternância, e a importância de mostrar aos alunos do campo a relação da Física com o cotidiano deles, assim como sua relação com outras áreas de conhecimento. Além disso, Silva e Rocha (2020) publicaram no Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) no ano de 2020 uma pesquisa onde apresenta 12 trabalhos sobre o ensino de Física na Educação do Campo, como apresentados na Figura 2.1.

Figura 2.1: Trabalhos sobre o Ensino de Física na Educação do Campo apresentados no SNEF.

Pesquisa	Trabalho
P1	OLIVEIRA, Reinaldo Marum de; ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de. A introdução de tópicos de física moderna e contemporânea em uma concepção CTS para alunos da zona rural como instrumento para o exercício da cidadania. Simpósio Nacional de Ensino de Física, 17, 2007, São Luís, MA. Atas [...] São Luís, MA: Sociedade Brasileira de Física, 2007.
P2	CREPALDE, Rodrigo dos Santos; AGUIAR JÚNIOR, Orlando Gomes. Identificando sentidos atribuídos por alunos de Licenciatura em Educação do Campo ao conceito de energia: uma contribuição para a educação em ciências em uma perspectiva intercultural. Simpósio Nacional de Ensino de Física, 19, 2011, Manaus, AM. Atas ... Manaus, AM: Sociedade Brasileira de Física, 2011.
P3	CALAZANS, Marcos Moraes; AGUIAR JÚNIOR, Orlando Gomes. Estratégias enunciativas dos dialógico e de autoridade na formação de professores de ciências para a Educação do Campo. Simpósio Nacional de Ensino de Física, 20, 2013, São Paulo, SP. Atas ... São Paulo, SP: Sociedade Brasileira de Física, 2013.
P4	BARRETO, Ana Lúcia Vilaronga; MILTÃO, Milton Souza Ribeiro. A pedagogia da alternância, o contexto das EFAs e as teorias e leis gerais da Física. Simpósio Nacional de Ensino de Física, 20, 2013, São Paulo, SP. Atas ... São Paulo, SP: Sociedade Brasileira de Física, 2013.
P5	BARBOSA, Maira Lorena Paixão; MILTÃO, Milton Souza Ribeiro. Alguns aspectos da educação do campo, pedagogia da alternância e ciências físicas nas EFAs do semiárido. Simpósio Nacional de Ensino de Física, 21, 2015, Uberlândia, MG. Atas ... Uberlândia, MG: Sociedade Brasileira de Física, 2015.
P6	SANTANA, Carla Suelly Correia; MILTÃO, Milton Souza Ribeiro. Física: um olhar para a Educação do Campo. Simpósio Nacional de Ensino de Física, 21, 2015, Uberlândia, MG. Atas ... Uberlândia, MG: Sociedade Brasileira de Física, 2015.

P7	BARBOSA, Maira Lorena Paixão; MILTÃO, Milton Souza Ribeiro; FERREIRA, Ernando Silva. O estudo da óptica e da fluorescência voltado para a pedagogia da alternância nas EFAs. Simpósio Nacional de Ensino de Física, 22, 2017, São Carlos, SP. Atas ... São Carlos, SP: Sociedade Brasileira de Física, 2017.
P8	GARCIA, Clebes Garcez; LUCHESE, Márcia Maria. Trabalhando energias renováveis em ciências com uma turma multisseriada de oitavo e nono ano em uma escola do campo. Simpósio Nacional de Ensino de Física, 22, 2017, São Carlos, SP. Atas ... São Carlos, SP: Sociedade Brasileira de Física, 2017.
P9	SCHNEIDER, Tatiani Maria; MUENCHEN, Cristiane. A abordagem temática nos Simpósios Nacionais de Ensino de Física: buscando aproximação com a educação do campo. Simpósio Nacional de Ensino de Física, 22, 2017, São Carlos, SP. Atas ... São Carlos, SP: Sociedade Brasileira de Física, 2017.
P10	SOUSA, Polliane Santos de; BRICK, Elizandro Maurício; Delizoicov, Demetrio. Ensino de física na Licenciatura em Educação do Campo: reflexões sobre a abordagem do tema “Sol: a fonte da vida”. Simpósio Nacional de Ensino de Física, 23, 2019, Salvador, BA. Atas ... Salvador, BA: Sociedade Brasileira de Física, 2019.
P11	GOMES, Danila Ribeiro; MIRANDA, Élide Lopes; LIMA, Nayara Stefany Leite de. Hidrodinâmica e fisiologia humana: interdisciplinaridade no curso de Licenciatura em Educação do Campo. Simpósio Nacional de Ensino de Física, 23, 2019, Salvador, BA. Atas ... Salvador, BA: Sociedade Brasileira de Física, 2019.
P12	BARBOSA, Maira Lorena Paixão; MILTÃO, Milton Souza Ribeiro. A educação do campo, a pedagogia da alternância e as ciências físicas nas escolas famílias agrícolas considerando a estratégia do teatro. Simpósio Nacional de Ensino de Física, 23, 2019, Salvador, BA. Atas ... Salvador, BA: Sociedade Brasileira de Física, 2019.

Fonte: Silva e Rocha (2020).

Entre esses trabalhos, está o de Barbosa, Miltão e Ferreira (2017) que aborda sobre o estudo da óptica e da fluorescência com a Pedagogia da Alternância, no qual o estudo mostra que com equipamentos de baixo custo é possível explicar relacionar o cotidiano dos estudantes com o assunto proposto. Outro trabalho encontrado foi o de Barreto e Miltão (2013), que discutem sobre as teorias e leis gerais da física nesta pedagogia e explica de forma clara e objetiva como ensinar e compreender a física no dia a dia dos estudantes do campo, usando a própria realidade dos alunos.

Já a pesquisa desenvolvida por Santana e Militão (2015) explica que a filosofia da ciência Física precisa ser apresentada aos estudantes, e que a transdisciplinaridade ainda não atua adequadamente na educação do campo. “No entanto, não foi encontrado nenhum trabalho já publicado ao utilizar o booleano “Pedagogia da alternância” and Eletrostática”, que se assemelhe ao produto aqui apresentado, ou seja, não foram encontrados trabalhos que discutam o ensino da eletrostática com a Pedagogia da Alternância e utilizando a aprendizagem significativa como base.

2.2. Aprendizagem Significativa

Aprender é um processo de transformação dos conhecimentos, das atitudes, dos hábitos, presentes nos indivíduos, renovando-se sempre, e evoluindo a partir de novas informações. A aprendizagem pode acontecer na escola, em casa, em uma

roda de amigos, de maneira formal ou informal, o que muda é a forma como ela é construída, desenvolvida pela/para as pessoas e como será sua aplicação.

Para desenvolver melhor uma forma de aprendizagem em sala de aula acreditamos que devemos partir de uma experiência científica já realizada, por isso, resolvemos utilizar a Teoria da Aprendizagem Significativa, criada pelo psicólogo David Ausubel na década de 60, segue a linha do cognitivismo, mudando o foco da teoria que estava no auge da época, o comportamentalismo de Skinner (MOREIRA, 1999). A teoria da Aprendizagem Significativa tem sua principal característica à utilização do conhecimento prévio já adquirido pelos alunos, e através deles torna-se possível serem construídas estruturas mentais, que organiza e armazena os conteúdos (AUSUBEL, 1982).

Ao receber uma nova informação, a estrutura cognitiva ancora aos conhecimentos já presentes, valorizando com isso os conhecimentos prévios.

Assim, a teoria da Aprendizagem Significativa só ocorre quando o aluno consegue interligar conceitos novos com conceitos já presentes na estrutura mental, no entanto, isso não acontece com todos os conceitos, mas apenas com os que são mais relevantes, favorecendo com isso as assimilações e a aquisição de uma aprendizagem com significados. Complementando, Novak (1998) e Praia (2000) explicam que a teoria da assimilação une a aquisição dos conhecimentos com as informações que já estão armazenadas nos centros cerebrais inferiores, e que esse processo deve ser encorajado e reforçado pelos professores na sala de aula.

Como pontos favoráveis da teoria da assimilação, Masini (2011) ressalta uma aprendizagem duradoura, pensamentos mais criativos e mais rapidez na construção do conhecimento. Novak (1998) cita que para se obter uma aprendizagem bem sucedida é necessário ter o olhar voltado para os pensamentos, os sentimentos e as ações do ser humano, que juntos formam o significado de experiências. E para que todas essas observações sejam contempladas, torna-se necessário utilizar os cinco elementos da educação que inicialmente foram propostos por Joseph Schwab em 1973 e posteriormente complementados por Novak em 1998, sendo eles o formando, o professor, o conhecimento, o contexto e a avaliação (NOVAK, 1998).

A união destes elementos torna a educação eficaz, assim também favorecendo o processo de ensino/aprendizagem, no qual todos os elementos devem interagir entre si e com isso existir um diálogo para que ao final permaneça o significado das experiências. Neste processo, tanto os professores como os estudantes devem

procurar uma perspectiva em comum para o sucesso da aprendizagem. Ainda de acordo com Novak A aprendizagem significativa tem três requisitos:

1. Conhecimentos anteriores relevantes: ou seja, o formando deve saber algumas informações que se relacionem com as novas, a serem apreendidas de forma não trivial.
2. Material significativo: ou seja, os conhecimentos a serem apreendidos devem ser relevantes para outros conhecimentos e devem conter conceitos e proposições significativos.
3. O formando deve escolher aprender significativamente. Ou seja, o formando deve escolher, consciente e intencionalmente, relacionar os novos conhecimentos com outros que já conhece de forma não trivial (NOVAK, 1998, p. 19).

Assim, ao seguir esses requisitos o docente está colaborando com a aprendizagem significativa e se colocando como mediador deste processo, dessa forma tornando o discente o responsável pelo controle e aquisição dos novos conhecimentos. Novak (1998) conclui então que através da aprendizagem significativa os estudantes se tornam mais autônomos e conseqüentemente, responsáveis pelos seus destinos.

Dessa forma, o fator principal para a aprendizagem significativa é descobrir o que o aluno já sabe sobre os conteúdos a serem apresentados e elaborar a aula baseada neles, ensinando de acordo (MOREIRA, 1999). As novas informações inclusivas vão se adequando aos conceitos relevantes já presentes na estrutura mental, que servem como âncoras para os novos conceitos. Assim, para Ausubel (1982), a aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação ancora-se em conceitos relevantes da estrutura mental do sujeito, denominados de subsunçores.

Segundo Cachapuz (2000), a aprendizagem significativa tem quatro limitações, onde explica que:

A primeira limitação tem a ver com a sobrevalorização dos saberes conceptuais. [...] A segunda limitação é que, mesmo no que só aos saberes conceptuais diz respeito, o pressuposto da organização hierárquica dos conceitos na mente do aluno, dos mais inclusivos para os menos inclusivos, é mais do que controverso. [...] A terceira limitação diz respeito a não se atribuir um papel relevante para as competências cognitivas e metacognitivas do aluno, ou seja à tomada de consciência pelo aluno dos seus processos de aprendizagem. [...] A quarta limitação tem a ver com a ausência de problematização entre aprendizagem e desenvolvimento. (CACHAPUZ, 2000, p. 68 e 69).

Dessa forma, apesar de Cachapuz apresentar limitações importantes e alguns aspectos que acabam não sendo apresentados pela aprendizagem significativa, ela continua sendo válida. Pois ele mesmo cita o legado que Ausubel deixou, afirmando “[...] ao deslocar o nosso olhar para o aluno como sujeito de aprendizagem, em particular para os conceitos pré-existentes do aluno como reguladores da sua própria aprendizagem [...]” (CACHAPUZ, 2000, p. 68).

Para o ensino de Eletrostática serão analisados previamente os conceitos referentes a estrutura do átomo, assim como a carga do próton, do elétron e do nêutron já conhecidos pelos estudantes através da disciplina de química no primeiro ano do ensino médio. Em seguida será abordada a quantização da carga elétrica, a eletrização por atrito, a eletrização por contato, a eletrização por indução, condutores, isolantes e rigidez dielétrica.

2.3. Pedagogia da Alternância

A Pedagogia da Alternância é responsável por intercalar o ensino em dois momentos que se alternam durante o ano letivo, no primeiro momento os alunos estão na sala de aula, na qual é realizada a aplicação dos conteúdos didáticos, atividades no caderno ou nos livros e debates em sala de aula. Já o segundo momento acontece com ações na comunidade realizadas pelos alunos, onde se tem o objetivo de levar novas propostas para serem aplicadas e solucionar problemas já existentes (PIATTI, 2014). O principal foco deste tipo de pedagogia é diminuir o índice de evasão escolar nas áreas rurais, que por vezes acontecem de forma elevada.

Essa pedagogia é voltada para a educação no campo, defendendo a ideia de que a vida no campo tem muito a ensinar, por esse motivo muitos dos alunos tem um vasto conhecimento e levam para sala de aula situações e experiências significativas com o ensino para compartilharem. Gimonet (2007) cita que a Pedagogia da Alternância valoriza os conhecimentos que os jovens já possuem, por isso é levado em consideração suas experiências do campo e da comunidade.

De acordo com Estevam (2003), a Pedagogia da Alternância surgiu no ano de 1935 através da insatisfação de um pequeno grupo francês de agricultores. Para esse grupo, o sistema educacional da época não favorecia os alunos do meio rural, não

atendendo as especificidades necessárias para uma boa educação no campo (MAGALHÃES, 2004).

Assim, iniciou o movimento no qual a educação deveria atender as particularidades psicossociais, valorizando o homem do campo, investindo em profissionalização para as atividades rurais e principalmente, propiciar fatores que resultassem no desenvolvimento econômico, social e cultural da região (GIMONET, 1999). Com isso, o ensino foi organizado por esse grupo de agricultores e por um padre católico, que cedeu um espaço da paróquia para a realização da sala de aula, além desse momento, os alunos tinham o tempo de permanecer nas propriedades familiares (AZEVEDO, 1999).

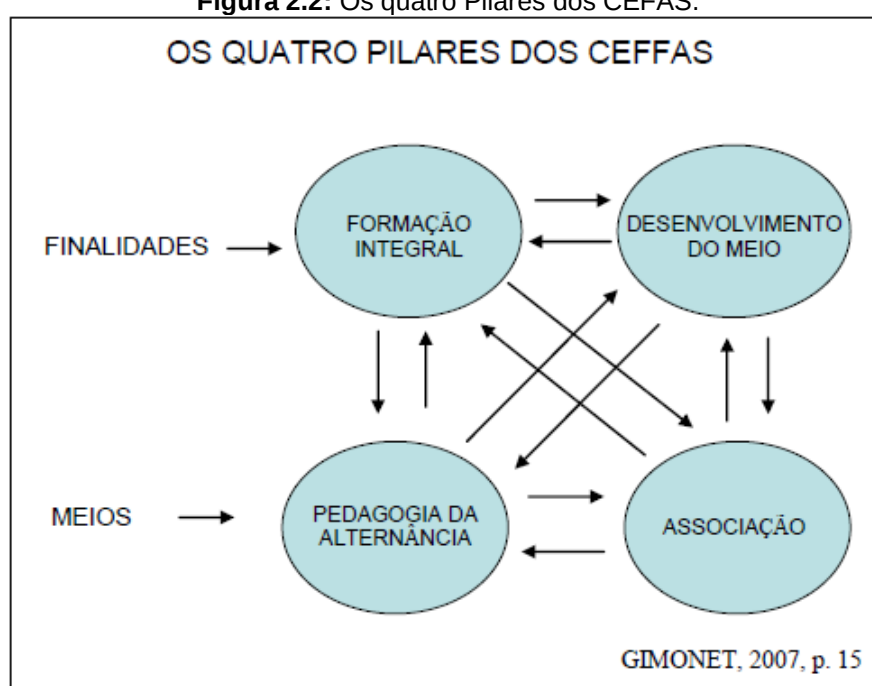
Gimonet (2007) explica que o tempo na escola ficava sob a responsabilidade de um técnico agrícola, e o tempo nas propriedades ficavam sob a responsabilidade dos pais, fazendo assim a articulação entre estudo e trabalho. Como na época o estado só investia na educação urbana, o método aplicado pelos agricultores e pelo padre teve como principal objetivo favorecer a permanência dos jovens no campo. Garantindo assim a formação escolar na comunidade, para evitar que os jovens saíssem do campo em busca de estudos e depois não retornassem, optando por procurar novas formas de trabalho na cidade (QUEIROZ, 2004).

Ao passar dos anos a escola começou a expandir-se, recebendo cada vez mais alunos, com o fim da segunda guerra mundial esse método foi reconhecido pelo país e os Centros Educativos Familiares de Formação em Alternância (CEFFAs) tiveram início (AZEVEDO, 1999). Esse centro foi reconhecido pelo governo Francês em 1960, em seguida começou a ser levada para outros países passando por adaptações e melhorias, adequando-se a realidade local (QUEIROZ, 2004). No Brasil, a Pedagogia da Alternância chegou em 1969, comandada pelos padres jesuítas através do Movimento de Educação Promocional do Espírito Santo (MEPES), após isso se expandiu por todo o país (PIATTI, 2014).

O MEPES foi responsável pela fundação da Escola Família Rural de Alfredo Chaves, a Escola Família Rural de Olivânia e a Escola Família Rural de Rio Novo do Sul. Essas escolas tinham como principal objetivo valorizar o homem do campo e juntamente a isso dá avanço na cultura, com melhoria social e na economia (PESSOTTI, 1978). Na atualidade, várias instituições no Brasil usam a Pedagogia da Alternância como método, as principais são desenvolvidas pelas Escolas Família Agrícolas (EFAs) e Casas Familiares Rurais (CFRs).

Apesar dessa pedagogia já está no Brasil há muitos anos, ainda são poucas as instituições que se apropriam dela, além disso, não é muito citada no meio acadêmico pelos docentes do nível superior (BEGNAMI, 2004). Dessa forma, existe uma carência de estudos sobre a Pedagogia da Alternância, sendo interessante criar um produto que a valorize. A Escola Família Agrícola conta com quatro pilares no qual inclui e explica a Pedagogia da Alternância, entre eles tem também a associação mantenedora, a formação integral e por fim o desenvolvimento local sustentável (CALVÓ, 1999). A figura 2.2 ilustra os quatro pilares da pedagogia de alternância.

Figura 2.2: Os quatro Pilares dos CEFAS.



Fonte: GIMONET, 2007, p. 15.

Segundo Calvó (1999), o primeiro pilar é a Associação mantenedora, ela é formada por professores, agricultores pais de alunos e demais membros da comunidade. É responsável por cuidar da manutenção física e financeira da escola, promove reuniões para tratar dos assuntos importantes, mobiliza a comunidade a contribuir com parte da colheita, promove eventos para arrecadar fundos ou realiza mutirões para reforma da escola. Também intervém nas práticas pedagógicas através de reuniões de pais e alunos dando apoio as escolas, tendo a finalidade de alavancar o desenvolvimento local e coletivo, e forma futuras gerações para dá continuidade ao projeto.

O segundo pilar é a Pedagogia da alternância, que segundo Silva (2003) se divide entre a escola e o meio sócio profissional, com uma interação educativa que junta a família, a escola e o trabalho. Permitindo assim, que os estudantes tenham educação de qualidade, permaneçam junto a família e ainda criem atividades produtivas cultivando a sua cultura.

O terceiro pilar é a formação integral, que de acordo com Calvó (1999) visa formar jovens que serão sujeitos da sua história, autônomos com desenvolvimento pleno da sua própria personalidade e seu projeto de vida. Assim, a formação integral quer educar um jovem para ser ativo socialmente e independente, construindo uma mentalidade crítica no aluno e tornando-o capaz de intervir no meio em que vive, com interações entre teoria e prática (SILVA, 2003). Complementando, Gimonet (2007) afirma que os alunos se tornam sujeitos da sua própria aprendizagem e formação, escolhendo os conteúdos que são essenciais para o seu desenvolvimento e recebendo atenção personalizada pela tutora e para Freire (1996, p. 25):

Estar no mundo sem fazer história, sem por ela ser feito, sem fazer cultura, sem “tratar” sua própria presença no mundo, sem sonhar, sem cantar, sem musicar, sem pintar, sem cuidar da terra, das águas, sem usar as mãos, sem esculpir, sem filosofar, sem pontos de vista sobre o mundo, sem fazer ciência, ou teologia, sem assombro em face do mistério, sem aprender, sem ensinar, sem ideias de formação, sem politizar não é possível.

O quarto e último pilar é o desenvolvimento local e sustentável, no qual promove a intervenção social do jovem no meio em que vive, buscando mudanças para sua comunidade. Forgeard (1999) explica que esse processo conta com atores com interesses em comum, eles se juntam para realizarem ações que desenvolvam comportamentos, atitudes e competências para melhorar a sociedade e a economia do local onde vivem. Além disso, conta com propostas de desenvolvimentos sustentáveis, e valoriza as dimensões econômicas, humanas, sociais, ambientais e culturais (CALVÓ, 1999).

Como exemplo, pode-se supor que o jovem percebe que o comércio de alimentos na feira da sua comunidade está caindo, para melhorar ele pode articular a compra dos alimentos da merenda escolar na própria comunidade, através de contato entre as associações de agricultores locais com a prefeitura. Podendo ainda promover a realização de cursos na área de logística e comercialização de produtos agrícolas com entidades como SEBRAE, Emdagro, entre outras, tudo isso visando intervir na sua realidade com o intuito de melhorá-la.

O desenvolvimento do meio é estruturado a partir do plano de estudo, no qual professor prepara uma apresentação sobre o eixo gerador e a partir dela solicita aos alunos que identifiquem algo que pode ser melhorado em sua comunidade. Os alunos se juntam em grupos e criam um questionário contendo perguntas que serão feitas por eles em entrevistas com os moradores da região, buscando entender a realidade de onde vivem. Essa fase é realizada no tempo-comunidade. Na segunda etapa, o professor vai coletar os dados, analisar com os alunos e juntos intermediarem uma proposta de solução para os problemas encontrados nas entrevistas com a comunidade. Essa solução deve ser pensada e amadurecida pelos educandos.

Na terceira etapa, os alunos vão fazer acontecer tudo o que foi proposto por eles, intervindo em suas comunidades e aplicando as soluções propostas na segunda etapa. Na última etapa os alunos vão levar os resultados obtidos para a escola e mostrarão os registros de suas intervenções através de apresentações em sala de aula.

2.4. Design For Change

O ensino inovador é atualmente defendido por muitos países e tem se tornado cada vez promissor, para isso, as instituições de ensino estão sempre em busca de novas teorias, metodologias e abordagens de ensino que incentivem e facilitem esse processo, buscando minimizar o fracasso escolar que as vezes é recorrente. De acordo com Cortella:

Se desejarmos aproveitar a contradição entre o caráter inovador e conservador de nossas práticas (procurando explorar os espaços nos quais nossa autonomia relativa rejeite concretamente a manutenção de uma realidade social injusta), devemos nos debruçar sobre as causas intraescolares do fracasso. (CORTELLA, 2008, p. 118).

. O *Design For Change* é uma abordagem que faz parte do *Design Thinking* (DT) que surgiu na Índia no ano de 2001, ele foi criado por iniciativa da *designer* Kiran Bir Sethi que não estava satisfeita com o ensino da escola do seu filho e resolveu fundar seu próprio centro educacional, a *Riverside School* (ROCHA, 2018). No ensino promovido por ela, os estudantes são protagonistas da sua própria aprendizagem, e

podem levar as soluções encontradas em sala para serem implementadas no cotidiano.

O *Design Thinking*, tem como foco promover uma forma mais fácil de solucionar problemas do dia a dia, usando a criatividade, a inovação e a união para conseguir tal feito. E Rocha ainda complementa afirmando que:

Mais do que atuar como um instrumento para resolução de problemas, o design thinking é um processo centrado nas pessoas, que busca aproximá-las para pensarem juntas nos desafios cotidianos e em formas possíveis de superá-los. (ROCHA, 2018, p. 289).

Segundo Rocha (2018), entre 2001 e 2008 essa abordagem foi utilizada algumas vezes, mas apenas no ano de 2009 o *Design Thinking* se tornou conhecida através da IDEO – uma empresa de *design* dos Estados Unidos, que publicou e deu início ao movimento nomeando-o de *Design For Change*, ele tem como principal objetivo desenvolver um ensino inovador, flexível e com uma abordagem simples.

No ano de 2011 a IDEO criou um material didático da DT especialmente voltado para área educacional e disponibilizou para as instituições interessadas, sendo bastante utilizado em vários países. No Brasil essa abordagem começou a ser utilizada em 2012 e foi oficialmente acolhida no mês de fevereiro de 2015, tendo quatro princípios essenciais, sendo eles a empatia, a colaboração, a criatividade e o otimismo, que juntos incentivam os alunos a mudarem a realidade na sua volta (REGINALDO, 2015).

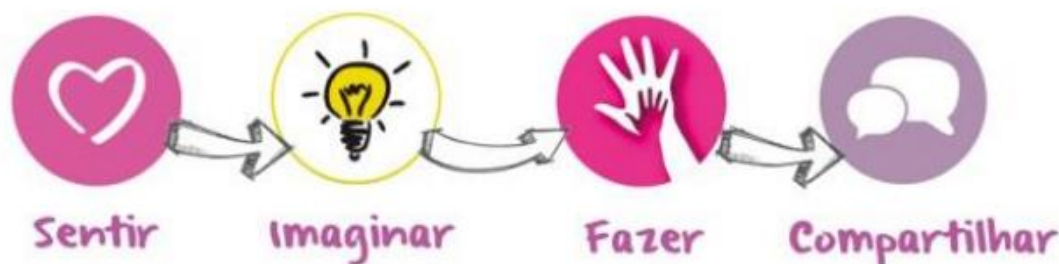
A empatia de acordo com Paulo Freire (1996, p. 127) se relaciona a comunicação e ao diálogo, e defende que “[...] quem tem o que dizer deve assumir o dever de motivar, de desafiar quem escuta, no sentido de que quem escuta diga, fale, responda”. Já a colaboração é explicada por Rocha (2018) como a união das múltiplas percepções que em comunhão chegam ao melhor resultado para solução do problema de forma criativa e inovadora.

A criatividade por sua vez é explicada por Kelley e Kelley (2014, p. 17) como sendo “[...] a capacidade de imaginar, ou expandir, ideias originais [...] o maior valor da criatividade só surge com a coragem de colocar essas ideias em prática”. Assim, a criatividade não está resumida apenas a imaginar soluções, mas também em testá-las na prática. E o otimismo está na esperança e no olhar positivo para o futuro educacional, tornando um mundo de possibilidades e como diz Paulo Freire (1996, p.

85) “Ensinar exige a convicção de que a mudança é possível [e que] o mundo não é, o mundo está sendo”.

Dessa forma, o *Design For Change*, tem como principal objetivo inserir o aluno como centro no processo de inovação e é dividido em quatro etapas para a sua realização num processo Sentir-Imaginar-Fazer-Compartilhar, como representada na figura 2.3:

Figura 2.3: Passos do *Design For Change*.



Fonte: REGINALDO, 2015, p. 90.

De acordo com o DFC USA (2014), a primeira etapa se refere ao sentir quando o estudante demonstra qual problema está incomodando, a segunda etapa está no imaginar, quando começa a se pensar numa forma de resolver aquele problema, a terceira etapa é o fazer, quando a solução pensada é colocada em prática e a quarta etapa é o compartilhar, quando os estudantes compartilham através de redes sociais com o mundo o problema e sua solução encontrada.

Dessa forma, as quatro etapas juntas cultivam uma cultura de um mundo onde a mudança e o compartilhamento de ideias é possível, gerando nos estudantes a sensação do “eu posso”. Concluindo, Reginaldo (2015) afirma ainda que o DFC pode ser realizado pela escola de forma que envolva não só os alunos, mas também seus familiares, os professores e a comunidade escolar para assim gerar um impacto ainda maior nos seus resultados. Neste trabalho, a abordagem do DFC tem por objetivo, em conjunto com a Teoria da Aprendizagem Significativa e a Pedagogia da Alternância, se tornar uma metodologia de ensino na aplicação do produto educacional, pois além de estar de acordo com o Projeto Político Pedagógico da escola, incentiva os jovens alunos durante a aplicação da sequência didática.

2.5. Eletrização dos Corpos e Rigidez Dielétrica

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que determina as aprendizagens, as habilidades e as competências essenciais do ensino, na sua base curricular, o documento fala sobre a essencialidade do ensino da eletrostática, como sendo fundamental para complementar o ensino da eletrodinâmica e do eletromagnetismo. Os mesmos ajudam na compreensão do funcionamento dos diversos equipamentos elétricos. Dentro do conteúdo de eletrostática estuda-se carga elétrica, conservação da carga, força elétrica e lei de Coulomb, isolantes, condutores, supercondutores, semicondutores, processos de eletrização, polarização, campo elétrico, blindagem eletrostática, potencial elétrico e energia elétrica armazenada.

A BNCC fala ainda do ensino da eletricidade como devendo seguir algumas situações, como:

“organizar as situações de aprendizagem partindo de questões que sejam desafiadoras e, reconhecendo a diversidade cultural, estimulem o interesse e a curiosidade científica dos alunos e possibilitem definir problemas, levantar, analisar e representar resultados; comunicar conclusões e propor intervenções.” (BRASIL, 2018, p. 322).

A Física é uma disciplina que apresenta um mundo real, no qual explica e traduz os fenômenos científicos em uma linguagem matemática e simbólica (MENEZES, 2000). Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), a Física está apresentada como uma área aliada principalmente da matemática, mas também se associa a outras ciências, como a química e a biologia (BRASIL, 2017).

A eletrostática é um dos conteúdos que está presente na grade curricular do terceiro ano do ensino médio, ela está inclusa na área da eletricidade e se caracteriza pelo estudo das cargas elétricas em repouso e os fenômenos produzidos por elas. No PCN+ ela também surge junto com a explicação da eletricidade, no qual fala sobre campo elétrico, magnético, circuitos e a Física Moderna, defende ainda que se utilize em sala de aula situações do cotidiano, como a explicação dos perigos de choques elétricos, a funcionalidade dos para-raios, entre outros (BRASIL, 2006).

Nos PCNs consta que o estudo da eletricidade e do magnetismo para melhor compreensão deve ocorrer através da explicação de equipamentos elétricos que os alunos tenham contato diariamente (BRASIL, 2002). Entre os temas estruturantes, o estudo da eletrostática está no quinto, que se intitula “Equipamentos Elétricos e

Telecomunicações”, sendo possível compreender através dela conceitos de cargas, campos elétricos e magnéticos, circuitos elétricos e eletrônicos, tecnologia, entre outros (BRASIL, 2002).

Com certeza, a partir de nossa prática cotidiana, um dos desafios ao ensino da eletrostática é a abstração ao qual o tema circunda. Para isso, acreditamos que a contextualização pode nos auxiliar na busca de uma aprendizagem que seja significativa para o aluno. Dessa forma, estamos de acordo com as diretrizes curriculares quando cita que “a aprendizagem significativa pressupõe a existência de um referencial que permita aos alunos identificar e se identificar com as questões propostas” (BRASIL, 1999, p.36).

O que identificamos nos documentos é que o ponto de partida para o desenvolvimento do conhecimento são os conhecimentos prévios dos alunos, para os PCN é o desenvolvimento de “conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondem a uma cultura geral e a uma visão de mundo” (BRASIL, 1999, p.207). Dessa forma, vislumbramos um papel importante na relação necessária que deve existir entre a escola e a comunidade, entre o aluno e a realidade que vive.

2.5.1. Eletrostática

A eletrostática surgiu com a descoberta e os estudos das cargas elétricas, elas já são analisadas desde a Grécia Antiga começando por Tales de Mileto em meados de 600 a.C., ele descobriu que ao atritar âmbar alguns fragmentos de palha acabavam sendo atraídos por ele (BASSALO, 1996). Aproximadamente dois mil anos depois em 1600 foram a vez de William Gilbert dá continuidade aos estudos, onde acabou divulgando um livro que explicava os polos magnéticos da Terra e como o planeta servia de um grande ímã (CHIAB & AASSIS, 2007). Após estudos mais aprofundados, Gilbert percebeu que existiam outros materiais com a mesma propriedade do âmbar, de causarem atrito, como por exemplo, peles de animais e vidro, assim com a junção grega dessas palavras deu-se origem a palavra eletricidade.

No ano de 1672 foi criada a primeira máquina de eletrostática por Otto Von Guericke, já aproximadamente em 1729, Stephen Gray foi responsável pela descoberta de propriedades condutoras elétricas em corpos variados, como indução e condução (ROCHA, 2002). No século XVII, mais especificamente em 1733, o físico Du Fay acabou descobrindo através de estudos que após o atrito os corpos não só se atraíam como também podiam se repelir (BASSALO, 1996). Assim, considerou-se a ideia de dois fluidos presentes nos materiais por alguns anos, até que Benjamin Franklin após vários experimentos determinou a hipótese do fluido único onde os corpos já possuem uma determinada carga normal, e ao sofrer atração acaba perdendo parte do seu fluido e outro acaba ganhando, ficando assim um carregado negativamente e outro positivamente.

Benjamin Franklin ainda propôs que a carga elétrica é conservada, e só se distribui quando o corpo é atritado, em 1762, Johan Carl Wilcke publicou experimentos que explicam a eletrização por indução (BASSALO, 1996). Os estudos continuaram, e em meados de 1763, Robert Simmer defendeu a ideia de cargas elétricas com fluídos positivos e negativos, comprovando experimentalmente as ideias de Dufay (CHAIB & ASSIS, 2007).

A partir daí aconteceram várias outras descobertas, entre elas em 1910 Millikan conseguiu relacionar a massa do elétron com a sua carga em um experimento com gotas de óleo eletrizadas por atrito, no qual o físico borrifou gotas de óleo no interior de uma câmera, e notou que as gotas carregadas positivamente ficavam livres. Ou seja, o experimento comprovou que a carga elétrica é quantizada e que a carga surge sempre apenas como múltiplos inteiros da carga de um elétron (BASSALO, 1996). Ela é representada em forma de equação por:

$$Q = n . e$$

No qual, e simboliza a carga elétrica fundamental e é representada por $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, e n significa um número inteiro. A eletrização eletrostática ocorre quando é oferecida uma carga elétrica para um objeto, ou seja, quando ele se torna portador de carga elétrica. Existem várias formas de eletrização, as mais comuns são por atrito, contato ou indução, segundo Cruz (2005) a eletrização por atrito foi a primeira a ser descoberta e acontece quando dois corpos são atritados, ocasionando na troca de cargas elétricas devido ao fato dos átomos que estão nas partes externas dos corpos

acabarem entrando em contato de forma mais intensa, mesmo que um dos corpos seja isolante. Esse processo também é conhecido como efeito triboelétrico, e através de experimentos foi descoberta uma série triboelétrica. Na figura 2.4, temos um exemplo de série triboelétrica.

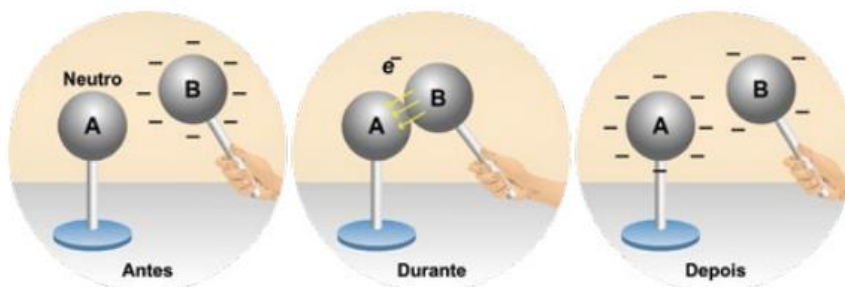
Figura 2.4: Série triboelétrica.

Pele humana
Couro
Vidro
Quartzo
Cabelo humano
Nylon
Seda
Alumínio
Papel
Madeira
Âmbar
Metais (alumínio, cobre, prata, ouro)
Plásticos
Teflon

Fonte: Instituto de Física de São Carlos, 2010.

Neste caso, os corpos que aparecem nesta lista ao serem atritados, o que estiver acima na tabela ganha cargas elétricas positivas e os que estão abaixo ganham cargas elétricas negativas. Cruz (2005) explica também a eletrização por contato, que ocorre ao encostar um corpo condutor carregado a um condutor neutro, nesse caso, o energizado transfere cargas para o neutro. Como por exemplo, em alguns casos ao tocar um corpo metálico acontece o choque, isso acontece devido as cargas estarem passando do corpo eletrizado para nosso corpo. A figura 2.5 mostra duas esferas metálicas sendo eletrizadas por contato.

Figura 2.5: Eletrização por contato entre dois materiais condutores.



Fonte: Instituto de Física de São Carlos, 2010.

E a eletrização por indução ocorre quando um corpo sem encostar-se ao condutor, induz a distribuição de cargas, no entanto não há alteração na carga total do induzido. Este é o único tipo de eletrização que acontece sem o toque entre dois corpos, ou seja, apenas com a aproximação (CRUZ, 2005). Dessa forma, ao aproximar um corpo indutor, ou seja, eletrizado (A) de um corpo induzido, ou seja, neutro (B), acaba ocorrendo a separação das cargas como demonstrados na figura 2.6.

Figura 2.6: Eletrização por indução



Fonte: CTISM

Complementando a explicação sobre eletrização por indução, Mello (2011) cita que:

O processo de indução, simplesmente, não eletriza um corpo. O que ocorre é um rearranjo no posicionamento das cargas. Podemos, dentro deste procedimento, fazer uma ligação à terra do corpo induzido e eletrizá-lo. Ligando o corpo Induzido à terra, teremos, neste caso, o deslocamento de elétrons da terra para o corpo. (MELLO, 2011, p. 13.)

De acordo com Franco (2019), os elétrons são distribuídos dentro de faixas e entre elas encontram-se as conhecidas “zonas fechadas”, com isso, ao receber certa quantidade de energia os elétrons podem passar de uma faixa para outra. Quando se fala de condutores, é correto afirmar que os elétrons tem um fácil fluxo elétrico, pois há muito espaço dentro de suas faixas, como exemplo pode citar os tipos de metais. Ou seja, nos condutores os portadores de cargas elétricas estão praticamente livres e

com muita movimentação, o que permite que as cargas elétricas passem livremente pelo material.

Já nos isolantes ocorre o contrário, a sua faixa se encontra fechada e não permite assim, que haja a movimentação dos elétrons, como por exemplo, a borracha, a madeira, a porcelana, o papel e o vidro. Dessa forma, os materiais isolantes acabam não dispondo de portadores de cargas elétricas se movimentando livremente, ou seja, sua movimentação é quase nula (FRANCO, 2019). Complementando, os autores Job, et al. explicam mais sobre os materiais isolantes ao afirmarem que:

Quando materiais isolantes elétricos são submetidos a campos elétricos eles podem apresentar condução elétrica, pode ocorrer a injeção de portadores de cargas livres levando à formação de cargas espaciais e os valores do campo elétrico podem ter valores elevados levando o material dielétrico à falha elétrica, a qual pode ser detectada pelo aumento súbito de corrente elétrica. (JOB, et al., 2000, p. 51802).

Além desses, Franco (2019) explica ainda que existem os materiais semicondutores como o silício, ou seja, nesses a sua faixa encontra-se preenchida de elétrons e sem espaço, mas a zona fechada não é grande, o que permite que os elétrons saltem para outra faixa e com isso absorvam energia. Na figura 2.7, é possível observar uma tabela os intervalos de valores de condutividade elétrica, nela estão presentes os valores dos materiais condutores, semicondutores e isolantes.

Figura 2.7: Intervalos de valores de condutividade elétrica obtida para condutores, isolantes e semicondutores

Tipo de Material	Condutividade (S/m)
Condutor	$> 10^7$
Semicondutor	10^4 a 10^{-6}
Isolante	10^{-10} a 10^{-26}

Fonte: Schäfer, 2020.

A rigidez dielétrica segundo Job, et al. (2000), é quando um campo elétrico tem uma máxima amplitude no qual o material é capaz de suportar sem chegar a se perder nas suas propriedades isolantes, ou seja, refere-se a tensão por unidade de espessura do dielétrico quando um material é capaz de aguentar altos campos elétricos e ainda permanecer sem rompimentos e sem descarga, segundo a distância existente entre os dois pontos de aplicação, valor dado em V/m.

$$E_c = \frac{U_c}{d_c}$$

Segundo Paulino (2014), ao se tratar de isolantes a sua explicação é diferente:

A rigidez dielétrica dos isolantes não é constante para cada material, pois depende fundamentalmente da espessura do isolante, da pureza do material, do tempo e do método de aplicação da tensão, da frequência da tensão aplicada e do tipo de solicitação ao qual o sistema dielétrico é submetido, da temperatura, da umidade, dentre outros fatores ambientais. (PAULINO, 2014, p. 60).

O modelo de Weibull é comumente usado para a avaliação de rigidez dielétrica, e é representado pela equação:

$$P_f = 1 - \exp \left[- \left(\frac{E_{rup}}{E_\gamma} \right)^\beta \right]$$

No qual P_f representa a probabilidade acumulada de falha, E_{rup} representa a rigidez dielétrica (MV/cm), E_γ representa a rigidez dielétrica ao parâmetro de escala ou a 63,2% da probabilidade acumulada de falha (compara valores de rigidez dielétrica determinados nos ensaios), e por fim tem o β que representa parâmetro de forma. Seguindo o método gráfico, os coeficientes E_γ e β são determinados a partir da regressão linear da equação mostrada anteriormente quando linearizada para:

$$\text{Log} \left(-\text{Ln} (1 - P_f) \right) = \beta \theta \cdot \text{Log} (E_{rup}) - \beta \cdot \text{Log} (E_\gamma)$$

Dessa forma, seguindo a recomendação da norma IEC-56, aplica-se a função distribuição:

$$P_f = (i - 0,5) / (n + 0,25)$$

No qual i representa o i -ésimo resultado quando os valores de E_{rup} são colocados em ordem crescente, e o n representa o número de pontos ($n = 20$).

Atualmente sabe-se que a estrutura atômica é formada pelo núcleo que tem dois tipos de partículas, sendo elas o próton com carga elétrica positiva e o nêutron

sem cargas elétricas, e ao redor do núcleo estão os elétrons, carregados negativamente orbitando-o (SEARS, ZEMANSKY, YOUNG E FREEDMAN, 2009). Os átomos estão presentes em basicamente tudo, eletricamente neutros com cargas iguais de prótons e elétrons, ficando eletrizados quando essas cargas entram em desequilíbrio.

Após essas descobertas, muitos outros estudos foram realizados até os dias atuais que se relacionaram com a eletrostática, alavancando os conhecimentos físicos e os apresentando de forma resumida na sala de aula. No ensino médio os alunos conhecem os dois princípios da eletrostática, o primeiro é o princípio da atração e repulsão, no qual sinais iguais se repelem e sinais opostos se atraem. E o segundo é o princípio da conservação das cargas elétricas, onde em um sistema isolado a soma algébrica das cargas negativas e positivas mantém-se constante.

Capítulo 3

Materiais e Métodos

Essa pesquisa teve a proposta de levar para a turma do terceiro ano do ensino médio integrado ao curso técnico em agropecuária em regime de internato através da pedagogia da Alternância da escola família agrícola de Ladeirinhas o conteúdo de Eletrização e Rigidez dielétrica de uma forma mais atrativa, abrangendo os estudos das cargas elétricas com as suas propriedades, entre elas sobre o campo elétrico, potencial elétrico, força elétrica e eletrização. O estudo da eletrostática de acordo com Boss (2009) auxilia em uma melhor compreensão da eletrodinâmica e do eletromagnetismo, favorecendo um conhecimento maior acerca dos equipamentos elétricos. Ela será aplicada através de uma metodologia que desperte nos estudantes o interesse de aprender, para assim formar cidadãos capazes de dialogar, refletir, e se posicionar de forma crítica. As figuras 3.1, 3.2 e 3.3 mostram imagens da escola e da paisagem na qual está inserida

Figura 3.1: Escola família agrícola de Ladeirinhas



Fonte: O autor, 2022

Figura 3.2: Escola família agrícola de Ladeirinhas



Fonte: O autor, 2022

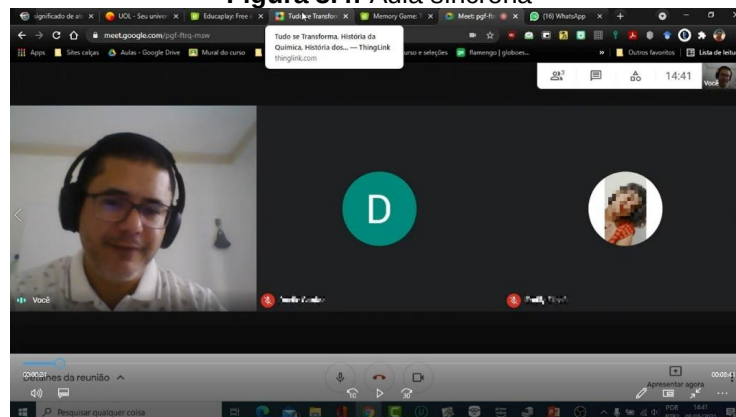
Figura 3.3: Escola família agrícola de Ladeirinhas



Fonte: O autor, 2022

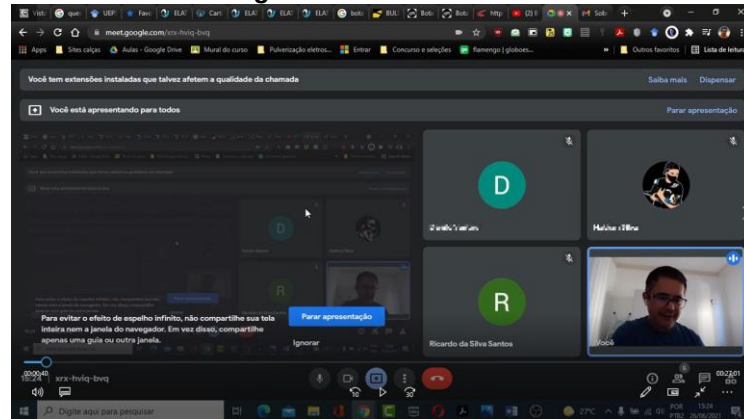
As figuras 3.4 e 3.5 exibem as imagens das aulas síncronas com o objetivo de tirar dúvidas, explicar o funcionamento dos aplicativos e outras demandas que surgiram

Figura 3.4: Aula síncrona



Fonte: O autor, 2022

Figura 3.5: Aula síncrona



Fonte: O autor, 2022

A pesquisa será de uma abordagem qualitativa e de natureza exploratória, pois:

As abordagens qualitativas de pesquisa se fundamentam numa perspectiva que concebe o conhecimento como um processo socialmente construído pelos sujeitos nas suas interações cotidianas, enquanto atuam na realidade, transformando-a e sendo por ela transformados. (ANDRÉ, 2014, p. 97).

Ao tentarmos fornecer uma visão geral e aproximada sobre os impactos positivos que este produto pedagógico pode ter ao favorecer uma construção mais crítica e uma mentalidade mais atuante e questionadora do educando diante da sua realidade, percebemos ser a nossa pesquisa do tipo exploratória, pois, segundo (GIL, 2008): “Pesquisas exploratórias são desenvolvidas como objetivo de proporcionar uma visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato”.

Em nosso trabalho levaremos em consideração o contexto social, as experiências trazidas pelos alunos dentro da sua formação familiar, seus valores e suas crenças para produzir o material instrucional e montar as estratégias de ensino. Diante deste cenário, faremos um estudo de caso, pois, segundo Godoy: “O estudo de caso tem se tornado a estratégia preferida [...] quando o foco de interesse é sobre fenômenos atuais, que só poderão ser analisados dentro de algum contexto de vida real”.

O produto educacional foi elaborado - a partir de uma Sequência de Ensino disponibilizado no blog Física Fácil no endereço <https://fisicanomeudia.blogspot.com/2021/05/blog-post.html?m=1>, de forma a proporcionar para o aluno um material que tenha o potencial de ser significativo, adaptando-se à sua realidade e à sua estrutura cognitiva promovendo um ensino mais

inclusivo ao trabalhar em um ambiente virtual utilizando o Blog, diante a necessidade de ensino remoto durante a pandemia, socializando o material de ensino aos alunos, e tentando incentivar intervenções dos mesmos durante o processo de aprendizagem.

A ideia é não só formar alunos com conhecimento da Física, mas, a partir das práticas compreendidas pela aprendizagem significativa e do *Design for change*, contribuir significativamente para a formação de alunos críticos e atuantes no seu meio, com sensibilidade para perceber os problemas que os circundam e capacidade de articulação com suas comunidades para buscar soluções.

O *Design for Change* fornece o suporte metodológico necessário que mostra o caminho para a construção e realização de dois pilares da alternância: Desenvolvimento do meio e a Formação Integral do indivíduo. Por estar alinhada com as práticas da Alternância e com o PPP da escola, esta ferramenta pedagógica se mostra importante na busca de soluções que visem melhorar e ampliar o processo de formação de alunos sujeitos no processo de construção do seu conhecimento bem como a construção de uma escola “sem muros”, inclusiva e participativa na relação escola-comunidade.

Como forma de minimizar a interferência do pesquisador foi utilizada diversos instrumentos de coleta de dados tais como: questionários, respostas das questões e problematizações propostas no produto educacional, registros de participações espontâneas, resultados de testes e das avaliações da aprendizagem no produto educacional, registro do engajamento dos jovens nas ações do *Design for Change* e entrevistas com os alunos através de formulários. Por fim, análise da convergência ou divergência dos dados coletados face aos resultados esperados é maneira de se atestar a funcionalidade ou não do produto e/ou, ainda, de se fazer uma reflexão sobre as práticas adotadas.

3.1. PLANEJAMENTO DE APLICAÇÃO DO BLOG FÍSICA FÁCIL EM SALA DE AULA

O Blog “Física Fácil” é indicado para aulas sobre Processos de Eletrização e Rigidez Dielétrica. Em nossas aplicações ele foi utilizado durante as aulas do 3º ano do ensino médio na Escola Estadual EFAL (Escola Família Agrícola de Ladeirinhas

“A”), mas isso pode variar dependendo da escola, dos estudantes, do tempo disponível, enfim, do contexto ao qual se encontra o ambiente escolar.

Na sequência de ensino apresenta-se um quadro com as atividades, objetivos e carga horária de cada encontro, sempre lembrando que esse cronograma pode ser modificado para se adaptar aos diferentes contextos escolares.

Quadro 3.1: Cronograma das atividades realizadas no Blog Física Fácil.

Aula	Atividade	Objetivo Geral	Carga Horária
1	Acessar o conteúdo do Blog relativo aos Modelos Atômicos e Quantização da Carga Elétrica, assistir as videoaulas, responder os questionários, jogar o jogo, ler os textos sobre as curiosidades e acessar o link sobre o artigo e revisar o conteúdo	Descrever o átomo a partir dos seus principais modelos atômicos historicamente propostos para compreender os processos de aquisição e perda de cargas elétricas e geração de eletricidade estática.	2h/aula (total 1h e 40 min)
2	Assistir o vídeo provocativo sobre acidentes causados por energia estática assistir as videoaulas, responder os questionários, assistir a experiência da caneta mágica, revisar com o vídeo da paródia e com o mapa conceitual	Compreender a dinâmica dos processos de eletrização e relacioná-los com os fenômenos físicos observados no cotidiano.	2h/aula (total 1h e 40 min)
3	Ler a matéria clicando no link, assistir a videoaula, responder os questionários, assistir o vídeo sobre os raios invertidos, ler a matéria sobre a Física aplicada ao campo, assistir ao vídeo da experiência, cumprir o desafio do dia com os memes, revisar o conteúdo com o mapa conceitual, acessar os conteúdos sobre os raios e acessar o infográfico sobre a formação dos raios em “para saber mais”	Definir isolantes, condutores e rigidez dielétrica a partir de comparações e associações partindo-se do mundo subatômico e das observações de situações do cotidiano.	2h/aula (total 1h e 40 min)

Fonte: O autor. 2021.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

1º ENCONTRO – AULA 01

Título: A carga elétrica e a evolução dos modelos atômicos.

Ementa: conceito de carga elétrica, modelos atômicos, quantização da carga elétrica.

Objetivo Geral

Descrever o átomo a partir dos seus principais modelos atômicos historicamente propostos para compreender os processos de aquisição e perda de cargas elétricas e geração de eletricidade estática.

Objetivos Específicos

- Descrever os principais modelos atômicos e identificar o mais apropriado para definir os processos de eletrização;
- Identificar e diferenciar as três principais partículas subatômicas existentes no átomo (Prótons, Elétrons e Nêutrons) para dar suporte teórico suficiente para a compreensão dos conceitos sobre eletrização estática;
- Definir carga elétrica e sua quantização;
- Calcular a quantidade de carga elétrica contida em um corpo eletrizado para mensurar os processos de eletrização que serão abordados;

Recursos Educacionais:

Mídias digitais, projetor, smartphone, tablet, computador.

Desenvolvimento dos conteúdos:

Parte inicial:

Olá, sejam bem-vindos! Eu sou o professor Ricardo e essa é a nossa aula de Física. Hoje nós iremos entender o que é eletrostática e aprender alguns de seus princípios. Vamos aprender ainda o que é eletrização e como ela ocorre estudando os seus três processos: eletrização por atrito, por contato e por indução. E pra finalizar,

veremos o que é um eletroscópio e como podemos usá-lo para identificar um corpo eletrizado.

Parte principal:

1º MOMENTO

Inicialmente foi disponibilizado o vídeo “Tudo se transforma, História da Química, História dos Modelos Atômicos” no link <https://www.thinglink.com/video/1433123349642346499> que tem por objetivo explicar e discutir a respeito da evolução dos modelos atômicos. A figura 4 mostra a tela inicial de exibição do vídeo

Figura 4: Tela inicial do vídeo Tudo se Transforma, História da Química, História dos Modelos Atômicos.



Fonte: <https://www.thinglink.com/video/1433123349642346499>

Durante a videoaula, foram fornecidos na ferramenta thinglink, links com perguntas e comentários sobre o tema, com o objetivo de identificar in loco como evoluiu a visualização e assimilação do tema proposto durante a exposição do vídeo.

2º MOMENTO

Após assistir o vídeo (Ao longo da progressão do vídeo relatado acima – “Tudo se transforma, História da Química, História dos Modelos Atômicos”), os alunos responderam às perguntas que surgiram em sua tela, quando clicaram em botões virtuais, que tinham por objetivo avaliar a evolução da aprendizagem. A seguir, as perguntas que foram respondidas ao longo do vídeo.

1.Dentre as características do átomo de Dalton a indivisibilidade nos levou a acreditar que o átomo era a menor porção da matéria. Cite outras três características do átomo de Dalton.

- ☒ Era maciço, esférico e indivisível
- ☐ Era esférico, divisível e maciço
- ☐ Era esférico, internamente oco e indivisível
- ☐ Era de formato irregular, maciço e indivisível
- ☐ Era de formato irregular, internamente oco e divisível

2.Qual instrumento Thomson utilizou para fazer descobertas importantes que o levaram a formular o seu modelo atômico?

- ☐ Tubo de Pitot
- ☐ Tubo de ensaio
- ☐ Vaso de Crooker
- ☒ Ampola de Crooker
- ☐ Ampola de Burgmer

3.Qual foi uma das mais importantes descobertas de Thomson que foi inserida em seu modelo atômico?

- ☐ A bola de bilhar
- ☐ A ampola de Crooker
- ☐ O átomo de Thomson
- ☒ O elétron
- ☐ A massa do átomo

4.Como ficou conhecido o modelo atômico de Thomson?

- ☐ Modelo do elétron
- ☒ Modelo do pudim de passas
- ☐ Modelo da bola de bilhar
- ☐ Modelo das massas dos átomos
- ☐ Modelo ampola de crookes

5.Como ficou conhecido o modelo atômico de Rutherford?

- ☐ Modelo esférico

- () Modelo de passas
- () Modelo da Bola de bilhar
- (x) Modelo Planetário
- () Modelo do Satélite

6. Qual experimento possibilitou a Rutherford propor o seu modelo atômico?

- () Experimento do vaso de Crookes
- (x) Experimento da lâmina de ouro bombardeada por radiação alfa
- () Experimento do tubo de raios catódicos
- () Experimento tubo de raios anódicos
- () Experimento da bola de bilhar

Nas figuras numeradas de 5 a 10 vemos como as perguntas foram exibidas para os alunos através dos formulários.

Figura 5: Primeira pergunta.

Dentre as características do átomo de Dalton a indivisibilidade nos levou a 1 ponto
acreditar que o átomo era a menor porção da matéria. Cite outras três
características do átomo de Dalton. *

- ☐ Era maciço, esférico e indivisível
- ☐ Era esférico, divisível e maciço
- ☐ Era esférico, internamente oco e indivisível
- ☐ Era de formato irregular, maciço e indivisível
- ☐ Era de formato irregular, internamente oco e divisível

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 6: Segunda pergunta.

Qual foi uma das mais importantes descobertas de Thomson que foi inserida em
seu modelo atômico? *

- ☐ A bola de bilhar
- ☐ A ampola de Crookes
- ☐ O núcleo do átomo
- ☐ O elétron
- ☐ A massa do átomo

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 7: Terceira pergunta.

Qual instrumento Thomson utilizou para fazer descobertas importantes que o levou a formular o seu modelo atômico? *

- ☐ Vaso de Brender
- ☐ Tubo de Pitot
- ☐ Ampola de Crookes
- ☐ Tubo de ensaio
- ☐ Ampola de Burgmer

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 8: Quarta pergunta.

Como ficou conhecido o modelo atômico de Thomson? * 1 ponto

- ☐ Modelo do elétron
- ☐ Modelo da bola de bilhar
- ☐ Modelo ampola de crookes
- ☐ Modelo das massas dos átomos
- ☐ Modelo do pudim de passas

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 9: Quinta pergunta.

Como ficou conhecido o modelo atômico de Rutherford? * 1 ponto

- ☐ Modelo esférico
- ☐ Modelo de passas
- ☐ Modelo da Bola de bilhar
- ☐ Modelo Planetário
- ☐ Modelo do Satélite

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 10: Sexta pergunta.

Qual experimento possibilitou a Rutherford propor o seu modelo atômico? 1 ponto

☐ Experimento do vaso de Crookes

☐ Experimento da lâmina de ouro bombardeada por radiação alfa

☐ Experimento do tubo de raios raios alfa

☐ Experimento tubo de raios anódicos

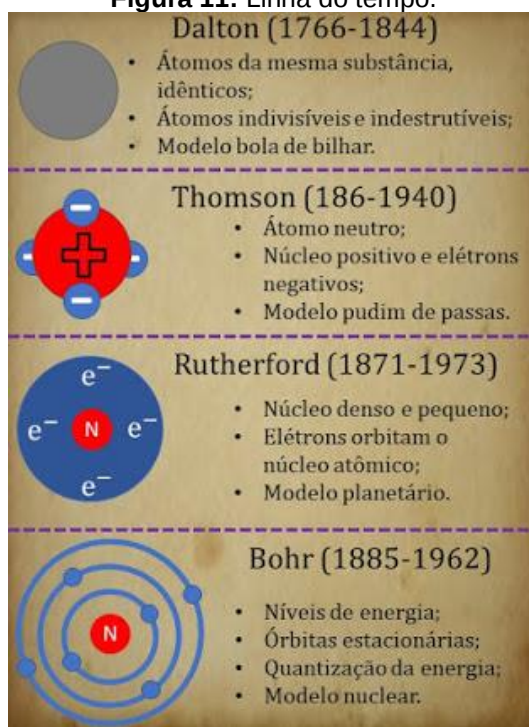
☐ Experimento da bola de bilhar

Fonte: Google forms. 2021.

3º MOMENTO

Após a coleta de respostas e discussão do questionário, foi exposta uma linha do tempo na qual o aluno revisou os principais tópicos da videoaula mostrada sobre os modelos atômicos (“Tudo se transforma, História da Química, História dos Modelos Atômicos”). Abaixo, segue uma imagem da linha do tempo exibida na figura 11.

Figura 11: Linha do tempo.



Fonte: O autor. 2021.

4º MOMENTO

Fo apresentado texto sobre a dinâmica no interior do núcleo atômico com os seguintes dizeres:



Prótons e Nêutrons não são sedentários!

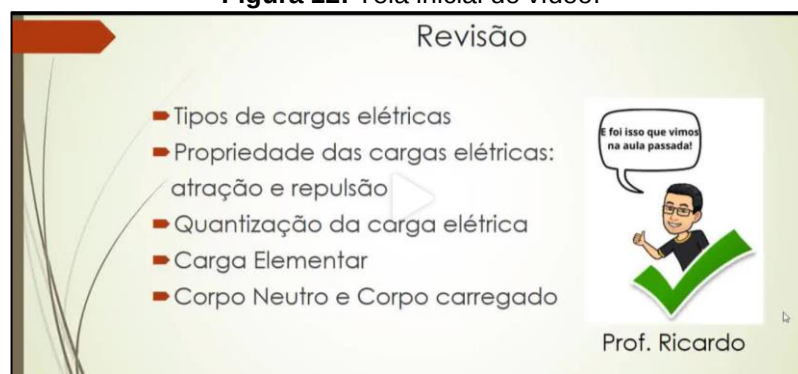
Situação comum quando se estuda a evolução dos modelos atômicos é acharmos que Prótons e Nêutrons são partículas subatômicas que se encontram em repouso no núcleo atômico, deixando para os elétrons o status de "únicas partículas que se movimentam no interior do átomo". Mas isso não é verdade, segundo matéria publicada na revista Fapesp (edição 64 de 2001) existe um movimento intenso e caótico de prótons e nêutrons no interior do núcleo o que torna imprevisível o seu movimento. Para ir mais a fundo sobre este assunto, clique no link em "Para saber mais" que você encontrará mais adiante.

5º MOMENTO

Após coleta de respostas e discussão do questionário, foi apresentada uma videoaula, no link <https://www.thinglink.com/video-card/1448844562683396098>, que teve por objetivo discutir a quantização da carga elétrica e o seu cálculo.

Durante a videoaula, foram expostos na ferramenta Thinglinks, links com perguntas e comentários sobre o tema, com o objetivo de identificar in loco como evoluiu a visualização e assimilação do tema proposto durante a exposição do vídeo. Na figura 12 vemos a tela inicial da videoaula sobre a quantização da carga elétrica.

Figura 12: Tela inicial do vídeo.



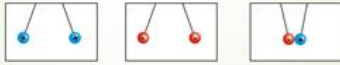
Fonte: <https://www.thinglink.com/videocard/1448844562683396098>

Vídeo aula: Será gravada e disponibilizada no aplicativo Thinglink, seguindo o planejamento:

Quadro 2: Planejamento para gravação.

Momento	Vídeo	Fala do professor
1	A imagem mostra a tela de revisão do modelo atômico. No topo, o título "Revisão" está centralizado. À esquerda, há uma lista de tópicos com marcadores laranja: "Rever o modelo atômico", "Quantização da carga elétrica", "Carga Elementar" e "Resolução de Exemplos". À direita, há uma ilustração de um professor com óculos e uma camisa preta, apontando para cima, com um balão de fala que diz "O que vamos aprender hoje?". Abaixo da ilustração, há o nome "Professor Ricardo Santos".	Olá turma, tudo bem com vocês? Na nossa aula de hoje vamos falar sobre a quantização da carga elétrica, mas antes a gente vai rever a estrutura do átomo e também vamos entender o que é uma carga elementar. Depois vamos finalizar a aula com a resolução de exemplos sobre o um assunto muito importante, o cálculo da quantidade de carga elétrica. Então vamos pra aula...
2	A imagem mostra a tela do modelo atômico. No topo, o título "Modelo Atômico" está centralizado. À esquerda, há uma ilustração de um átomo com um núcleo centralizado e elétrons orbitando em camadas. À direita, há uma lista de tópicos com marcadores laranja: "Prótons: Carga positiva (+)", "Nêutrons: Sem carga elétrica" e "Elétrons: Carga negativa (-)".	Como já vimos anteriormente no vídeo sobre modelos atômicos, a estrutura de um átomo é composta por um núcleo, que contém dois tipos de partículas: são elas, o Próton e o Nêutron. Observando a figura a gente vê o átomo e o seu núcleo no centro das circunferências. Essas bolinhas verdes e azuis aí representam o próton e o nêutron. Esse núcleo é rodeado por elétrons que estão em constante movimento a seu redor,

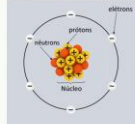
		da mesma forma que os planetas giram em torno do Sol. Por isso a gente costuma chamar esse modelo de modelo planetário de Rutherford-Bohr ou simplesmente de modelo de Bohr. Galera, existem outros modelos mais avançados que este, e que explicam melhor a estrutura atômica, mas a gente vai se concentrar neste porque ele é didaticamente mais apropriado para trabalharmos com os conceitos que abordaremos mais adiante. Vale lembrar que o próton possui carga elétrica positiva e o elétron, negativa. Tanto o próton como o elétron possuem cargas de mesmo valor absoluto (mesmo módulo) que veremos mais adiante. Porém suas cargas possuem sinais contrários, ou seja, o próton é positivo e o elétron é negativo. O nêutron não possui carga elétrica. Os elétrons ficam nas regiões circulares que a gente vê na figura, chamadas de eletrosfera. Então o núcleo é a casa do Próton e do Nêutron pessoal. Já a eletrosfera é a casa do elétron.
3		Em 600 a.C, os gregos já sabiam que, a ser atritado com a lã, o âmbar (uma resina vegetal) adquiria a propriedade de atrair objetos.
4		Essa propriedade do âmbar de atrair objetos foi observada ao longo dos séculos e coube ao cientista, inventor e político norte-americano Benjamin Franklin dar uma importante contribuição para a sua compreensão.

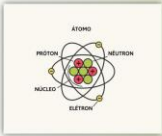
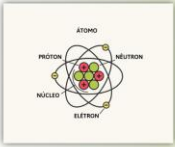
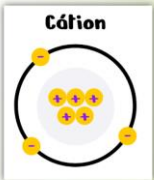
5	Atração e Repulsão dos corpos Corpos atritados = Atrair ou Repelir objetos 	Franklin percebeu que os corpos atritados podiam não só atrair alguns corpos como, também, repelir outros. Vejam aí na figura galera que temos corpos que foram atritados antes de serem pendurados nos fios. Reparem que eles podem se atrair mas também podem se repelir. Quando atrai e quando repele depende do tipo de corpo que foi atritado e, também, do tipo de corpo que foi aproximado.
6	A carga elétrica de Franklin Existem dois tipos de cargas elétricas que o cientista americano Benjamin Franklin chamou de carga positiva e carga negativa.	Então podemos dizer que, baseando-se nessas propriedades de atração e repulsão, Benjamin Franklin propôs a existência de dois tipos de cargas elétricas fluídicas, a carga elétrica positiva e a carga elétrica negativa.
7	Propriedades das cargas elétricas - Cargas de mesmo sinal: Repulsão - Cargas de sinais contrários: Atração 	Essas cargas podem se atrair ou se repelir da seguinte forma: duas cargas de mesmo sinal se repelem (carga positiva repele carga positiva, carga negativa repele carga negativa) e cargas de sinais opostos se atraem (carga negativa com carga positiva se atraem), como vocês podem ver na figura galera.
8	Carga positiva e Carga negativa Franklin poderia ter escolhido outros nomes como pera e uva mas os sinais positivo e negativo facilitam os cálculos algébricos necessários para calcular a carga total (algo que veremos adiante). 	Franklin poderia ter escolhido outros nomes como pera e uva, mas os sinais positivo e negativo facilitam os cálculos algébricos necessários para calcular a carga total (a gente ainda vai ver mais sobre isso adiante).
9	Benjamim Franklin - Nomeou as cargas elétricas de positiva e negativa - Cientista, Político e Inventor Americano - Realizou estudos na área da eletricidade - Inventor do para-raios e óculos de duas lentes  Benjamin Franklin (1706-1790)	Falando nele... Benjamin Franklin foi um importante cientista, inventor e político americano que, além de ter inventado o para-raios e os óculos de duas lentes, realizou estudos na área da eletricidade e até contribuiu para a redação da carta da independência americana! Vejam como o cara foi influente em sua época.

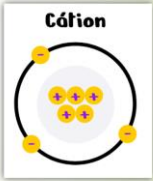
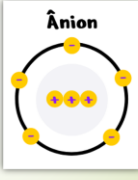
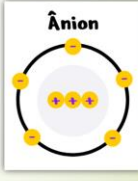


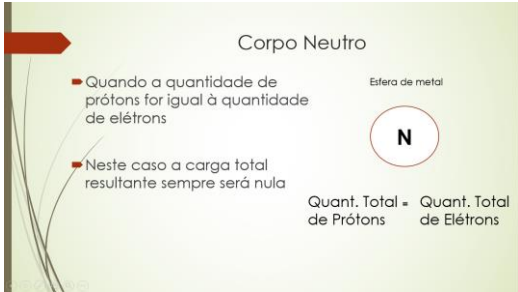
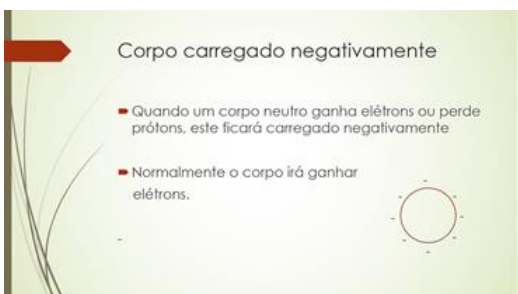
Franklin considerava que a carga elétrica era um fluido contínuo semelhante à água derramando, pois, esta ideia dava pro gasto, ou seja, explicava bem algumas dúvidas dos cientistas da época. Vejam na figura que podemos considerar a matéria macroscopicamente contínua, como o leite caindo ou não contínua (granulada) como o feijão que cai em pacotes de 1 grão cada. Aí eu falo pacotes de 1 grão, cada grão corresponde a 1 pacotinho. Reparem que dá pra derramar 1,5 L de água (uma quantidade não inteira pois inteiro significa 1, 2, 3, 4 e assim por diante) mas não dá pra cair 1,5 grãos de feijão (ou cai 1 grão ou cai 2 grãos, nunca 1,5 grãos). Isso é o que chamamos de matéria granulada ou matéria quantizada porque só podemos considerá-la em valores proporcionais a um valor fixo (ou pacote). No caso do feijão, cada pacote corresponde a 1 grão. Então teremos, 1, 2, 3, 4 grãos que são múltiplos inteiros de 1 grão. Da mesma forma podemos subir 1 degrau, 2 degraus, 3 degraus de uma escada, mas nunca poderemos subir 1,5 degrau. O mesmo ocorre com um piano, apertamos uma tecla, duas teclas, mas nunca 2 teclas e meia. Então galera, a matéria quantizada só nos permite acessá-la em quantidades inteiras de um pacote. Esse pacote pode ser uma gota de água, um grão de feijão ou um valor numérico que fixamos e que nunca vai mudar, como o da carga elementar que veremos daqui a pouco.

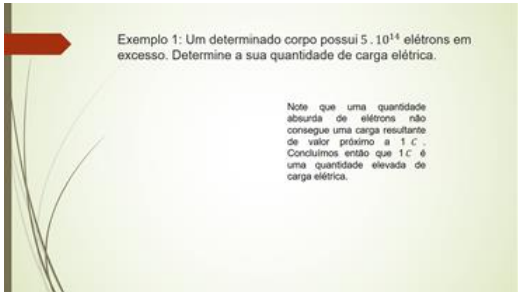
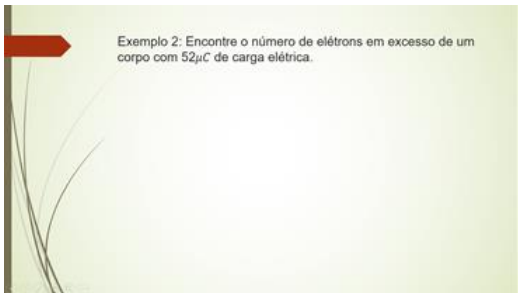
11	O que vimos antes - Eletrização por indução - Curioso caso do corpo neutro - Eletroscópios 	Com uma ideia diferente de Franklin, que considerava que a carga elétrica era um fluido contínuo, Robert Millikan considerava ser a carga elétrica quantizada. Para isso ele utilizou um aparato experimental que consistia em fazer uma gota de óleo eletrizada percorrer um caminho entre duas placas também eletrizadas. Vejamos a seguir como isso funcionou
12	Experimento de Millikan $Q = n \cdot e$ para $N = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$ n: número das cargas $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 	Observando a figura, vejam galera que as gotículas de óleo são inseridas pelo vaporizador acima. Quando estão caindo, elas atravessam o orifício na primeira placa laranja (acima). As duas placas laranjas da figura estão eletrizadas e, por esse motivo, retardam a queda da gotícula. Observando a queda das gotículas, Millikan chegou a uma importante conclusão: ele mediu a carga da gotículas e verificou que todas elas eram múltiplos de um valor fixo equivalente à $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$. Estava descoberta a carga elementar que chamamos de e. Todas os valores de cargas de todas as gotículas são múltiplos inteiros de e. Assim, como já discutimos, a carga é quantizada e cada pacote equivale a um valor fixo e. Portanto, na expressão $Q = N \cdot e$, N representa valores inteiros para os quais teremos os múltiplos de e. Vejam novamente turma, que N só assume valores inteiros 1, 2, 3, 4 e assim por diante.
13	Robert Andrews Millikan (1868 – 1953) - Cientista norte-americano que, por seus trabalhos com gotas de óleo carregadas, descobriu o valor da carga elementar. - Provou que a carga elétrica é quantizada - Ganhou o prêmio Nobel em 1923 por seus estudos sobre a carga elementar. 	Robert Andrews Millikan foi um notável cientista americano que, por seus trabalhos com gotas de óleo carregadas, descobriu o valor da carga elementar propondo a sua existência. Com isso ele provou ser a carga quantizada ganhando, assim, o Nobel da Física em 1923.

14	O que vimos antes - Eletrização por indução - Curioso caso do corpo neutro - Eletroscópios 	Mas e as unidades? Bem, para a carga elétrica nós temos o Coulomb em homenagem ao Físico francês Charles Augustin de Coulomb.
15	Charles Augustin de Coulomb (1736 – 1806) - Estudou a interação entre cargas elétricas - Propôs, em 1785, a lei que leva o seu nome - Para isso ele utilizou um equipamento conhecido como balança de torção 	Coulomb estudou a interação entre cargas elétricas chegando a propor, em 1785, a lei que leva o seu nome. Para isso Coulomb utilizou a sua famosa balança de torção (vejam na foto)
16	Submúltiplos do Coulomb 1 C representa uma quantidade de carga muito grande, por isso é comum utilizar os submúltiplos do Coulomb 1 milicoulomb = $1mC = 10^{-3} C$ 1 microcoulomb = $1\mu C = 10^{-6} C$ 1 nanocoulomb = $1nC = 10^{-9} C$ 1 picocoulomb = $1pC = 10^{-12} C$	1 C representa uma quantidade de carga muito grande, por isso é comum utilizar os submúltiplos do Coulomb que são: 1 milicoulomb = $1mC = 10^{-3} C$ 1 microcoulomb = $1\mu C = 10^{-6} C$ 1 nanocoulomb = $1nC = 10^{-9} C$ 1 picocoulomb = $1pC = 10^{-12} C$
17	De volta ao modelo atômico - Carga do Próton $e = +1,6 \times 10^{-19} C$ - Carga do Elétron $e = -1,6 \times 10^{-19} C$ - O Próton e o Elétron possuem cargas de mesmo módulo e com sinais contrários. 	De acordo com tudo o que vimos, podemos retornar ao nosso modelo atômico para inserir o que sabemos. A carga de um próton corresponde a uma carga elementar, assim como ocorre, também, com o elétron. A diferença ocorre somente com o sinal (olha o sinal de Franklin aí gente). Não se esqueçam disso! Portanto o elétron e o próton possuem cargas de mesmo valor absoluto (módulo) e sinais contrários.
18	Se somarmos a carga de um próton com a de um elétron obteremos: $Q = 1,6 \times 10^{-19} + (-1,6 \times 10^{-19})$ $Q = 1,6 \times 10^{-19} - 1,6 \times 10^{-19}$ $Q = 0$ Podemos dizer que as cargas se compensam e o resultado final é nulo. Isso é o que chamamos de neutralidade elétrica. 	Turma eu quero chamar a atenção de vocês para o seguinte: Se nós somarmos a carga de um próton com a de um elétron obteremos como resultado $Q = 0$. Podemos dizer que as cargas se compensam e o resultado final é nulo. Isso é o que chamamos de neutralidade elétrica. Observem os cálculos atentamente.

19	Átomo Neutro ■ O átomo é considerado neutro quando o número de Prótons em seu núcleo é igual ao número de elétron. ■ A carga resultante é nula. 	O que seria um átomo neutro? O que quer dizer neutralidade elétrica? Bem, o átomo é considerado neutro quando o número de Prótons em seu núcleo é igual ao número de elétrons. Quando isso acontece dizemos que a carga resultante da soma de todos os prótons e elétrons será nula. Então na figura nós temos o núcleo contendo prótons e nêutrons e a eletrosfera, contendo os elétrons. Perceba que há 3 elétrons e 3 prótons. Assim podemos afirmar que o átomo da figura é neutro
20	Carga resultante 3 prótons e 3 elétrons ■ Q: Carga Resultante $Q = 3.(+e) + 3.(-e)$ $Q = +3.e - 3.e$ $Q = 0$ 	Temos aqui 3 prótons com carga +e (ou seja, $+1,6 \times 10^{-19}C$) e 3 elétrons com carga -e (ou seja, com carga $-1,6 \times 10^{-19}C$). Como são 3 prótons e 3 elétrons eu vou multiplicar as cargas +e e -e por três, como vocês podem ver na figura. Depois eu faço o jogo de sinais e vou subtrair +3e de - 3e, e o resultado vai dar zero. Então quando a gente soma a mesma quantidade de prótons e elétrons isso sempre vai acontecer (ou seja, a carga resultante sempre vai dar zero). $Q = 0$ significa que o átomo está neutro porque cada um dos 3 prótons terá a sua carga compensada por cada um dos 3 elétrons.
21	Íon Positivo - Cátions ■ Quando um átomo neutro perde um ou mais elétrons ele fica com mais prótons do que elétrons formando um íon positivo. Isto acontece porque a sua carga elétrica resultante se torna positiva. 	Quando um átomo neutro perde um ou mais elétrons ele fica com mais prótons do que elétrons formando um íon positivo. Isto acontece porque a sua carga elétrica resultante se torna positiva. Isso acontece porque a carga de cada elétron compensa a de cada próton. Como existem mais prótons, sobram cargas positivas que não serão compensadas.

22	Íon Positivo - Cátions ■ No exemplo da figura temos: 5 prótons e 3 elétrons, logo $Q = 5.(+e) + 3.(-e)$ $Q = +5e - 3e$ $Q = +2e$ (carga resultante positiva) 	No exemplo da figura temos: 5 prótons no núcleo do átomo e 3 elétrons nessa região circular aqui, que é a eletrosfera, onde ficam os elétrons, logo, somando-se as cargas elétricas para calcular a carga resultante: $Q = 5.(+e) + 3.(-e)$ $Q = +5e - 3e$ $Q = +2e$ (carga resultante positiva). Note que, neste caso, as cargas não se compensam e seu valor é positivo. Então temos um íon positivo. Íon porque há excesso de cargas sobrando e positivo porque este excesso é de cargas positivas.
23	Íon Negativo - Ânions ■ Quando um átomo neutro ganha um ou mais elétrons ele fica com mais elétrons do que prótons formando um íon negativo. Isto acontece porque a sua carga elétrica resultante se torna negativa. 	O mesmo raciocínio vale para este caso pessoal, quando um átomo neutro ganha um ou mais elétrons ele fica com mais elétrons (carga negativa) do que prótons (carga positiva) formando um íon negativo. Isto acontece porque a sua carga elétrica resultante se torna negativa.
24	Íon Negativo - Ânions ■ No exemplo da figura temos: 3 prótons e 5 elétrons, logo $Q = 3.(+e) + 5.(-e)$ $Q = +3e - 5e$ $Q = -2e$ (carga resultante negativa) 	No exemplo da figura temos: 3 prótons no núcleo do átomo e 5 elétrons na eletrosfera que é a região circular onde ficam os elétrons. Assim, somando-se as cargas para encontrar a carga resultante temos: $Q = 3.(+e) + 5.(-e)$ $Q = +3e - 5e$ $Q = -2e$ (carga resultante negativa). Portanto, turma, temos um íon negativo, chamado de ânion. Íon porque há excesso de carga e ânion porque esse excesso de carga é de sinal negativo. Lembrando que, quando não há excesso de carga a nossa carga resultante (ou carga líquida) dá zero e o nosso átomo estará neutro.

25	 Corpo Neutro - Quando a quantidade de prótons for igual à quantidade de elétrons - Neste caso a carga total resultante sempre será nula Esfera de metal Quant. Total de Prótons = Quant. Total de Elétrons	Galera a gente já viu o que é um átomo neutro. Agora nós veremos que é um corpo neutro. São coisas parecidas, até porque todo corpo neutro é formado por átomos neutros. Então, olhando pra imagem vemos que quando a quantidade de prótons for igual à quantidade de elétrons nós teremos um corpo que não tem carga elétrica positiva que não foi compensada por carga negativa. Então, nesse caso, a carga elétrica resultante (ou carga líquida, dá no mesmo) sempre será igual a zero pois, em um corpo neutro, a quantidade total de cargas positivas (prótons) sempre vai ser igual à quantidade de cargas negativas (elétrons). Reparem que o conceito de corpo neutro é semelhante ao de átomo neutro.
26	 Corpo Neutro Esfera de metal Quant. Total de Prótons = Quant. Total de Elétrons	Então, reforçando, o corpo será neutro toda vez que tiver a mesma quantidade de prótons e elétrons.
27	 Corpo carregado positivamente - Quando retiramos elétrons ou acrescentamos prótons em um corpo neutro, este fica carregado com carga resultante positiva. - Normalmente o corpo ficará com carga positiva ao perder elétrons	Se a gente retira elétrons ou acrescenta prótons em um corpo neutro, ele vai ficar carregado com carga resultante positiva. Normalmente o corpo ficará com carga positiva quando perde elétrons. Observem na figura que representamos os sinais positivos na parte externa do corpo. É assim que se representa um corpo carregado positivamente.
28	 Corpo carregado negativamente - Quando um corpo neutro ganha elétrons ou perde prótons, este ficará carregado negativamente - Normalmente o corpo irá ganhar elétrons.	Se a gente acrescenta elétrons a um corpo neutro ou se retira prótons, este ficará carregado negativamente. Geralmente obtemos corpos carregados negativamente através do acréscimo de elétrons. A representação se dá por sinais negativos na parte externa da figura. Isto acontece porque as cargas em excesso se localizam na parte

		externa do corpo.
29	 Exemplo 1: Um determinado corpo possui $5 \cdot 10^{14}$ elétrons em excesso. Determine a sua quantidade de carga elétrica. Note que uma quantidade absurda de elétrons não consegue uma carga resultante de valor próximo a 1C. Concluímos então que 1C é uma quantidade elevada de carga elétrica.	Vamos agora resolver um exemplo. Um determinado corpo possui $5 \cdot 10^{14}$ elétrons em excesso. Determine a sua quantidade de carga elétrica. <u>Resolução:</u> $Q = n \cdot e$ $Q = 5 \times 10^{14} \cdot 1,6 \times 10^{-19}$ $Q = 8 \times 10^{-5} \text{ C}$ Vejam que uma quantidade absurda de elétrons não consegue uma carga resultante de valor próximo a 1C. Isto porque 1C representa uma quantidade elevada de carga elétrica.
30	 Exemplo 2: Encontre o número de elétrons em excesso de um corpo com $52\mu\text{C}$ de carga elétrica.	Vamos agora ao exemplo 2: Encontre o número de elétrons em excesso de um corpo com $52\mu\text{C}$ de carga elétrica. Sabemos que $Q = n \cdot e$ $52 \times 10^{-6} = 1,6 \times 10^{-19} \cdot n$ $1,6 \times 10^{-19} \cdot n = 52 \times 10^{-6}$ $n = \frac{52 \times 10^{-6}}{1,6 \times 10^{-19}}$ $n = 32,5 \times 10^{13}$ $n = 3,25 \times 10^{14} \text{ elétrons}$ Vejam que, pra se ter uma quantidade de carga de $52\mu\text{C}$, muito menor que 1C, é preciso uma quantidade muito elevada de elétrons. Algo em torno de 325 trilhões de elétrons (imaginem então quantos elétrons são necessários para se ter 1C de carga!)
31	 A partir da imagem ao lado, marque a alternativa correta • É um cátion • É um ânion • É um átomo • É uma molécula • nda	Nesse caso não precisa fazer cálculo algum, é só contar a quantidade de cargas positivas e negativas. Na imagem vemos que há 10 prótons no núcleo do átomo e 6 elétrons na sua eletrosfera. Portanto há um excesso de 4 cargas positivas, temos então um íon positivo chamado de cátion.

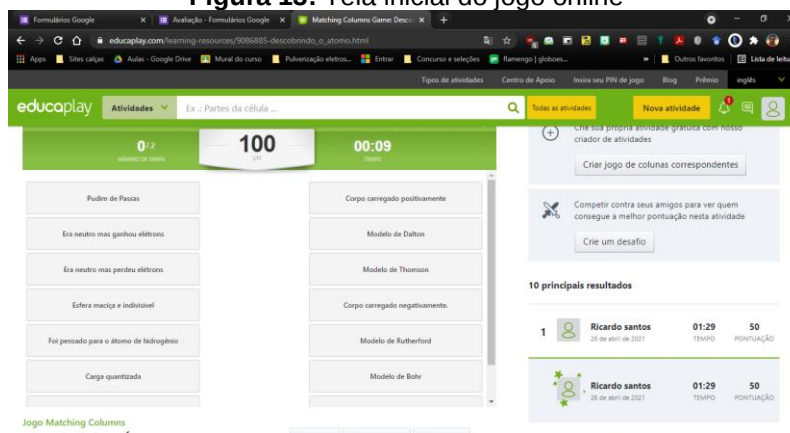
Fonte: O autor. 2021.

Parte final:

ATIVIDADE

Jogo online: os alunos foram desafiados a jogar o “matching”, um jogo que gamifica o aprendizado ao associar perguntas com respostas e ranquear os resultados. Vale salientar que antes do início da atividade foi mostrado um vídeo explicativo sobre a forma de jogar. Na figura 13 vemos a tela inicial do jogo.

Figura 13: Tela inicial do jogo online



Fonte: O autor. 2021

2º ENCONTRO – AULA 02

Título: Os processos de Eletrização

Ementa: eletrização por atrito, eletrização por contato, eletrização por indução, eletroscópios.

Objetivo Geral

Compreender a dinâmica dos processos de eletrização e relacioná-los com os fenômenos físicos observados no cotidiano.

Objetivos Específicos

- Comparar os processos de eletrização a partir de suas semelhanças e diferenças para evitar confundi-los;
- Descrever os processos de eletrização segundo a movimentação das cargas elétricas para compreender o fenômeno a partir da estrutura atômica;
- Identificar os processos de eletrização implícitos em máquinas e fenômenos naturais para compreender o mundo segundo a perspectiva da ciência.

Recursos Educacionais:

Mídias digitais, projetor, smartphone, tablet, computador.

Desenvolvimento dos conteúdos:

Parte inicial:

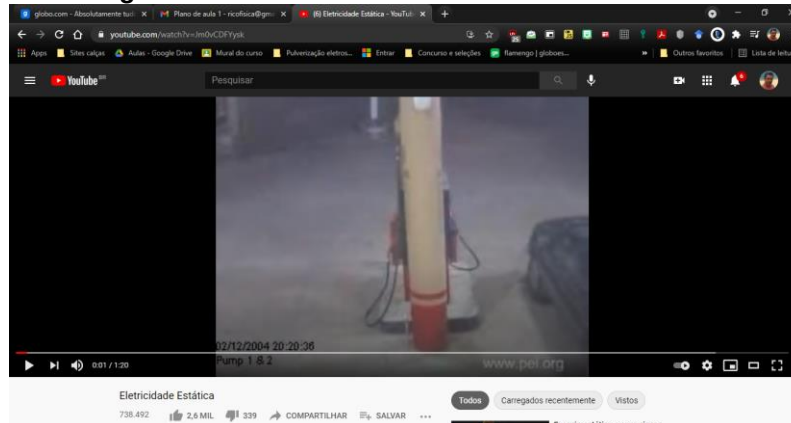
Olá, sejam bem-vindos! Eu sou o professor Ricardo e essa é a nossa aula de Física. Hoje nós iremos entender o que é eletrostática e aprender alguns de seus princípios. Vamos aprender ainda o que é eletrização e como ela ocorre estudando os seus três processos: eletrização por atrito, por contato e por indução. E pra finalizar, veremos o que é um eletroscópio e como podemos usá-lo para identificar um corpo eletrizado.

Parte principal:

1º MOMENTO

Inicialmente foi disponibilizado o vídeo Eletricidade Estática no link <https://www.youtube.com/watch?v=Jm0vCDFYysk> que tem por objetivo aguçar a curiosidade do aluno a respeito de um fenômeno da eletrização e da importância do conhecimento como prevenção de acidentes elétricos. A figura 14 exibe a tela inicial do vídeo.

Figura 14: Tela inicial do Vídeo Eletricidade Estática.



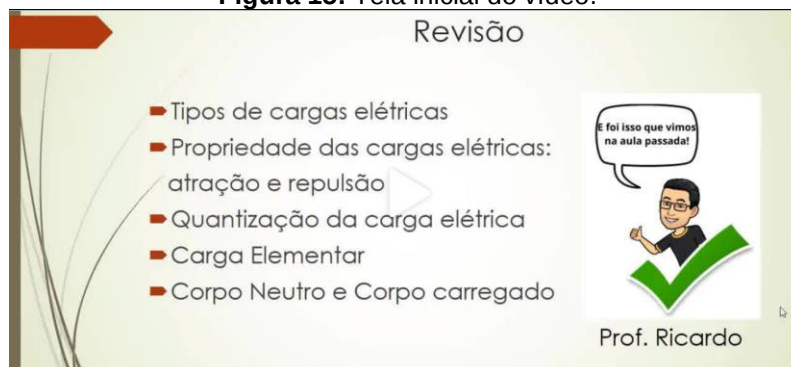
Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=Jm0vCDFYysk>

O vídeo foi acompanhado de uma pergunta provocativa (você é capaz de explicar o que aconteceu?) no Blog onde estará disponível. No final da aula o aluno foi convidado a explicar o motivo da combustão mostrada no vídeo.

2º MOMENTO

Mostamos uma videoaula, no link <https://www.thinglink.com/videocard/1448844562683396098>, que teve por objetivo discutir o processo de eletrização por atrito e o princípio da conservação das cargas elétricas. Na figura 15 vemos a tela inicial da videoaula.

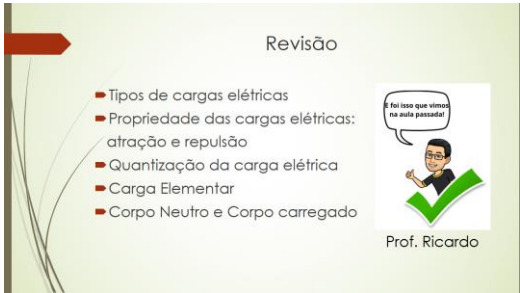
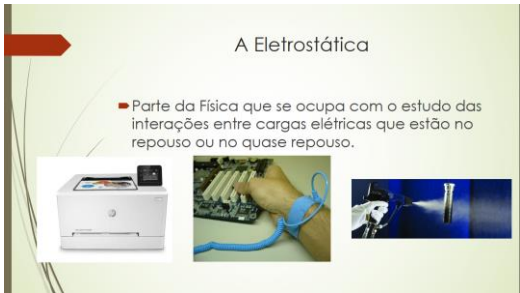
Figura 15: Tela inicial do vídeo.

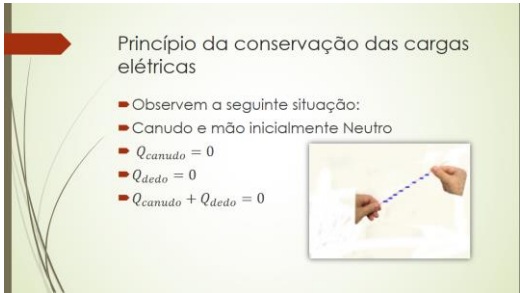


Fonte: <https://www.thinglink.com/videocard/1448844562683396098>

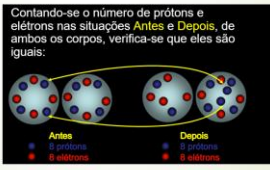
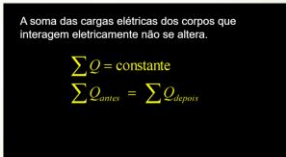
A videoaula foi armazenada no site thinglink.com seguindo o planejamento:

Quadro 3: Planejamento para gravação da vídeoaula.

Momento	Vídeo	Fala do Professor
1		Olá turma, tudo bem com vocês? Na aula de passada conhecemos os dois tipos de cargas elétricas (positiva e negativa) e vimos porque elas são chamadas assim. Vimos ainda uma de suas propriedades, que são a atração e a repulsão, e como elas ocorrem. Após isto, passamos a estudar as cargas elétricas sob uma nova ótica, a da quantização e com ela, o conceito de cargas elementar. E finalizamos, após termos construído todo o embasamento necessário, com a compreensão do que vem a ser um corpo neutro e um corpo carregado.
2		Já na aula de hoje, nós entenderemos o processo de eletrização por atrito que é, o primeiro dos três processos de eletrização que aprenderemos, e veremos mais um princípio da eletrização, que é princípio da conservação das cargas elétricas. Os outros dois processos de eletrização, que são a eletrização por contato e por indução, nós veremos mais adiante.
3		Então vamos começar conhecendo a parte da Física da qual nos ocuparemos na aula de hoje, a eletrostática! A eletrostática estuda as interações entre as cargas elétricas que estão no quase repouso ou no repouso. Existem muitas aplicações da eletrostática no nosso cotidiano, tais como no conforto da vida moderna (caso da impressora a laser), na segurança do trabalho, na prevenção de perdas de equipamentos eletrônicos sensíveis (como as placas eletrônicas, onde evitamos que elas sejam danificadas usando uma

		pulseirinha azul como essa aí da imagem), em processos de pinturas e tantas outras coisas. A eletrização por atrito explica o uso dessas e outras aplicações.
4	 A eletrização Atrito	Então vamos conhecer a eletrização por atrito. Observando as figuras vemos que, quando atritamos, ou seja, quando esfregamos um bastão de vidro a um pano de seda, o vidro eletriza-se com cargas de sinal positivo e a seda com cargas de sinal negativo. Mas como isso acontece?
5	 Como acontece? ■ Bastão de vidro cede elétrons para a seda e fica eletrizado (carregado) positivamente. ■ A seda recebe os elétrons cedidos pelo bastão de vidro e fica eletrizada (carregada) negativamente.	Ao ser atritado com a seda, o bastão de vidro cede elétrons para ela e fica eletrizado positivamente (pois quem perde elétrons fica com excesso de cargas positivas). Já seda recebe os elétrons cedidos pelo bastão de vidro e fica eletrizada negativamente (já que a seda ficou com excesso de cargas negativas). Resumindo então..
6	 Eletrização por Atrito ■ No final, os corpos se eletrizam com cargas de sinais opostos	na eletrização por atrito os corpos ficarão eletrizados com cargas de sinais opostos, ou seja, um fica eletrizado positivamente e o outro fica eletrizado negativamente. Apesar do vidro perder elétrons para a seda a soma das cargas líquidas dos dois corpos (atenção galera, cargas líquidas são cargas em excesso) sempre terá o mesmo valor como vocês verão nesse exemplo do canudo.
7	 Princípio da conservação das cargas elétricas ■ Observem a seguinte situação: ■ Canudo e mão inicialmente Neutro ■ $Q_{\text{canudo}} = 0$ ■ $Q_{\text{dedo}} = 0$ ■ $Q_{\text{canudo}} + Q_{\text{dedo}} = 0$	Observem o gif e notem que o dedo do homem está atritando o canudo. Isso vai fazer com que elétrons saiam do dedo e cheguem no canudo. Então os dedos ficaram eletrizados positivamente, pois perderam elétrons para o canudo, que ganhou elétrons e ficou eletrizado negativamente. Vejam que a carga do canudo e do dedo eram igual a zero antes de

		serem eletrizados. Então a soma dessas cargas também era zero.
8	 Princípio da conservação das cargas elétricas Após o Atrito entre os corpos $Q_{\text{canudo}} \neq 0$ $Q_{\text{dedo}} \neq 0$ $Q_{\text{canudo}} + Q_{\text{dedo}} = 0$	Porém, após o atrito, as cargas individuais do canudo e do dedo não serão mais iguais a zero porque ambos foram eletrizados e deixaram de ser neutros já que trocaram cargas elétricas entre si e se eletrizaram. Mas a soma dessas cargas continua sendo zero. Isso sempre vai acontecer quando os corpos que estão sendo atritados, estiverem isolados de outros corpos e só trocarem cargas entre si. Isso é o que chamamos na Física de sistema isolado e vale para dois ou mais corpos que trocam cargas somente entre si. Para entender melhor vejam o caso seguinte.
9	 Princípio da conservação das cargas elétricas. Exemplificação Quando se atritam dois corpos de materiais diferentes, inicialmente neutros, eles "trocam" cargas elétricas entre si: Antes: 4p(+) e 4p(+). Depois: 2p(+) e 6p(+).	Na figura temos dois corpos em duas situações diferentes. A primeira ocorre antes de serem atritados e a segunda ocorre depois de serem atritados, como vocês podem observar imagem, as palavrinha em amarelo, "antes e depois" Notem que as bolinhas azuis representam as cargas elétricas positivas (os prótons) dos corpos e as vermelhas são as cargas negativas (os elétrons). Esses corpos, após serem atritados, vão trocar cargas elétricas entre si. O corpo da esquerda perdeu duas cargas positivas [(tinha 4p(+)) e ficou com 2p(+)] e o corpo da direita ganhou duas cargas positivas (tinha 4p(+)) e agora tem 6p(+). Portanto, após serem atritados, esses corpos vão trocar cargas elétricas entre si mas irão conservar a quantidade total de cargas elétricas do conjunto de dois corpos, como a gente vê a seguir

10	Princípio da conservação das cargas elétricas.  Contando-se o número de prótons e elétrons nas situações Antes e Depois, de ambos os corpos, verifica-se que eles são iguais: Antes 4 prótons 4 elétrons Depois 2 prótons 6 elétrons	Nessa figura galera, vemos que tanto antes como após a eletrização por atrito entre os dois corpos, as suas quantidades totais de prótons e elétrons vai ser a mesma, ou seja, antes da eletrização o conjunto de dois corpos tem 8 prótons em azul, quatro de um corpo e quatro do outro e 8 elétrons em vermelho 4 de um corpo e quatro do outro. Após o atrito entre os corpo essa quantidade não muda pois notem que o conjunto formado pelos dois corpos possuem também 8 prótons (2 prótons deste corpo da esquerda com mais 6 prótons do da direita. Elétrons também haverão 8 (4 elétrons do corpo da esquerda com mais 4 do da direita). Então a gente conclui que, a conservação das cargas elétricas sempre vai existir nos processos de eletrização valendo para todos eles. No nosso caso, frizo mais uma vez que antes e após a eletrização os corpos tiveram 8 cargas positivas e 8 negativas. Houve trocas de cargas elétricas entre eles mas a soma do conjunto não se alterou, permanecendo sempre em 8 cargas positivas (8 prótons) e 8 negativas (8 elétrons).
11	Princípio da conservação das cargas elétricas.  A soma das cargas elétricas dos corpos que interagem eletricamente não se altera. $\sum Q = \text{constante}$ $\sum Q_{\text{antes}} = \sum Q_{\text{depois}}$	Então, para concluir, isso é o que chamamos de conservação das cargas elétricas. Esse é o símbolo da soma então se lê, a soma de todas as cargas elétricas em excesso dos corpos antes da eletrização por atrito é igual à soma de todas as cargas elétricas em excesso depois.
12	(IFSP) A tabela a seguir mostra a série triboelétrica. Por meio dessa série, é possível determinar a carga elétrica adquirida por cada material quando são atritados entre si. O isopor ao ser atritado com a lã fica carregado negativamente. O vidro ao ser atritado com a seda ficará carregado a) positivamente, pois ganhou prótons. b) positivamente, pois perdeu elétrons. c) negativamente, pois ganhou elétrons. d) negativamente, pois perdeu prótons. e) com carga elétrica nula, pois é impossível o vidro ser eletrizado 	A tabela a seguir mostra a série triboelétrica. Por meio dessa série, é possível determinar a carga elétrica adquirida por cada material quando são atritados entre si. O isopor ao ser atritado com a lã fica carregado negativamente. O vidro ao ser atritado com a seda ficará

		carregado.
13		Bem, vamos ampliar essa tabela pra gente visualizar melhor, a série triboelétrica vai informar pra gente o tipo de carga elétrica que um corpo adquire ao ser atritado com o outro. Vemos nessa tabela diversos tipos de materiais, como lã, cabelo humano, seda, pele de gato, entre outros. Vocês podem ver, também, duas setas, uma com sinal positivo e a outra com sinal negativo. Se atritarmos dois corpos, por exemplo, o vidro e a seda, que é o caso da nossa questão, nós escolhemos uma das setas e observamos o seu sentido. Vamos escolher a seta com o sinal positivo, ela nos informa que os materiais localizados mais acima, serão eletrizados com cargas de carga positiva, em relação aos materiais que estão abaixo da sua posição na tabela. No nosso exemplo, vamos atritar o vidro com a seda. Notem que, na tabela, a posição do vidro está acima da posição da seda. Portanto, quando atritado com a seda, o vidro ficará eletrizado positivamente e a seda ficará eletrizada negativamente porque, se um material fica positivo, o outro ficará negativo porque estamos tratando de uma eletrização por atrito na qual os corpos adquirem cargas de sinal contrário, na eletrização por atrito. Então chegamos na resposta da nossa pergunta que é: o vidro, ao ser atritado com a seda, ficará eletrizado e ficará carregado... Já vimos que o vidro ficará carregado positivamente e o material que fica carregado positivamente, fica assim porque perde elétrons. Então a resposta correta é a alternativa b.

Fonte: O autor. 2021.

3º MOMENTO

Durante a videoaula, foram disponibilizados na ferramenta <https://www.thinglink.com> links com perguntas e comentários sobre o tema, com o objetivo de identificar in loco como evoluiu a visualização e assimilação do tema proposto durante a exposição do vídeo. Abaixo, seguem as perguntas que foram inseridas na videoaula.

1. Na eletrização por atrito, podemos perceber que: *

() Quando atritamos dois corpos neutros, um deles se eletriza e o outro permanece neutro.

() Os corpos atritados não trocam cargas entre si pois sua carga interna já é suficiente para eles se eletrizarem.

() Os corpos são eletrizados à distância, sem necessidade de contato entre eles.

(X) Quando atritamos dois corpos neutros, estes se eletrizam com cargas de sinais opostos.

() Quando atritamos dois corpos neutros, estes se eletrizam com cargas de mesmo sinal.

2. Sobre o princípio da conservação das cargas elétricas, é correto afirmar que:

() um corpo perde cargas elétricas e o outro ganha, por isso que a soma das cargas não pode ser a mesma antes e depois do processo de eletrização.

() o princípio da conservação das cargas elétricas não é válido para todos os corpos e não se aplica aos metais que perdem muitos elétrons e não mantém a sua carga conservada

() só é válido para os processos de eletrização por atrito.

(X) a soma das cargas de todos os corpos antes e depois do processo de eletrização não é modificada

() a carga elétrica é conservada porque o corpo a "segura" e não permite trocas com o ambiente externo.

3. Com base na série triboelétrica da figura abaixo, marque a única alternativa correta.

Pele de coelho	+ -
Vidro	
Cabelo humano	
Mica	
Lã	
Pele de gato	
Seda	
Algodão	
Âmbar	
Ebonite	
Poliéster	
Isopor	
Plástico	

- () o plástico se eletriza positivamente quando atritado com qualquer material da tabela.
- () o algodão adquire neutralidade ao ser atritado com o poliéster.
- () quando atritado com a ebonite a pele de gato e eletriza negativamente.
- (X) A lã se eletriza positivamente ao ser atritada com o âmbar.
- () a mica se eletriza positivamente quando atritada com o cabelo humano.

As figuras 16, 17 e 18 observamos como as perguntas foram exibidas para os alunos na forma de formulários.

Figura 16: Primeira pergunta.

Na eletrização por atrito, podemos perceber que: *

1 ponto

- ☒ quando atritamos dois corpos neutros, estes se eletrizam com cargas de sinais opostos.
- ☐ Os corpos são eletrizados à distância, sem necessidade de contato entre eles.
- ☐ quando atritamos dois corpos neutros, estes se eletrizam com cargas de mesmo sinal.
- ☐ Os corpos atritados não trocam cargas entre si pois sua carga interna já é suficiente para eles se eletrizarem.
- ☐ quando atritamos dois corpos neutros, um deles se eletriza e o outro permanece neutro.

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 17: Segunda pergunta.

Sobre o princípio da conservação das cargas elétricas, é correto afirmar que: *

1 ponto

- ☐ a soma das cargas de todos os corpos antes e depois do processo de eletrização não é modificada
- ☐ um corpo perde cargas elétricas e o outro ganha, por isso que a soma das cargas não pode ser a mesma antes e depois do processo de eletrização.
- ☐ a carga elétrica é conservada porque o corpo a "segura" e não permite trocas com o ambiente externo.
- ☐ o princípio da conservação das cargas elétricas não é válido para todos os corpos e não se aplica aos metais que perdem muitos elétrons e não mantêm a sua carga conservada
- ☐ só é válido para os processos de eletrização por atrito.

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 18: Terceira pergunta.

Com base na série triboelétrica da figura abaixo, marque a única alternativa correta. *

1 ponto

Pele de coelho	
Vidro	
Cabelo humano	
Mica	
Lã	
Pele de gato	
Seda	
Algodão	
Ambar	
Ebonite	
Poliéster	
Isopor	
Plástico	

↑ ↓

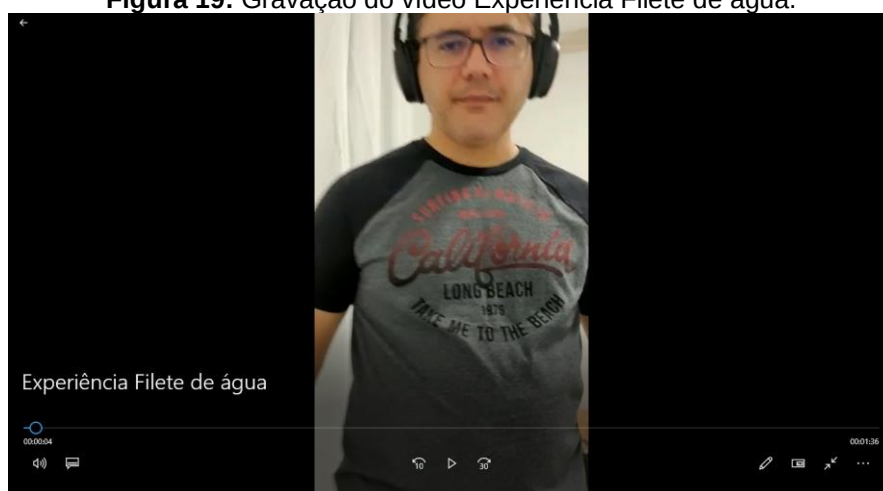
- ☐ o algodão adquire neutralidade ao ser atritado com o poliéster.
- ☐ o plástico se eletriza positivamente quando atritado com qualquer material da tabela.
- ☐ a mica se eletriza positivamente quando atritada com o cabelo humano.
- ☐ quando atritado com a ebonite a pele de gato se eletriza negativamente.
- ☐ A lã se eletriza positivamente ao ser atritada com o âmbar.

Fonte: Google forms. 2021.

4º MOMENTO:

Foi disponibilizado um vídeo de um experimento sobre eletrização intitulado “Experiência da caneta Mágica” que mostra o fenômeno da eletrização por atrito utilizando-se uma caneta e um pedaço de papel. A figura 19 exibe a imagem de um print de tela desse vídeo

Figura 19: Gravação do vídeo Experiência Filete de água.



Fonte. O autor. 2021.

5º MOMENTO:

Pedimos ao aluno que realizasse um experimento sobre eletrização com os seguintes dizeres: Esfregue uma caneta esferográfica ou régua no couro cabeludo e aproxime de pedaços de papel bem pequenos (tente pegar os menores pedaços possíveis, uma lasquinha da folha do seu caderno). Observe o que vai acontecer e tente explicar baseando-se no que você aprendeu na nesta aula de eletrização por atrito e responda à pergunta clicando no link abaixo.

6º MOMENTO:

Apresentamos um link para acessar um questionário contendo uma pergunta sobre o experimento sob a forma de questionário do google forms no link <https://forms.gle/2NB5vcKaKiVkm4s18>

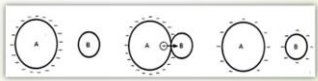
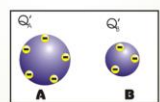
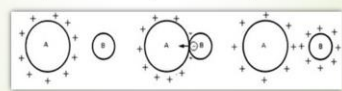
7º MOMENTO:

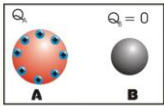
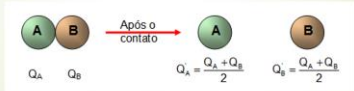
Apresentamos uma videoaula, no link <https://www.thinglink.com/video-card/1448864545824047106> , que teve por objetivo discutir o processo de eletrização por contato.

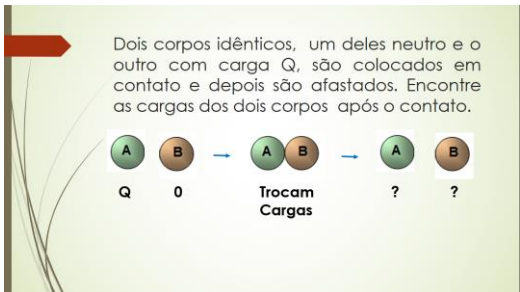
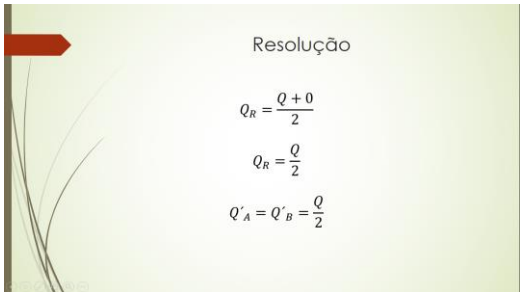
Vídeo aula: Foi gravada e armazenada no aplicativo <https://www.thinglink.com/> seguindo o planejamento:

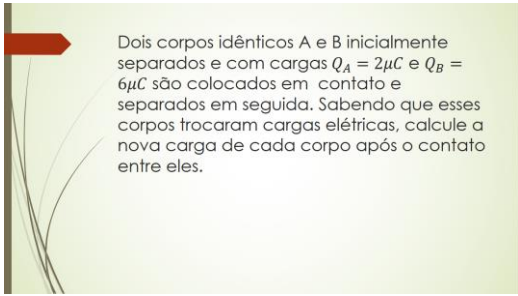
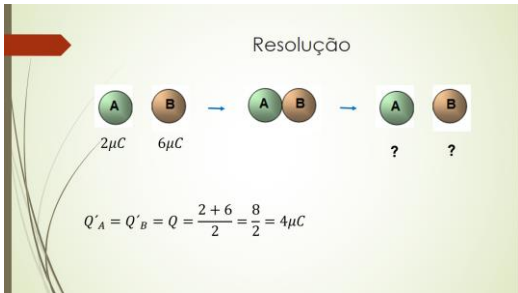
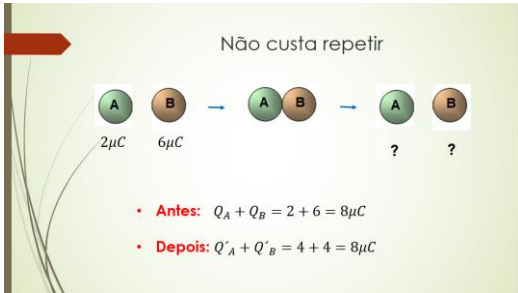
Quadro 4: Planejamento para gravação do vídeo.

Momento	Vídeo	Fala do Professor
1		Olá galera! Na aula passada aprendemos, através do princípio da conservação das cargas elétricas, que a carga elétrica de corpos que interagem isoladamente, sempre se conserva. Vimos também como ocorre o processo de eletrização por atrito e entendemos como se dá o movimento das cargas elétricas dos corpos durante o processo de eletrização.
2		Hoje nós veremos um segundo processo de eletrização que é a eletrização por contato. Entenderemos como se dá esse processo segundo a movimentação das cargas elétricas e calcularemos as novas cargas após o processo de eletrização ter ocorrido.

3	Eletrização por Contato - Os corpos só se tocam, não há atrito entre eles - Corpo Neutro B + Corpo eletrizado negativamente A - Elétrons passam do corpo eletrizado para o neutro 	Na eletrização por contato os corpos só irão se tocar, eles não vão se atritar galera! No exemplo da figura temos um corpo neutro B e um eletrizado negativamente A que se tocam. Percebam que o sinal negativo indica o seu tipo de carga do corpo A. É assim que vamos indicar quando um corpo está eletrizado. Nós vamos colocar o sinal de sua carga na sua parte externa. Vejam na figura que o corpo carregado negativamente A está perdendo elétrons para o neutro B. O corpo B irá ficar carregado negativamente e o corpo A continuará como já estava, carregado negativamente. Notem que o corpo B nunca perderia elétrons para o corpo A pois os elétrons em excesso de A repelem os elétrons de B. Normalmente, as cargas elétricas que irão se movimentar durante o processo de eletrização, serão as negativas mas isso não é uma regra. Então vamos analisar melhor a eletrização por contato.
4	Eletrização por Contato - Elétrons passam do corpo A para o corpo B - Após o contato, o módulo das cargas de ambos os corpos muda de valor 	Nesta imagem temos uma ideia melhor de como a eletrização ocorre, com o corpo A perdendo elétrons para o corpo B. Reparem que as cargas dos corpos A e B mudam após o contato de Q_A e Q_B para Q'_A e Q'_B. Isto ocorre porque há transferência de elétrons de A para B que vai alterar as quantidades de cargas dos dois corpos. Mas e se o corpo A estivesse positivamente carregado?
5	Eletrização por Contato - Os corpos só se tocam, não há atrito entre eles - Corpo Neutro B + Corpo eletrizado positivamente A - Elétrons passam do corpo eletrizado para o neutro 	Vejam então este caso com A carregado positivamente e B continuando neutro. Observem que desta vez o elétron sai do corpo B para o corpo A. Isto ocorre porque o excesso de cargas positivas de A atrai cargas negativas do corpo neutro B. Como B perde elétrons, fica carregado negativamente. Reparem que

		novamente foram os elétrons (as cargas negativas) que passaram de um corpo para o outro. É o que normalmente acontece. Novamente vamos analisar este caso usando um gif
6	Eletrização por Contato - Elétrons passam do corpo B para o corpo A - Após o contato, o módulo das cargas de ambos os corpos muda de valor 	Podemos analisar melhor o processo. É importante frisar que o corpo A não está perdendo cargas positivas para o corpo B, como a imagem pode sugerir. Na verdade é o corpo B que está perdendo cargas para o corpo A, cargas negativas! Para concluir, a gente percebe que...
7	Eletrização por Contato - Na eletrização por contato, os corpos irão se eletrizar com cargas de mesmo sinal - Após a eletrização por contato, os corpos irão se repelir 	após o processo de eletrização por contato, os corpos ficarão eletrizados com cargas de mesmo sinal. Por este motivo que observamos, na imagem, as esferas se repelindo após o contato entre elas (vejam que primeiro elas se tocam, depois se repelem). Isso acontece porque, após o toque, o corpo pendurado pelo fio, ficou eletrizado com carga de mesmo sinal do corpo que este Sr. está segurando. Vamos nos concentrar agora num caso especial do processo de eletrização por contato:
8	Eletrização por Contato – Corpos Idênticos Os corpos idênticos possuem as mesmas dimensões 	O caso no qual os corpos são idênticos. Primeiro, a gente chama de corpos idênticos, aqueles corpos que possuem as mesmas dimensões. Notem que os corpos A e B são corpos esféricos que possuem o mesmo raio. Quando a gente eletriza corpos idênticos por contato, eles acabam eletrizados com cargas não só de mesmo sinal, como a gente já sabe, mas também de mesmo módulo (vamos valor numérico). Na figura vemos que as cargas de A e B, antes da eletrização, possuem valores diferentes Q_A e Q_B . Após o contato, esses dois corpos se eletrizam com cargas de mesmo módulo (valor numérico). Ou seja, tanto corpo A

		quanto o corpo B terão suas cargas iguais que valerão $(Q_A + Q_B)/2$. Ou seja, $Q'_A = Q'_B = (Q_A + Q_B)/2$ que é igual ao valor de Q também. Conclusão: no processo de eletrização de corpos idênticos, os corpos se eletrizam com cargas de mesmos sinais e mesmo modulo (mesmo valor algébrico).
9	 Dois corpos idênticos, um deles neutro e o outro com carga Q, são colocados em contato e depois são afastados. Encontre as cargas dos dois corpos após o contato. Diagrama: A (carga Q) e B (carga 0) → Trocam Cargas → A (?) e B (?)	Vamos resolver um exemplo para que vocês entendam melhor como se aplica este caso. Temos aqui dois corpos idênticos, sendo um deles neutro (corpo B) e o outro com carga Q (que é o corpo A), que são colocados em contato e depois são afastados. O nosso objetivo é encontrar as cargas dos dois corpos após o contato. Reparem, na figura, que a carga do corpo A é Q e a do corpo B é 0 (carga 0 significa que B tá neutro). Na hora que os corpos entram em contato, eles trocam cargas elétricas. Quando a gente afasta os corpos, os valores de suas cargas elétricas estarão diferentes pois A e B trocaram cargas entre si. Para saber os valores das suas novas cargas, que chamaremos de Q'_A e Q'_B precisaremos efetuar os cálculos a seguir...
10	 Resolução $Q_R = \frac{Q + 0}{2}$ $Q_R = \frac{Q}{2}$ $Q'_A = Q'_B = \frac{Q}{2}$	$Q_R = \frac{Q + 0}{2}$ $Q_R = \frac{Q}{2}$ $Q'_A = Q'_B = \frac{Q}{2}$ Q_R é a carga resultante dos corpos após o contato que sempre será a mesma para os corpos A e B. Vamos agora resolver um problema semelhante mas desta vez envolvendo valores numéricos.

11	 Dois corpos idênticos A e B inicialmente separados e com cargas $Q_A = 2\mu C$ e $Q_B = 6\mu C$ são colocados em contato e separados em seguida. Sabendo que esses corpos trocaram cargas elétricas, calcule a nova carga de cada corpo após o contato entre eles.	Temos que dois corpos idênticos A e B inicialmente separados e com cargas $Q_A = 2\mu C$ e $Q_B = 6\mu C$ são colocados em contato e separados em seguida. Sabendo que esses corpos trocaram cargas elétricas somente entre si, calcule a nova carga de cada corpo após o contato entre eles.
12	 Resolução $Q'_A = Q'_B = Q = \frac{2+6}{2} = \frac{8}{2} = 4\mu C$	Vejam que eu tenho inicialmente corpos A e B isolados com cargas $Q_A = 2\mu C$ e $Q_B = 6\mu C$. Então eu coloco esses corpos em contato e depois os afasto, como vocês podem ver aí na figura. O nosso objetivo é encontrar os valores das novas cargas Q'_A e Q'_B após o contato entre os corpos A e B. Para isso eu vou fazer os mesmos cálculos que fiz no exemplo anterior. Eu vou somar as cargas de A e de B antes do contato entre elas e depois eu vou dividir o resultado por 2, isso porque eu tenho dois corpos (Isso equivale a calcular a média pessoal). Se eu tivesse três corpos, eu dividiria o resultado por três e assim por diante. Então fica a carga de A que vale $2\mu C$ mais a carga de B que vale $6\mu C$. Somo tudo isso e divido o resultado por 2, porque eu tenho dois corpos. $2 + 6$ dá 8 que dividido por 2 fica $4\mu C$. Esse valor é a nova carga do corpo A e do Corpo B isso porque, na eletrização por contato de corpos idênticos, os corpos adquirem cargas de mesmo valor numérico (ou seja de mesmo módulo) e também de mesmo sinal.
13	 Não custa repetir • Antes: $Q_A + Q_B = 2 + 6 = 8\mu C$ • Depois: $Q'_A + Q'_B = 4 + 4 = 8\mu C$	Mais um a coisa galera, só pra reforçar: se somarmos a quantidade de carga elétrica do conjunto formado pelo dois corpos antes e após o processo de eletrização, veremos que os resultados são iguais (no caso $8\mu C$). Isso não é uma coincidência! Na verdade, isso ocorre por causa do princípio da conservação das cargas elétricas,

		válido para qualquer caso de eletrização. Então não se esqueçam desse princípio que é muito importante para o nosso estudo. Por enquanto é tudo galera, finalizamos por aqui. Um grande abraço para vocês!
--	--	--

Fonte: O autor. 2021.

8º MOMENTO:

Durante a videoaula, expomos na ferramenta <https://www.thinglink.com> links com perguntas sobre o tema, com o objetivo de identificar in loco como evoluiu a visualização e assimilação do tema proposto durante a exposição do vídeo. Ao alunos responderam três perguntas, como podemos ver a seguir:

1. Um corpo A, eletrizado negativamente é posto em contato com um corpo B, neutro. Os dois corpos, inicialmente isolados um do outro, são colocados em contato e afastados em seguida. Sabendo-se que ambos ficaram eletrizados negativamente, marque a alternativa verdadeira abaixo

- () Durante o contato, o corpo A recebeu elétrons do corpo B.
- (X) Durante o contato o corpo A cedeu prótons para o corpo B
- () Durante o contato, o corpo A cedeu elétrons para o corpo B.
- () Durante o contato o corpo A recebeu prótons do corpo B.
- () O corpo B enviou prótons para o corpo A .

2. No processo de eletrização por contato...

- () os corpos eletrizados atingem a neutralidade quando se tocam.
- () um corpo se eletriza e o outro permanece neutro.
- (X) os corpos se eletrizam com cargas de mesmo sinal.
- () os corpo se eletrizam com cargas de sinais diferentes.
- () os corpos podem se eletrizar com cargas de mesmos sinais ou de sinais diferentes.

3. Dois corpos com cargas de $11\mu\text{C}$ e $9\mu\text{C}$ inicialmente afastados um do outro, são colocados em contato e afastados em seguida. Calcule a quantidade de carga de cada um dos corpos após o contato entre eles e marque a alternativa correta.

- () $20\mu\text{C}$
- (X) $10\mu\text{C}$
- () $8\mu\text{C}$
- () $6\mu\text{C}$
- () $2\mu\text{C}$

As figuras 20, 21 e 22 mostram os prints de tela com as imagens das questões relativas à videoaula sobre processos de eletrização por contato

Figura 20: Primeira pergunta.

Um corpo A, eletrizado negativamente é posto em contato com um corpo B, neutro. Os dois corpos, inicialmente isolados um do outro, são colocados em contato e afastados em seguida. Sabendo-se que ambos ficaram eletrizados negativamente, marque a alternativa verdadeira abaixo *

1 ponto

- ☐ Durante o contato, o corpo A recebeu elétrons do corpo B.
- ☐ O corpo B enviou prótons para o corpo A .
- ☐ Durante o contato, o corpo A cedeu elétrons para o corpo B.
- ☐ Durante o contato o corpo A cedeu prótons para o corpo B
- ☐ Durante o contato o corpo A recebeu prótons do corpo B.

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 21: Segunda pergunta.

No processo de eletrização por contato... *

1 ponto

- ☐ os corpos podem se eletrizar com cargas de mesmos sinais ou de sinais diferentes.
- ☐ os corpo se eletrizam com cargas de sinais diferentes.
- ☐ os corpos se eletrizam com cargas de mesmo sinal.
- ☐ os corpos eletrizados atingem a neutralidade quando se tocam.
- ☐ um corpo se eletriza e o outro permanece neutro.

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 22: Terceira pergunta.

Dois corpos com cargas de $11\mu\text{C}$ e $9\mu\text{C}$ inicialmente afastados um do outro, são colocados em contato e afastados em seguida. Calcule a quantidade de carga de cada um dos corpos após o contato entre eles e marque a alternativa correta. *

1 ponto

- ☐ $8\mu\text{C}$
- ☐ $2\mu\text{C}$
- ☐ $20\mu\text{C}$
- ☐ $6\mu\text{C}$
- ☐ $10\mu\text{C}$

Fonte: Google forms. 2021.

9º MOMENTO:

Na seção “Você sabia?” foi apresentada, como curiosidade, um fato sobre prevenção de acidentes envolvendo eletrização por atrito com os dizeres:

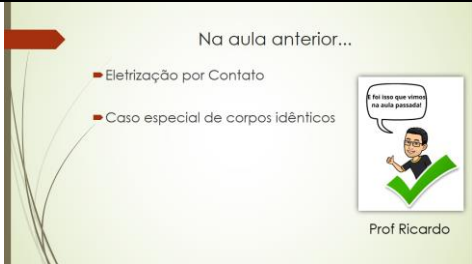
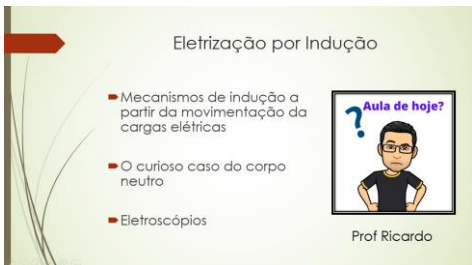
“Não permaneça sobre a motocicleta durante o seu abastecimento. Isso porque, ao utilizar a motocicleta, seu corpo se eletriza por causa do atrito com o ar (aposto que você já sentiu os pelos eriçados após percorrer longas distâncias com ela). Quando estamos eletrizados e encostamos em alguma superfície metálica da motocicleta, há risco de se produzir uma faísca, detonando os vapores de combustível ou queimando o próprio combustível que há no tanque. Fica a dica!”

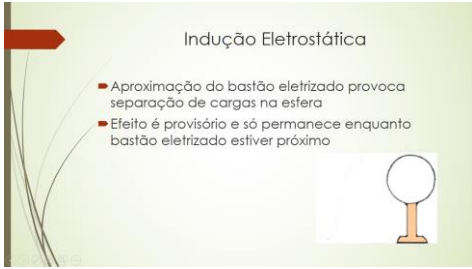
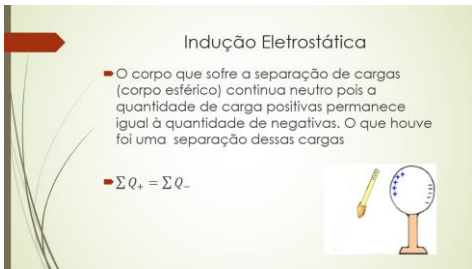
10º MOMENTO:

Dispomos uma videoaula, no link <https://www.thinglink.com/videoalbum/1453622347071225857>, que teve por objetivo discutir o processo de eletrização por indução.

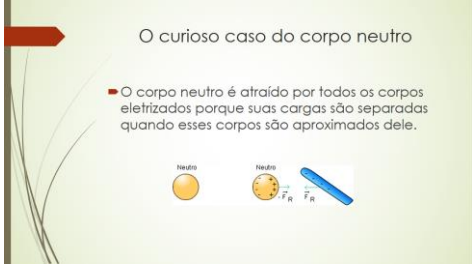
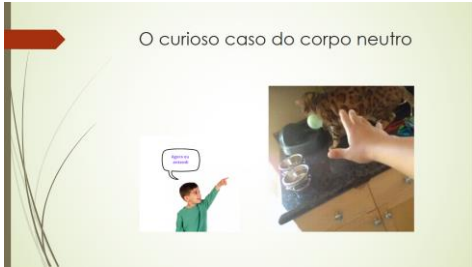
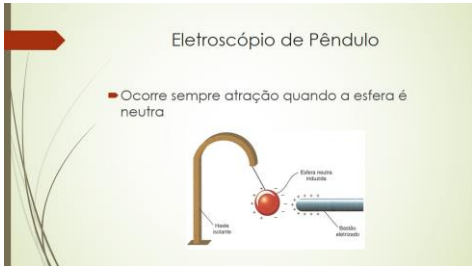
A vídeo aula será armazenada no site: <https://www.thinglink.com/> seguindo o planejamento mostrado no quadro 5:

Quadro 5: Planejamento para gravação da vídeo aula.

Momento	Vídeo	Fala do Professor
1		Olá pessoal, tudo bem? Na aula passada analisamos o processo de eletrização por contato e aprendemos a calcular as cargas dos corpos eletrizados por contato para o caso especial de corpos idênticos.
2		Hoje nós iremos aprender o nosso último processo de eletrização, a eletrização por indução. Em seguida entenderemos um fenômeno interessante associado ao corpo neutro e finalizaremos entendendo o funcionamento dos eletroscópios.
3		Muitos fenômenos que observamos no nosso dia a dia nos deixam mesmo curiosos. Por exemplo, porque a bexiga da imagem "procura" o gato, grudando nele?
4		Como os raios são formados e o que os leva a descer para o solo? São perguntas intrigantes para as quais a ciência já encontrou uma resposta. Para entendermos essas questões vamos contar com a compreensão do último processo de eletrização...

5	 Indução Eletrostática ■ Aproximação do bastão eletrizado provoca separação de cargas na esfera ■ Efeito é provisório e só permanece enquanto bastão eletrizado estiver próximo	A Indução Eletrostática. Já vimos que a eletrização por atrito ocorre quando os corpos se atritam e a eletrização por contato ocorre quando eles se tocam. No mecanismo da indução eletrostática não vai acontecer nem o atrito, nem o toque. Os corpos apenas precisam se aproximar o suficiente para que um exerça influência sobre o outro. Na animação da figura, um bastão carregado negativamente é aproximado de um corpo esférico neutro. Vejam que o bastão negativo provoca uma separação de cargas no corpo neutro. As cargas negativas do corpo esférico se afastam das cargas negativas do bastão, isso porque cargas de mesmo sinal se repelem. Assim a região da esfera mais próxima do bastão fica eletrizada positivamente pela carência de elétrons que se afastaram do bastão negativo. Já a região para a qual os elétrons migraram ficará eletrizada negativamente, por excesso de elétrons.
6	 Indução Eletrostática ■ O corpo que sofre a separação de cargas (corpo esférico) continua neutro pois a quantidade de carga positivas permanece igual à quantidade de negativas. O que houve foi uma separação dessas cargas ■ $\Sigma Q_+ = \Sigma Q_-$	Porém, o corpo esférico que era neutro e continua sendo neutro. Isto porque a quantidade de cargas positivas permanece igual à quantidade de cargas negativas. O que houve foi apenas separação das cargas sem alterar a sua quantidade. Já vimos que um corpo neutro tem a mesma quantidade de cargas positivas e negativas e isso é o que acontece com esse corpo. A diferença é que essas cargas só estão separadas. Nessa igualdade se lê o seguinte: A soma de todas as cargas excedentes de sinal positivo é igual à soma de todas as cargas excedentes de sinal negativo. Então já sabemos...
7	 Indução Eletrostática ■ O corpo eletrizado que mostramos induz uma separação de cargas na esfera, por isso o processo se chama eletrização por indução	Que o bastão eletrizado negativamente que mostramos, ao se aproximar da esfera neutra, induz ou provoca uma separação de suas cargas elétricas. Desta forma chamamos esse processo de eletrização por indução. O bastão negativo que provoca a indução no

		corpo neutro é chamado de indutor. Já o corpo neutro que sofre a separação de cargas (ou seja, a Indução) é chamado de Induzido. Vejamos detalhadamente, como um corpo pode se eletrizar por indução.
8	 Indução Eletrostática ■ Aproxima-se o bastão positivo. ■ Separam-se as cargas da esfera neutra	Aproximamos do corpo neutro em Azul da figura, um bastão eletrizado positivamente. Reparem que o bastão positivo atrai cargas negativas que ficam na região mais próxima possível dele. O lado oposto, mais afastado, formará uma região positiva por excesso de prótons, já que muito elétrons (cargas negativas) migraram para a região mais próxima do bastão. Como vocês podem ver na animação.
9	 Indução Eletrostática ■ Liga-se o corpo induzido, em azul, à terra (faz-se o aterramento) Indução Eletrostática	Agora liga-se o corpo induzido, em azul, à terra (faz-se o aterramento). Sempre que ligarmos um corpo à terra nós iremos dizer que ele está aterrado. Observem que elétrons irão subir do solo para o corpo neutro. Isso porque o corpo irá atrair os elétrons
10	 Indução Eletrostática ■ Desliga-se a ligação com a terra ■ O corpo neutro se tornou eletrizado negativamente	Após os elétrons subirem para o corpo neutro, corta-se a sua ligação com a terra e pronto, o corpo neutro ficou eletrizado positivamente porque recebeu cargas negativas (elétrons). É desta forma que ocorre a eletrização pelo processo da indução. Reparem duas coisas: Primeiro, a eletrização ocorre sem tocar ou atritar os dois corpos e segundo, os corpos sempre irão se eletrizar com cargas de sinais opostos (no caso da indução). O sinal negativo que vocês estão vendo na figura não quer dizer que há somente cargas negativas no corpo. Há cargas positivas também mas elas estão e menor quantidade, ou seja, o sinal negativo significa que as cargas excesso (em maior quantidade no corpo) são as cargas negativas. Vejamos agora um importante fenômeno associado ao corpo neutro

11		Como sabemos o corpo neutro é atraído por todos os corpos eletrizados porque suas cargas positivas e negativas são separadas quando esses corpos são aproximados dele. No caso da figura as cargas positivas da esfera neutra são atraídas pelo bastão e as negativas são repelidas por ele. Só que essas forças são maiores para cargas da esfera que estão mais próximas do bastão galera. Então, esse lado positivo da esfera, por estar mais próximo do bastão, em relação ao lado negativo, sofrerá a ação de uma força maior. Como essa força é de atração, então a esfera será atraída pelo bastão. Podemos generalizar esse caso dizendo que todos os corpos neutros serão atraídos por um corpo eletrizado.
12		Agora podemos entender o caso mostrado no início da nossa aula. Vemos aqui que a bexiga é eletrizada por atrito pelo garoto. Como o gato está neutro e a bexiga está eletrizada, os dois irão sofrer atração. Então o curioso caso do corpo neutro explica esta situação. A partir da compreensão deste fenômeno nós podemos entender o funcionamento de vários dispositivos baseados na eletrostática. Um deles é o eletroscópio.
13		Existem dois tipos de eletroscópios, o de pêndulo e o de folha. A função de um eletroscópio é indicar se um corpo está ou não eletrizado.
14		O eletroscópio de pêndulo possui um fio com uma esfera amarrada em uma das extremidades. Essa esfera é neutra e por isso é atraída por qualquer corpo eletrizado. Desta forma, se aproximarmos qualquer corpo eletrizado de um eletroscópio de pêndulo, a sua esfera será atraída mostrando que aquele corpo está carregado. Se aproximarmos um corpo neutro do eletroscópio nada acontecerá

		com a sua esfera e saberemos que aquele corpo não está eletrizado. Um outro tipo de eletroscópio é o de folhas...
15		A sua função continua sendo a mesma, indicar se um corpo está ou não eletrizado mas a forma de atuar é diferente. Neste aparelho nós teremos uma esfera, uma haste e duas lâminas, todos feitos de metal. Através da haste, a esfera e as lâminas são conectadas de modo que as cargas elétricas possam se movimentar livremente. Quando aproximamos um bastão positivo, este atrai os elétrons mais distantes, localizados nas lâminas. Estas lâminas ficarão com excesso de cargas positivas pela carência dos elétrons, que subiram e por isso as lâminas irão se repelir pois cargas de mesmo sinal, se repelem. É por isso que as lâminas irão se abrir indicando que o bastão está eletrizado. Se o bastão estivesse neutro, nada ocorreria. Então ficamos por aqui galera, um grande abraço para vocês!

Fonte: O autor. 2021.

11º MOMENTO:

Durante a videoaula, disponibilizamos na ferramenta <https://www.thinglink.com> links com perguntas sobre o tema, com o objetivo de identificar in loco como evoluiu a

visualização e assimilação do tema proposto durante a exposição do vídeo. Foram exibidas três perguntas de acordo com o texto a seguir:

1. Sobre o processo de indução eletrostática podemos afirmar que:

- ☒ (X) não é preciso haver contato entre os corpos para que ocorra o processo de eletrização.
- ☐ () É comum haver eletrização por indução durante o toque entre os corpos.
- ☐ () A eletrização por indução ocorre com ou sem processo de aterramento do induzido.
- ☐ () No processo de eletrização por indução há transferência de cargas elétricas entre o indutor para o induzido.
- ☐ () No processo de indução eletrostática, os corpos sempre se eletrizam com cargas de mesmos sinais

2. Sobre o corpo neutro é possível afirmar que:

- ☐ () Repele os corpos carregados positivamente.
- ☒ (X) Atrai os corpos positivamente e negativamente carregados.
- ☐ () Repele outros corpos neutros.
- ☐ () Repele os corpos carregados negativamente.
- ☐ () Atrai outros corpos neutros.

3. Ao aproximarmos um corpo eletrizado de um eletroscópio de folhas vemos que:

- ☐ () as lâminas metálicas se abrem por atração eletrostática.
- ☐ () as lâminas metálicas não se movimentam porque estão eletrizadas com cargas de mesmo sinal
- ☐ () as lâminas metálicas não se movimentam porque estão eletrizadas com cargas de sinais opostos
- ☒ (X) as lâminas metálicas se abrem por repulsão eletrostática.
- ☐ () as lâminas metálicas não se movimentam porque permanecem neutras

Através dos prints de tela mostrados nas figuras 23, 24 e 25, podemos observar como essas perguntas foram visualizadas pelos alunos na forma de formulários, como se segue:

Figura 23: Primeira pergunta.

Sobre o processo de indução eletrostática podemos afirmar que: * 1 ponto

- ☐ Não é preciso haver contato entre os corpos para que ocorra o processo de eletrização.
- ☐ É comum haver eletrização por indução durante o toque entre os corpos.
- ☐ A eletrização por indução ocorre com ou sem processo de aterramento do induzido
- ☐ No processo de eletrização por indução, há transferência de cargas elétricas entre o indutor e o induzido
- ☐ No processo de indução eletrostática, os corpos sempre se eletrizam como cargas de mesmos sinais

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 24: Segunda pergunta.

Sobre o corpo neutro é possível afirmar que * 1 ponto

- ☐ Repele os corpos carregados positivamente.
- ☐ Atrai os corpos positivamente e negativamente carregados.
- ☐ Repele outros corpos neutros.
- ☐ Repele os corpos carregados negativamente.
- ☐ Atrai outros corpos neutros.

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 25: Terceira pergunta.

Ao aproximarmos um corpo eletrizado de um eletroscópio de folhas vemos que * 1 ponto

- ☐ as lâminas metálicas se abrem por atração eletrostática
- ☐ as lâminas metálicas não se movimentam porque estão eletrizadas com cargas elétricas de mesmo sinal.
- ☐ as lâminas metálicas não se movimentam porque estão eletrizadas com cargas de sinais opostos.
- ☐ as lâminas metálicas se abrem por repulsão eletrostática
- ☐ as lâminas metálicas não se movimentam porque permanecem neutras.

Fonte: Google forms. 2021.

12º MOMENTO:

Como forma de revisar o conteúdo, o aluno assistiu um vídeo contido na plataforma do youtube cujo link é <https://www.youtube.com/watch?v=Czsy93GRPI0> , contendo uma música cuja letra envolve os três processos de eletrização comentados. Abaixo um print da tela do vídeo. A tela inicial do vídeo é exibida na figura 26.

Figura 26: Print vídeo Melô da Eletrização



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=Czsy93GRPI0&t=29s>

13º MOMENTO:

Foi apresentado um questionário na forma de formulário com questões sobre todo o conteúdo visto no link <https://forms.gle/UQ6U9g59md4YMs7D8> . Abaixo segue texto com todas as perguntas relativas a este questionário.

- 1.(UFPel) Em relação à eletrização de um corpo, analise as afirmativas a seguir.
 - I Se um corpo neutro perder elétrons, ele fica eletrizado positivamente;
 - II. Atritando-se um bastão de vidro com uma flanela, ambos inicialmente neutros, eles se eletrizam com cargas iguais;
 - III. O fenômeno da indução eletrostática consiste na separação de cargas no induzido pela presença do indutor eletrizado;

IV. Aproximando-se um condutor eletrizado negativamente de outro neutro, sem tocá-lo, este permanece com carga total nula, sendo, no entanto, atraído pelo eletrizado.

V. Um corpo carregado pode repelir um corpo neutro.

Estão corretas

() apenas a II, a III e a V.

(X) apenas a I, a III e a IV.

() apenas a II e a IV.

() apenas a I, a II e a IV.

() apenas a I, a IV e a V.

2. A respeito dos processos de eletrização, marque a alternativa incorreta:

() Após a eletrização por contato, os corpos terão cargas elétricas de mesmo sinal.

() Na eletrização por indução, o corpo que inicia o processo já eletrizado é denominado de indutor.

(X) Ao atritar duas canetas compostas de polietileno, ambas ficam eletrizadas negativamente.

() A série triboelétrica é aplicada à eletrização por atrito.

() Após a eletrização por indução, o corpo induzido apresenta carga elétrica de sinal oposto à carga do indutor.

3. Um estudante atrita um pente de plástico em seu cabelo e aproxima-o de um filete de água, que imediatamente se encurva na direção do pente. Marque a alternativa que explica de forma correta o motivo pelo qual isso ocorre

() O fenômeno é possível porque a água é um condutor universal.

() Após o atrito, o pente adquire a mesma carga elétrica da água, por isso, o filete é atraído.

() As cargas elétricas em excesso no pente atraem as cargas de mesmo sinal da água, fazendo com que o filete sofra deflexão.

(X) As cargas elétricas em excesso no pente atraem as cargas de sinal oposto da água, fazendo com que o filete sofra deflexão (desvio).

() Todas as alternativas estão incorretas.

4. Marque a alternativa que melhor representa os processos pelos quais um corpo qualquer pode ser eletrizado. Eletrização por:

- () atrito, contato e aterramento
- () indução, aterramento e eletroscópio
- (X) atrito, contato e indução
- () contato, aquecimento e indução
- () aquecimento, aterramento e carregamento

As figuras de números 27 a 30 mostram os prints de tela das questões no modelo de formulário.

Figura 27: Primeira pergunta.

(UFPel) Em relação à eletrização de um corpo, analise as afirmativas a seguir. I. Se um corpo neutro perder elétrons, ele fica eletrizado positivamente; II. Atritando-se um bastão de vidro com uma flanela, ambos inicialmente neutros, eles se eletrizam com cargas iguais; III. O fenômeno da indução eletrostática consiste na separação de cargas no induzido pela presença do indutor eletrizado; IV. Aproximando-se um condutor eletrizado negativamente de outro neutro, sem tocá-lo, este permanece com carga total nula, sendo, no entanto, atraído pelo eletrizado. V. Um corpo carregado pode repelir um corpo neutro. Estão corretas *

1 ponto

- ☐ apenas a II e a IV.
- ☐ apenas a II, a III e a V.
- ☐ apenas a I, a II e a IV.
- ☐ apenas a I, a III e a IV.
- ☐ apenas a I, a IV e a V.

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 28: Segunda pergunta.

A respeito dos processos de eletrização, marque a alternativa incorreta: *

1 ponto

- ☐ Após a eletrização por contato, os corpos terão cargas elétricas de mesmo sinal.
- ☐ Na eletrização por indução, o corpo que inicia o processo já eletrizado é denominado de indutor.
- ☐ Ao atritar duas canetas compostas de polietileno, ambas ficam eletrizadas negativamente.
- ☐ A série triboelétrica é aplicada à eletrização por atrito.
- ☐ Após a eletrização por indução, o corpo induzido apresenta carga elétrica de sinal oposto à carga do indutor.

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 29: Terceira pergunta.

Um estudante atrita um pente de plástico em seu cabelo e aproxima-o de um filete de água, que imediatamente se encurva na direção do pente. Marque a alternativa que explica de forma correta o motivo pelo qual isso ocorre *

1 ponto

- ☐ O fenômeno é possível porque a água é um condutor universal.
- ☐ Após o atrito, o pente adquire a mesma carga elétrica da água, por isso, o filete é atraído.
- ☐ As cargas elétricas em excesso no pente atraem as cargas de mesmo sinal da água, fazendo com que o filete sofra deflexão.
- ☐ As cargas elétricas em excesso no pente atraem as cargas de sinal oposto da água, fazendo com que o filete sofra deflexão (desvio).
- ☐ Todas as alternativas estão incorretas.

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 30: Quarta pergunta.

Marque a alternativa que melhor representa os processos pelos quais um corpo qualquer pode ser eletrizado. Eletrização por: *

1 ponto

- ☐ atrito, contato e aterramento
- ☐ indução, aterramento e eletroscópio
- ☐ atrito, contato e indução
- ☐ contato, aquecimento e indução
- ☐ aquecimento, aterramento e carregamento

Fonte: Google forms. 2021.

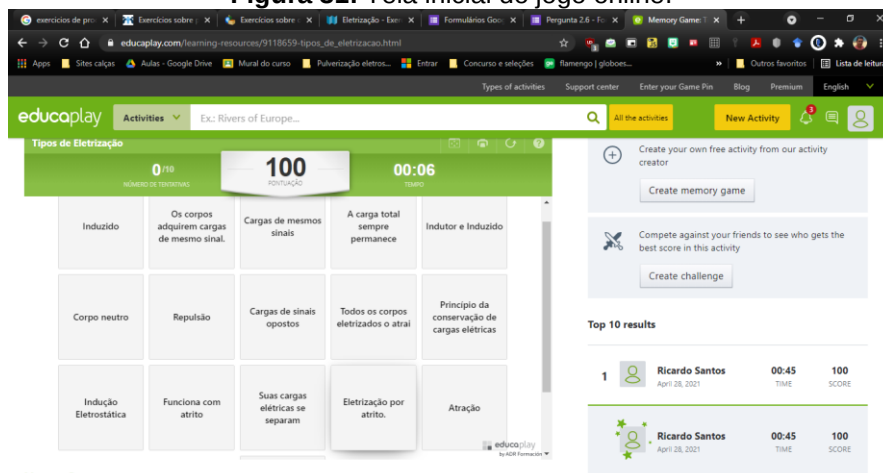
14º MOMENTO:

ATIVIDADE

Jogo online:

Os alunos foram convidados para jogar o jogo de palavras cruzadas envolvendo informações a respeito dos conceitos aprendidos. Vale salientar que antes do início da atividade foi exposto um vídeo explicativo sobre a forma de jogar. A tela do jogo é mostrada na figura 31.

Figura 31: Tela inicial do jogo online.

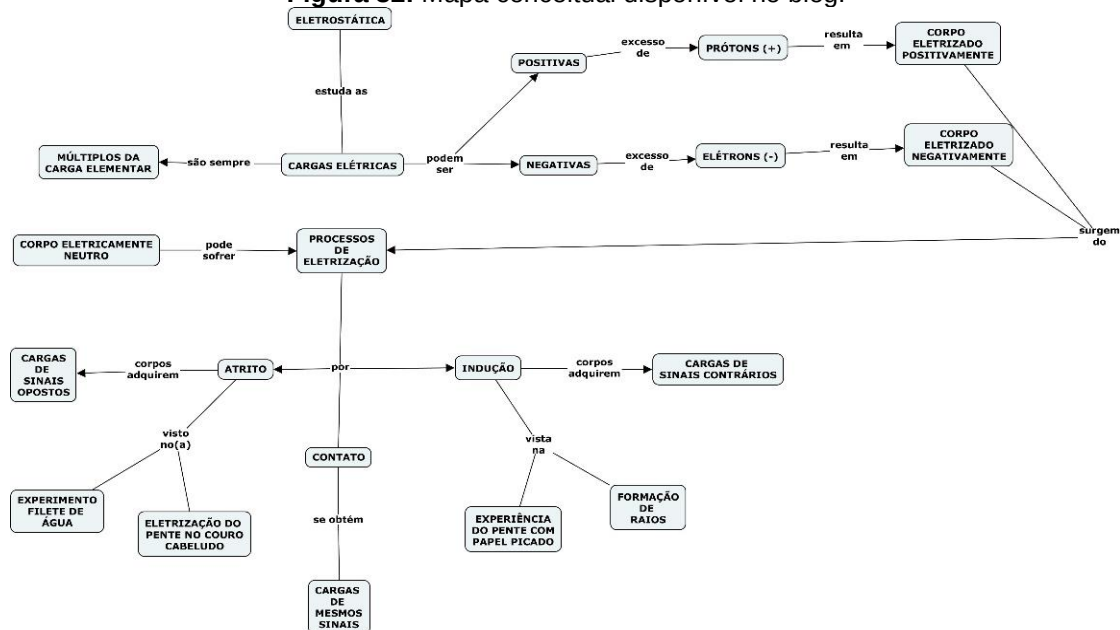


Fonte: https://www.educaplay.com/learning-resources/9118659-tipos_de_eletrizacao.html.

Parte final:

Como forma de revisar todo o conteúdo das três aulas, exibimos no blog um mapa conceitual abrangendo os três processos de eletrização. Mostramos, na figura 32, um imagem do mapa conceitual disponibilizado no blog.

Figura 32: Mapa conceitual disponível no blog.



Fonte: O autor. 2021

3º ENCONTRO – AULA 03

Título: Condutores e Isolantes

Ementa: Condutores, isolantes, dielétricos, ruptura dielétrica;

Objetivo Geral

- Definir isolantes, condutores e rigidez dielétrica a partir de comparações e associações partindo-se do mundo subatômico e das observações de situações do cotidiano.

Objetivos Específicos

- Descrever o mecanismo de condução de cargas elétricas no interior do átomo para que se entenda um isolante e um condutor a partir das propriedades da matéria.
- Comparar isolantes e condutores para que se entenda suas diferenças.
- Definir rigidez dielétrica para que se entenda o limiar entre um condutor e um isolante
- Associar rigidez dielétrica às propriedades da matéria para que se entenda a diferenças de comportamento eletrostático dos materiais
- Identificar alguns conceitos aprendidos na formação dos raios para que se vincule os conceitos aprendidos ao cotidiano possibilitando o suporte necessário ao desenvolvimento de ações interventoras no meio.

Recursos Educacionais:

Mídias digitais, projetor, smartphone, tablet, computador.

Desenvolvimento dos conteúdos:

Parte inicial:

Olá pessoal! Você sabia que nem todo corpo conduz bem cargas elétricas? Já notou que há objetos que dão choque e outros que não dão quando fazem contato com a rede elétrica de nossas casas? É sobre esse tema que nós vamos falar, os condutores e isolantes. A importância dele para nós vai desde a segurança elétrica

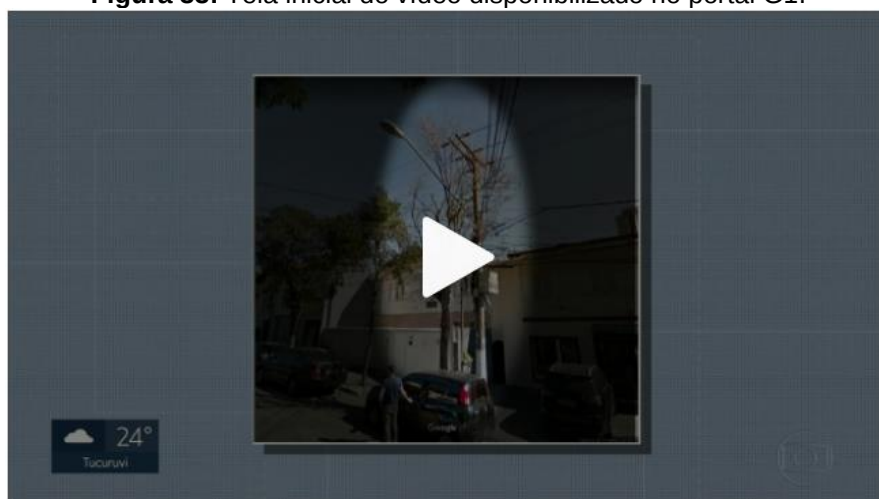
até a compreensão do mundo com olhos da ciência, fator importante para sermos pessoas esclarecidas.

Parte principal:

1º MOMENTO

O aluno foi convidado a clicar no link <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2018/11/16/mulher-leva-choque-a-encostar-em-arvore-na-zona-sul-de-sp.shtml> que o levou a uma matéria do portal G1 com o título “Mulher leva choque a encostar em árvore na Zona Sul de SP” contendo também um vídeo que visou iniciar a abordagem do tema condutores e isolantes elétricos através de um fato do cotidiano chamando atenção para o assunto. A tela inicial do vídeo é mostrada na figura 33.

Figura 33: Tela inicial do vídeo disponibilizado no portal G1.



Mulher leva choque ao encostar em árvore

Fonte: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2018/11/16/mulher-leva-choque-a-encostar-em-arvore-na-zona-sul-de-sp.shtml>

2º MOMENTO

Disponibilizamos uma videoaula sobre o tema dos condutores, isolantes e rigidez dielétrica que foi armazenada no link

<https://www.thinglink.com/video-card/1449638929610309635> e tem como finalidade abordar o tema relativo aos condutores e isolantes elétricos e também à rigidez dielétrica. A figura 34 mostra a tela inicial da videoaula.

Figura 34: Tela inicial do vídeo.

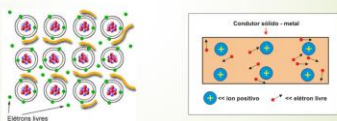


Fonte: <https://www.thinglink.com/video-card/1448844562683396098>

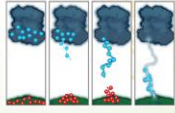
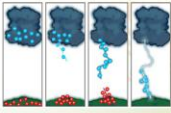
A videoaula foi gravada no site [thinglink.com](https://www.thinglink.com) seguindo o planejamento:

Quadro 6: Planejamento da gravação da vídeo aula.

Momento	Vídeo	Fala do Professor
1		Olá galera! Na aula passada vimos como eletrizar um corpo pelo processo de indução eletrostática. Vimos também, o curioso caso do corpo neutro, no qual um corpo neutro é atraído por qualquer outro corpo carregado. Além disso, nós entendemos o funcionamento de um eletroscópio.
2		Na aula de hoje nós aprenderemos o que é um condutor e um isolante. Veremos como diferenciá-los estudando como se dá o mecanismo da condução de cargas elétricas. Vamos ver também, o que é um dielétrico e junto com isso, o conceito de rigidez dielétrica. E para finalizar estudaremos um fenômeno natural no qual todos esses conceitos estão inseridos: a formação de raios! Então vamos à aula

3	Condutores e Isolantes ■ Condutores: São materiais nos quais as cargas elétricas podem se movimentar de uma região para a outra do seu corpo. - Ex: Geralmente os metais são bons condutores de cargas elétricas 	Podemos perceber que há certos materiais que dão choque e outros que não sentimos esta sensação desagradável quando o tocamos. O choque ocorre quando o nosso corpo é atravessado por cargas elétricas. Nesse sentido, se um material nos dá choque, significa que ele conduz bem as cargas elétricas, ou seja, essas cargas conseguem atravessar o material. Para estes tipos de materiais nós damos o nome de condutores. Os metais, geralmente são condutores porque as cargas elétricas conseguem se movimentar através deles com facilidade. Falando nisso, como se dá esse movimento de cargas elétricas no interior de um condutor?
4	Como ocorre a condução das Cargas Elétricas? ■ Elétrons mais externos do átomo se desprendem e se movem livremente pelo material. 	Observem a imagem da esquerda. Como sabemos, a matéria é feita de átomos e moléculas. Nessa figura, temos os átomos que formam determinado material. O núcleo do átomo é formado por essas bolinhas azuis e vermelhas. Já os elétrons, são as bolinhas verdes. Essas circunferências ao redor do núcleo, são as órbitas dos elétrons em torno do núcleo. Como já dissemos, esse modelo de átomo não é o mais atual, mas ele explica muito bem o que é preciso entender. Notem que há elétrons que estão sobre a circunferência e outros que estão fora dela. Os que estão na circunferência, estão presos ao átomo por causa da atração dos elétrons com o núcleo, elétrons não conseguem se desprender e viajar pra fora. Isso acontece com os elétrons mais próximos do núcleo porque, quanto mais próximo o elétron estiver do núcleo, maior será a força de atração entre eles. Porém vejam que há elétrons (em verde) que não estão na órbita do átomo (que é a circunferência com o núcleo no centro). Esses elétrons estão livres e porque isso aconteceu? Porque esses elétrons eram fracamente

		atraídos pelo núcleo do átomo porque estavam na órbita mais externa do átomo, ou seja, eles eram os elétrons mais afastados do núcleo. Nos átomos dos metais os elétrons mais afastados costumam fracamente atraídos, por isso eles ficam livres e são chamados assim, de elétrons livres. Por esse motivo é que chamamos a maioria dos metais de condutores, porque esses elétrons livres são justamente as cargas que serão conduzidas pelo condutor. Se vocês olharem para o gif da direita, verão como se dá o movimento desses elétrons livres que são representados pelas bolinhas vermelhas. As bolinhas azuis com sinais positivos, são o núcleo do átomo.
5	Condutores e Isolantes Isolante: São materiais que não permitem a passagem de cargas elétricas através dele. Ex: Muitos objetos não metálicos funcionam como isolantes como o plástico, vidro, borracha isopor, lã, madeira, papel e outros 	Nos isolantes elétricos, isso não acontece porque não há elétrons livres pelo material já que eles não são fracamente atraídos pelo núcleo dos átomos que compõem o material. Portanto, nos isolantes, não há movimento de elétrons livres pelo material. Como exemplo de isolantes, podemos citar o plástico, o vidro, a lã, entre outros.
6	Dielétricos - São materiais isolantes porque são feitos de materiais que dificultam o movimento das cargas elétricas. Ex: Ar, vidro, cerâmica, plástico, porcelana, etc. - São usados em equipamentos de proteção individual (EPI) e em capacitores (equipamentos que acumulam cargas elétricas) 	Vamos agora conhecer um pouco materiais chamados dielétricos. Os dielétricos são materiais isolantes porque são feitos de materiais que dificultam o movimento das cargas elétricas. São usados em equipamentos de proteção individual (EPI) e em capacitores (equipamentos que acumulam cargas elétricas). Então o dielétrico impede que cargas elétricas se movimentem sobre ele.
7	Dielétricos - Com energia suficiente para isto, as cargas elétricas conseguem atravessar um material dielétrico. - Raios: Ar é o dielétrico 	Mas há casos nos quais as cargas vão estar dotadas de tanta energia que o dielétrico não vai conseguir impedi-la de passar por ele. É assim que os raios são formados com o ar funcionando como dielétrico. Mas vamos falar um pouco sobre eles

8	Formação dos Raios ■ Raios são descargas elétricas em movimento (negativas ou positivas) que geralmente ocorrem de nuvem para nuvem ou da nuvem para o solo.  Bora saber mais sobre raios?	Os raios são formados por cargas elétricas (positivas ou negativas) em movimento. Então o movimento dessas cargas elétricas origina o raio. Geralmente os raios ocorrem de uma nuvem para a outra ou de uma nuvem para o solo com outras situações menos corriqueiras.
9	Formação dos Raios ■ Isto ocorre quando as cargas elétricas acumuladas nas nuvens possuem um estado energético (energia potencial) tão elevado que o ar não consegue mais dificultar a sua passagem, tornando-se um condutor. 	Isto ocorre quando as cargas elétricas acumuladas nas nuvens possuem um estado energético (energia potencial) tão elevado que o ar não consegue mais dificultar a sua passagem, tornando-se um condutor. A energia potencial está associada com a tendência de movimento das cargas elétricas. Então, quanto maior a energia potencial, maior será essa tendência de movimento das cargas elétricas que estão armazenadas no interior das nuvens.
10	Ruptura Dielétrica ■ No caso dos raios, o dielétrico é o ar. Quando ele não consegue mais evitar que as cargas elétricas da nuvem o atravessem em direção ao solo ou outra nuvem, dizemos que houve uma ruptura dielétrica. ■ Isolante vira condutor. 	No caso dos raios, o dielétrico é o ar. Quando ele não consegue mais evitar que as cargas elétricas das nuvens o atravessem em direção ao solo ou outra nuvem, dizemos que houve uma ruptura dielétrica. Quando ocorre a ruptura dielétrica o isolante elétrico se transforma em condutor.
11	Rigidez Dielétrica ■ Está associada ao valor mínimo de energia (energia potencial) que as cargas elétricas adquirem de modo que o dielétrico não consegue mais impedir que elas o atravessem. ■ Esse valor depende de cada material	A rigidez dielétrica está associada ao valor mínimo de energia (energia potencial) que as cargas elétricas adquirem de modo que o dielétrico não consegue mais impedir que elas o atravessem. Esse valor depende de cada material.
12	Rigidez Dielétrica  Um isolante pode se tornar um condutor.	Então a rigidez dielétrica funciona como um limiar entre a condição de isolante e a de condutor. Para valores de energia das cargas elétricas acima de um valor associado à rigidez dielétrica, o dielétrico vai se comportar como um condutor elétrico. Para valores abaixo, teremos um comportamento de isolante elétrico.

Fonte: O autor. 2021.

3º MOMENTO

A reprodução da videoaula sobre condutores, isolante e rigidez dielétrica gerou links através de botões virtuais que deram acesso a questionários que visaram avaliar a progressão da aprendizagem do aluno. Expomos a seguir as perguntas que foram respondidas pelos alunos

1. Sobre os condutores, marque a alternativa correta

() não conduzem cargas elétricas.

(X) conduzem cargas elétricas.

() o vidro é um condutor.

() os metais não são condutores.

() um material condutor vai se tornando isolante com o aumento da sua temperatura.

2. Os isolantes são:

(X) meios que dificultam a passagem de cargas elétricas.

() meios que facilitam a passagem das cargas elétricas.

() materiais que não podem ser usados para a prevenção de acidentes elétricos.

() materiais cujos átomos não possuem cargas elétricas negativas por isso não conduzem cargas elétricas.

() materiais cujos átomos não possuem cargas elétricas positivas por isso não conduzem cargas elétricas.

3. Um isolante se torna condutor quando o material dielétrico do qual é feito sofre

() grande aquecimento.

(X) uma ruptura dielétrica.

() um resfriamento.

() um processo de eletrização por indução.

() um processo de eletrização por atrito.

Podemos verificar como ficaram as questões inseridas nos formulários através das figuras 35, 36 e 37:

Figura 35: Primeira pergunta

Sobre os condutores, marque a alternativa correta *

1 ponto

- ☐ os metais não são condutores.
- ☐ conduzem cargas elétricas.
- ☐ um material condutor vai se tornando isolante com o aumento da sua temperatura.
- ☐ o vidro é um condutor.
- ☐ não conduzem cargas elétricas.

Enviar Limpar formulário

Fonte: Google forms. 2021.

Figura36: Segunda pergunta

Os isolantes são: *

1 ponto

- ☐ materiais que não podem ser usados para a prevenção de acidentes elétricos.
- ☐ materiais cujos átomos não possuem cargas elétricas positivas por isso não conduzem cargas elétricas.
- ☐ materiais cujos átomos não possuem cargas elétricas negativas por isso não conduzem cargas elétricas.
- ☐ Meios que dificultam as passagem de cargas elétricas
- ☐ Meios que facilitam a passagem das cargas elétricas.

Enviar Página 1 de 1 Limpar formulário

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 37: Terceira pergunta

Um isolante se torna condutor quando o material dielétrico do qual é feito sofre *

1 ponto

- ☐ grande aquecimento.
- ☐ um processo de eletrização por atrito
- ☐ um resfriamento
- ☐ uma ruptura dielétrica
- ☐ um processo de eletrização por indução

Enviar Limpar formulário

Fonte: Google forms. 2021.

4º MOMENTO:

Para estimular a curiosidade e despertar o interesse pelo tema dos raios, expomos um vídeo sobre os raios invertidos com a seguinte pergunta: Já viu um raio subir? Na figura 38, vemos um print da tela do vídeo.

Figura 38: Print do vídeo sobre os raios invertidos



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=jJwD7009g8c>

5º MOMENTO:

Apresentamos um texto com o título “A Física e a vida no campo” de acordo com os dizeres:

A FÍSICA E A VIDA NO CAMPO

Sabemos que a população cresce vertiginosamente e que a demanda por alimentos é cada vez maior. Ao mesmo tempo, a produção de alimentos não consegue acompanhar o crescimento populacional. A necessidade de se produzir cada vez mais alimentos faz com que o setor agropecuário venha contando com a ciência visando a busca de soluções que possam melhorar a produtividade no campo. Uma dessas soluções se encontra no teste da condutividade elétrica do solo. O teste

consiste em medir a capacidade do solo de conduzir cargas elétricas através do uso de equipamentos especialmente desenvolvidos para isto. Uma dessas máquinas aparece na imagem abaixo. Ela possui dois eletrodos que ficam em contato com o solo para provocar uma movimentação das suas cargas elétricas e outros dois para medir a intensidade com que essa movimentação acontece. Assim, um solo que apresente uma maior movimentação de cargas elétricas, será mais rico em sais minerais. Por outro lado, um solo pobre de sais minerais possui baixa movimentação de cargas elétricas. Fazendo-se este tipo de procedimento, pode-se fazer as correções necessárias no solo como adubação, por exemplo, para se ter uma colheita mais produtiva.

6º MOMENTO

Após a leitura do texto “A Física e a vida no campo” os alunos responderam um questionário contendo uma pergunta que leva em consideração a aplicação dos conceitos vistos de condutores e isolantes elétricos em uma situação do cotidiano. A seguir, as perguntas que foram respondidas.

1. Sobre os raios conectantes podemos afirmar que:

- ☐ Conectam-se aos raios que sobem trazendo-os para o solo.
- ☒ Conectam-se aos raios que descem trazendo-os para o solo.
- ☐ São raios que atingem as conexões pontudas dos prédios e casas.
- ☐ São raios que ocorrem entre duas nuvens próximas, conectando-as.
- ☐ Não costumam ocorrer em locais muito elevados

2. João resolveu tomar banho e, após iniciar o banho, já molhado, com o piso molhado e com o chuveiro ligado, percebeu que a água estava muito quente. Assim, ele resolveu mudar a chave do chuveiro para a posição verão. Explique qual foi o erro de João e o que poderia ser feito para não cometer tal erro?

- ☐ João errou ao não desligar o chuveiro para fazer a mudança de temperatura.
- ☐ João errou ao mudar bruscamente de temperatura podendo ter um choque térmico.
- ☐ João errou ao não se secar e ao não desligar o chuveiro para efetuar a troca.

(X) João errou ao não efetuar a mudança para verão antes de iniciar o banho e com o chuveiro desligado.

() João errou ao não se secar para fazer a troca.

As imagens das perguntas inseridas nos formulários abertos pelos alunos durante a reprodução do vídeo sobre modelos atômicos são exibidas nas imagens das figuras 39 e 40.

Figura 39: Primeira pergunta

Sobre os raios conectantes podemos afirmar que *

- ☐ Conectam-se aos raios que sobem trazendo-os para o solo.
- ☐ Conectam-se aos raios que descem trazendo-os para o solo.
- ☐ São raios que atingem as conexões pontudas dos prédios e casas.
- ☐ São raios que ocorrem entre duas nuvens próximas, conectando-as.
- ☐ Não costumam ocorrer em locais muito elevados

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 40: Segunda pergunta

João resolveu tomar banho e, após iniciar o banho, já molhado, com o piso molhado e com o chuveiro ligado, percebeu que a água estava muito quente. Assim, ele resolveu mudar a chave do chuveiro para a posição verão. Explique qual foi o erro de João e o que poderia ser feito para não cometer tal erro? *

- ☐ João errou ao não desligar o chuveiro para fazer a mudança de temperatura.
- ☐ João errou ao mudar bruscamente de temperatura podendo ter um choque térmico.
- ☐ João errou ao não se secar e ao não desligar o chuveiro para efetuar a troca.
- ☐ João errou ao não efetuar a mudança para verão antes de iniciar o banho e com o chuveiro desligado.
- ☐ João errou ao não se secar para fazer a troca

Fonte: Google forms. 2021.

7º MOMENTO:

Com o propósito de comparar a condutividade da água destilada com a água salgada, uma experiência utilizando água destilada e sal de cozinha foi mostrada no vídeo exposto no blog. Para estimular a curiosidade e motivar o aluno a assistir o vídeo, utilizamos os seguintes dizeres: Seria a água condutora ou isolante elétrica? Saiba mais clicando na experiência do vídeo abaixo! A figura 41 traz uma imagem de tela inicial do vídeo.

Figura 41: Print do vídeo sobre a experiência com a água

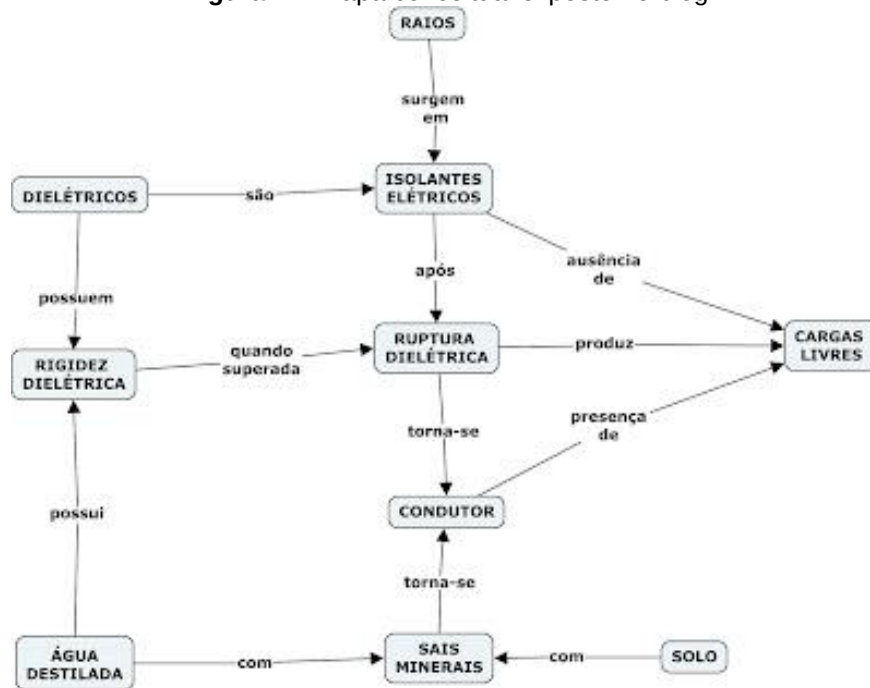


Fonte: O autor. 2021.

8º MOMENTO:

Como forma de revisar todo o conteúdo visto, foi apresentado um mapa conceitual sobre todo o conteúdo que foi exposto na terceira web página do blog Física Fácil. A imagem do mapa conceitual é mostrada na figura 42.

Figura 42: Mapa conceitual exposto no blog



Fonte: O autor. 2021.

Capítulo 4

Resultados e Discussões

Neste capítulo apresentamos os resultados e discussões referentes as atividades desenvolvidas durante a aplicação do produto educacional. O produto “Uma Sequência didática sobre eletrização dos corpos numa perspectiva da Pedagogia da Alternância no Ensino Médio” foi hospedado no link <https://fisicanomeudia.blogspot.com/> e é composto por três webs páginas, que para efeito de análise, abordaremos em três seções distintas com os seguintes temas: (1) Modelos Atômicos e Quantização da carga elétrica; (2) Os Processos de Eletrização (3) Condutores e Isolantes.

4.1. Modelos Atômicos e Quantização de Carga Elétrica

Na primeira Web página, tivemos por objetivo realizar uma revisão acerca dos modelos atômicos tendo como eixo norteador os conhecimentos prévios dos alunos e a conceitualização de carga elétrica e sua quantização. Para realizarmos a análise da evolução conceitual do tema trabalhado no produto, a web página continha atividades que foram distribuídas como podemos visualizar na tabela 5.1.

Tabela 5.1: Atividades da web página Modelos Atômicos e Quantização da carga elétrica	
Atividade	Estratégia avaliativa
1	Vídeoquizz sobre os modelos atômicos contendo 6 questões.
2	Linha do tempo para revisar o conteúdo visto na seção anterior.
3	Você Sabia? (Uma seção que trabalha com curiosidades sobre o tema).
4	Vídeoquizz sobre a Quantização da carga elétrica contendo 5 questões.
5	Jogo Educativo com questões a respeito do conteúdo trabalhado
6	Para saber mais! (Uma seção dedicada ao aprofundamento sobre o conteúdo)

Fonte: O autor, 2021.

4.1.1. Análise dos Questionários do Vídequiz sobre os Modelos Atômicos

Este questionário continha 6 questões que tinham por objetivo analisar a evolução conceitual dos alunos acerca dos modelos atômicos durante a reprodução do vídeo. As questões estão apresentadas no quadro 5.1.

Quadro 5.1: Questões do videquiz sobre os modelos atômicos.

01 - Dentre as características do átomo de Dalton a indivisibilidade nos levou a acreditar que o átomo era a menor porção da matéria. Cite outras três características do átomo de Dalton.

- ☐ Era maciço, esférico e indivisível
- ☐ Era esférico, divisível e maciço
- ☐ Era esférico, internamente oco e indivisível
- ☐ Era de formato irregular, maciço e indivisível
- ☐ Era de formato irregular, internamente oco e divisível

02 - Qual instrumento Thomson utilizou para fazer descobertas importantes que o levou a formular o seu modelo atômico?

- ☐ Tubo de Pitot
- ☐ Tubo de ensaio
- ☐ Ampola de Crookes
- ☐ Ampola de Burgmer
- ☐ Vaso de Brender

03 - Qual foi uma das mais importantes descobertas de Thomson que foi inserida em seu modelo atômico?

- ☐ A bola de bilhar
- ☐ A ampola de Crookes
- ☐ O núcleo do átomo
- ☐ O elétron
- ☐ A massa do átomo

04 - Como ficou conhecido o modelo atômico de Thomson?

- ☐ Modelo do elétron
- ☐ Modelo do pudim de passas
- ☐ Modelo da bola de bilhar
- ☐ Modelo das massas dos átomos
- ☐ Modelo ampola de crookes

05 - Como ficou conhecido o modelo atômico de Rutherford?

- ☐ Modelo esférico
- ☐ Modelo de passas
- ☐ Modelo da Bola de bilhar
- ☐ Modelo Planetário
- ☐ Modelo do Satélite

- 06 - Qual experimento possibilitou a Rutherford propor o seu modelo atômico?
- () Experimento do vaso de Crookes
 - () Experimento da lâmina de ouro bombardeada por radiação alfa
 - () Experimento do tubo de raios alfa
 - () Experimento tubo de raios anódicos
 - () Experimento da bola de bilhar

Fonte: O autor, 2021.

Na questão 01 tivemos por objetivo identificar se o estudante conhece as características do átomo de Dalton. Como todos os 8 alunos responderam a questão corretamente, isto sugere que os mesmos conseguiram reconhecer o modelo atômico de Dalton a partir de suas características.

Na questão 02 procuramos explorar o experimento realizado por Thomson e o que o ajudou a formular o seu modelo atômico. Perguntamos qual experimento foi esse. Dos 8 alunos que responderam a questão, 6 o fizeram corretamente marcando a alternativa referente à ampola de Crookes. Os dois alunos que erraram marcaram a alternativa do tubo de ensaio. Isto ocorreu provavelmente porque é importante considerarmos a experiência cotidiana do aluno que não tem familiaridade com equipamentos como tubo de ensaio e ampola de Crookes. Segundo Martin e Solbes (2001, tradução nossa)¹: “que não podemos relacionar facilmente com a experiência cotidiana do aluno, como pode ocorrer com conceitos de mecânica”.

A questão 03 procurou identificar se o aluno conhecia a relação que o elétron tem com o modelo atômico de Thomson. Foi perguntado qual foi uma das mais importantes descobertas de Thomson que estava inserida em seu modelo atômico. Dos 8 alunos que responderam, 5 acertaram ao responder que foi o elétron. Entretanto tivemos 3 respostas incorretas das quais 2 foram marcadas na alternativa do núcleo atômico e 1 na da bola de bilhar. No vídeo e em diversas situações referentes ao modelo atômico de Thomson utiliza-se a analogia do pudim de passas. Nunes, Ferraz e Justina (2007) relatam na obra “Atividades didáticas com o uso de analogia em ciências” que o ensino de ciências se torna mais acessível e de fácil compreensão quando o professor faz uso de recurso didático disponível que são as

¹ “que no los podemos relacionar fácilmente con la experiencia cotidiana de los alumnos, como puede ocurrir con los conceptos de mecânica”

analogias, pois é um recurso didático que oferece grandes contribuições nas atividades de ensino e aprendizagem.

Na questão 04 tivemos por objetivo identificar se o aluno conseguiu distinguir, dentre os modelos atômicos que aprendeu, a afirmativa cujas características alegadas se referem ao modelo de Thomson, bem como se há uma diferenciação entre o que é modelo atômico e o que é instrumento de análise em laboratório. Todos os alunos marcaram a alternativa correta que se refere ao modelo do pudim de passas, o que demonstra que supostamente conseguiram fazer as alegadas distinções e diferenciações com êxito, alcançando os objetivos esperados.

Analizando a questão 05, procuramos identificar se o aluno conseguiu fazer associações entre o conteúdo abordado sobre o modelo de Rutherford e o sistema planetário, aprendido na primeira série do ensino médio. Como todos os alunos acertaram a resposta, podemos identificar que não houve dificuldades em associar os modelos, mesmo sendo de temas diferentes.

Finalmente, na questão 06, abordamos o aspecto evolutivo dos modelos atômicos. A intenção foi identificar se o aluno conseguiu verificar que Rutherford criou o seu modelo a partir de evidências experimentais e teóricas e que a ciência evolui a partir da contribuição de vários cientistas. Dos 8 alunos que responderam a questão, 7 acertaram ao marcar a alternativa referente ao experimento da lâmina de ouro bombardeada por radiação alfa como resposta para a pergunta sobre “qual experimento possibilitou a Rutherford propor o seu modelo atômico” um único aluno marcou erroneamente a alternativa que se referia ao vaso de Crookes como resposta. Acreditamos que o equívoco se deu devido a uma situação parecida à ocorrida na resposta da questão 2, na qual o aluno, muitas vezes, não tem familiaridade com equipamentos de laboratório, o que dificulta a relação entre o conteúdo e a sua experiência cotidiana.

Realizando uma simples análise desta situação inicial de aula, observamos que aliar atividades ao vídeo no ambiente thinglink foi satisfatório e inovador para a prática no ambiente virtual e possivelmente para o ambiente de sala de aula presencial, uma vez que deve proporcionar maior atenção do aluno aos conceitos trabalhados devido às atividades desenvolvidas durante a apresentação.

4.1.2. Análise dos Questionários do Vídeoquizz sobre a Quantização da Carga Elétrica

Este questionário continha 5 perguntas que visavam analisar se houve assimilação dos conceitos abordados na videoaula, relacionando-os com o seu cotidiano. Assim, no quadro 5.2, dispomos os enunciados das questões bem como suas afirmativas.

Quadro 5.2: Questões do vídeoquizz sobre a Quantização da Carga Elétrica.

- 01 - Sobre o modelo atômico de Rutherford-Bohr é importante considerar que
- ☐ os elétrons são partículas de carga positiva e se encontram no núcleo do átomo.
 - ☐ os prótons não possuem carga elétrica e se encontram no núcleo do átomo.
 - ☐ possui um núcleo formado por prótons e nêutrons.
 - ☐ O nêutron possui carga elétrica negativa e está localizado no núcleo do átomo.
 - ☐ prótons e elétrons possuem cargas de mesmo módulo, de mesmos sinais e estão localizados no núcleo do átomo.
- 02 - No seu cotidiano você já se deparou com diversos fenômenos naturais. Dos fenômenos abaixo qual não possui qualquer semelhança com o modelo quantizado da carga elétrica? Considere estes fenômenos do ponto de vista macroscópico.
- ☐ Retirar sacos de cimento de um caminhão.
 - ☐ Catar feijão.
 - ☐ Colher várias acerolas no pé.
 - ☐ Contar animais no pasto.
 - ☐ Volume de água descendo pelo chuveiro.
- 03 - Sobre a carga elementar podemos afirmar que
- ☐ Foi descoberta por Millikan e seu módulo corresponde ao módulo da carga elétrica do elétron.
 - ☐ Foi descoberta por Coulomb e seu módulo corresponde ao módulo da carga do elétron.
 - ☐ A sua existência foi prevista por Benjamin Franklin quando propôs o seu conceito de carga fluídica.
 - ☐ Corresponde a um elemento de carga positiva contido em um corpo.
 - ☐ Corresponde à carga líquida contida em qualquer corpo eletrizado.
- 04 - Sobre o elétron podemos considerar que
- ☐ sua carga possui o mesmo módulo da carga do próton.
 - ☐ possui carga positiva.
 - ☐ não possui carga elétrica.
 - ☐ sua carga é fluídica.
 - ☐ localiza-se no núcleo do átomo.

05 - O que acontece quando retiramos elétrons de um corpo neutro?

- ☐ O corpo fica eletrizado positivamente.
- ☐ O corpo fica eletrizado negativamente.
- ☐ O corpo permanece neutro.
- ☐ Nada podemos afirmar sobre a natureza elétrica do corpo.
- ☐ Não é possível retirar elétrons de um corpo neutro.

Fonte: O autor, 2021.

Na questão 01 foram realizadas considerações a respeito do modelo atômico de Rutherford-Bohr. Destas, apenas uma era verdadeira e o aluno deveria encontrá-la. Das oito respostas obtidas, cinco foram assinaladas corretamente. Das outras três respostas obtidas, uma afirmou ser o elétron uma partícula positiva que se localiza no núcleo atômico, outra resposta atribuía ao Nêutron, a carga elétrica negativa e a última afirmou que prótons e elétrons possuem cargas de mesmo módulo, de mesmos sinais e estão localizados no núcleo do átomo.

Podemos considerar que estas três respostas incorretas podem estar ligadas à dificuldade do aluno em lidar com modelos, pois, para Chassot (1996, p. 3): “Construir modelos, isto é, imaginar átomos — e vale recordar que imaginar é fazer imagens — tem limitações e exigências que transcendem as interações mais usuais em nosso cotidiano.” Notamos a dificuldade dos alunos em trabalhar com modelos desde a situação do vídeo, por isso, foi necessária a ação do professor na aula síncrona para uma melhor explicação acerca de modelos atômicos.

A questão 02 tratou do modelo quantizado da carga elétrica. Nela procuramos identificar se o aluno conseguiu estabelecer uma diferença entre os aspectos quantizados e não quantizados da matéria, considerando os diferentes contextos envolvidos. Para isso, foram criadas analogias para que fossem estabelecidas associações com o conteúdo visto sobre carga elétrica quantizada. Assim, foram explicitados vários fenômenos do cotidiano do aluno, como catar feijão, colher acerola no pé, contar os animais no pasto, água caindo do chuveiro, entre outros, e perguntou-se qual desses fenômenos não tinha qualquer semelhança com o modelo quantizado da carga elétrica. Quatro alunos marcaram “contar animais no pasto”, dois alunos escolheram “retirar sacos de cimento de um caminhão” e um aluno marcou “catar feijão”.

Somente um aluno, dentre os oito que responderam, acertou a resposta correta ao marcar “volume de água descendo pelo chuveiro”. Percebemos que isto ocorreu porque “Em geral, os alunos não perceberam de imediato a função didática do uso de

analogias; pareceu-lhes um rompimento com a programação prevista para ensinar um tópico extra...” (TERRAZZAN et al, 2003). Situação que já havia ocorrido na atividade do vídeo, que parece equivocada ser repetida no material, mas que oportunamente realizamos por querer verificar se realmente seria um problema didático, evidenciamos que sim, e procuramos discutir e resolver em aula síncrona com os alunos.

Na 3ª questão procuramos descobrir se o aluno possuía o conhecimento histórico a respeito da quantização da carga elétrica. Foram feitas afirmações envolvendo estes aspectos históricos bem como sobre o seu significado. Das oito respostas analisadas, percebemos que seis estavam corretas. Das duas marcações incorretas, uma afirmava ser positiva a carga elementar e a outra a tratava como uma carga líquida. Supomos que os erros foram cometidos pelos mesmos motivos apresentados na questão 02, já que os alunos apresentaram dificuldade de fazer associações entre o conteúdo e as analogias propostas.

O conhecimento do aluno a respeito da natureza elétrica do elétron foi objeto de análise no tocante à questão 04. Foram feitas cinco afirmações a esse respeito e o aluno deveria marcar a alternativa correta. Dos oito alunos que responderam à questão, cinco acertaram mostrando que conseguem comparar assertivamente a carga do elétron em relação à do próton. No entanto, houve 3 respostas incorretas dentre elas, uma afirmou estar, o elétron, no núcleo do átomo e as outras duas consideraram fluídica a sua carga. Entendemos que esses erros possivelmente se devem às dificuldades relativas à compreensão das analogias utilizadas durante a aula para a carga fluídica e para o modelo atômico conforme explicitado na questão 02.

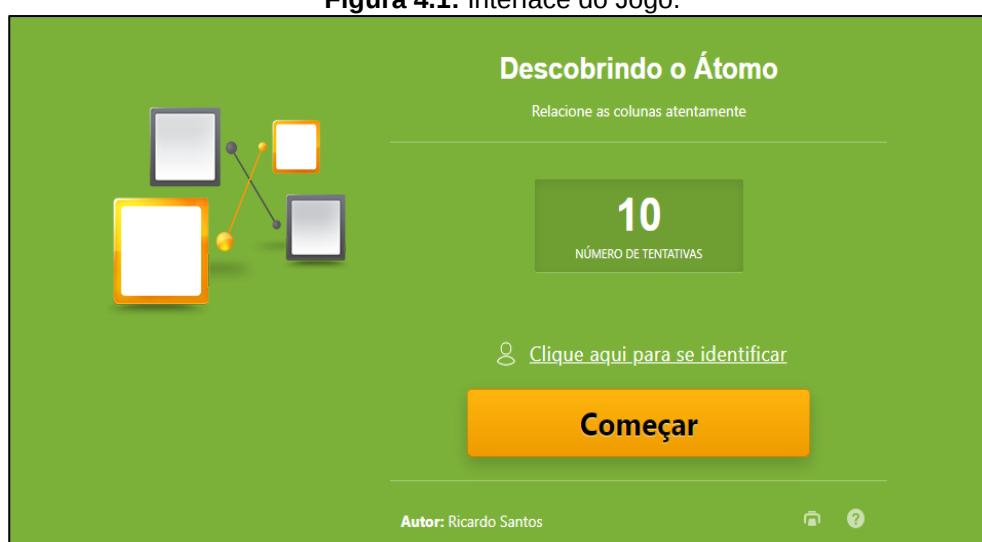
Por fim, em reação à questão 05, a ideia aqui foi identificar o conhecimento dos alunos sobre os processos de eletrização. Foi perguntado o que acontece quando um corpo perde um elétron. O aluno tinha que marcar a afirmação verdadeira dentre as cinco que foram propostas. Notamos que o desempenho dos alunos foi considerado bom, pois sete alunos, dos oito que responderam a questão, acertaram a resposta. Acreditamos que o único erro pode ter ocorrido pela concepção espontânea do aluno porque segundo Fiuza (2015), quando analisou as questões de pré-teste em seu trabalho de monografia: “Na primeira questão, vários alunos responderam que o movimento das cargas entre as esferas se dá através da movimentação de prótons e não de elétrons”.

Para situação específica de pedagogia da alternância, em escola do campo, notamos que o material utilizado nas aulas assíncronas, mesmo tendo uma boa resposta dos alunos para situações referentes aos modelos atômicos, foi necessária uma interferência do professor em aulas síncrona, possivelmente ligada às dificuldades de conhecimentos prévios sobre o tema e a compreensão das analogias durante as aulas gravadas.

4.1.3. Análise do jogo “Matching Columns”

Os alunos foram convidados para jogar o “Matching Columns”¹, jogo formado por duas colunas contendo sete assertivas cada. Para pontuar, o aluno precisou associar corretamente assertivas contidas na coluna esquerda (Figura 4.3) com as da coluna direita (Figura 4.4). Cada assertiva de uma coluna deveria ser associada a uma única assertiva da outra, só havendo um tipo de associação correta por assertiva. Todas as afirmativas foram baseadas no conteúdo visto no videoquizz sobre os modelos atômicos disponibilizados no blog Física Fácil e assistido pelos alunos, com as seguintes interfaces mostradas nas figuras 4.1 e 4.2:

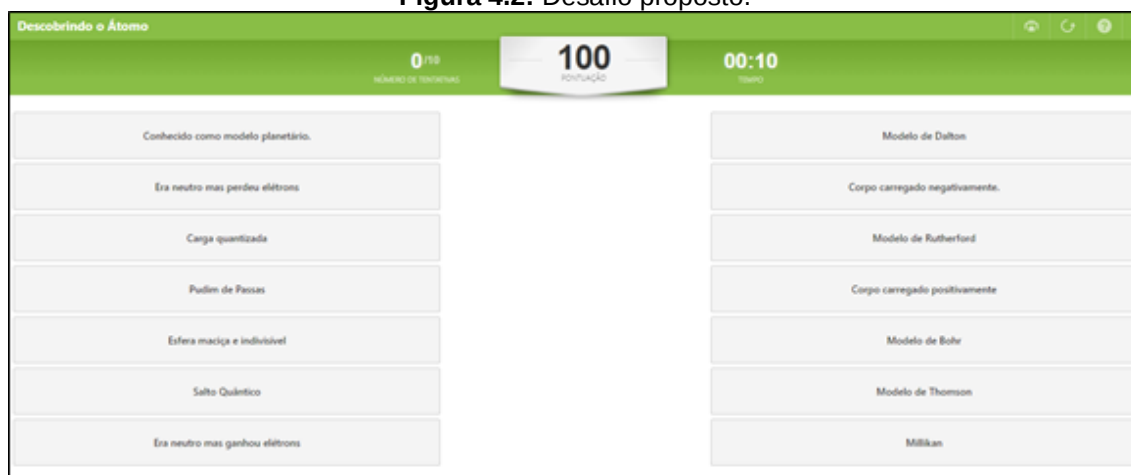
Figura 4.1: Interface do Jogo.



Fonte: O autor. 2021.

Ao selecionar “Começar” o aluno encontrou o seguinte desafio mostrado na figura 4.2 ou nas figuras 4.3 e 4.4:

Figura 4.2: Desafio proposto.



Fonte: O autor. 2021.

Este jogo visou verificar se o aluno conseguiu identificar e separar, dentre os conteúdos vistos no videoquizz, aqueles que estão mais relacionados com as afirmativas observadas. Além disto, o estudante deve ser capaz de fazer as associações necessárias evidenciando evolução no aprendizado do conteúdo visto ao criar relações entre as partes estudadas. Nas figuras 4.3 e 4.4 temos imagens das duas colunas mencionadas do jogo.

Figura 4.3: Itens à esquerda.

Pudim de Passas
Era neutro, mas ganhou elétrons.
Salto Quântico
Esfera Maciça e Indivisível
Carga Quantizada
Conhecido como Modelo Planetário
Era neutro, mas perdeu elétrons.

Fonte: O autor. 2021.

Figura 4.4: Itens à direita.

Modelo de Dalton
<u>Millikan</u>
Corpo carregado negativamente.
Modelo de Thomson
Modelo de Rutherford
Corpo carregado positivamente
Modelo de Bohr

Fonte: O autor. 2021.

Todos os participantes iniciam o jogo com 100 pontos e, a cada erro, há um desconto de dez por cento da sua pontuação anterior. Por exemplo, um aluno que

comete o primeiro erro ficará com $100 - 100.10\% = 90$ pontos. Ao cometer o segundo erro sua pontuação será $90 - 90.10\% = 81$ pontos e assim sucessivamente. As pontuações são fornecidas sempre em valores inteiros e sempre com arredondamento inferior, desconsiderando as regras matemáticas, de modo que a tabela 4.2 nos informa a pontuação conseguida por um aluno em função do seu número de associações erradas.

Tabela 4.2: Simulação da Pontuação por acerto.

Pontuação	100	90	81	73	66	60	54	49	45
Nº de Erros	0	1	2	3	4	5	6	7	8

Fonte: O autor. 2021.

Ao final do jogo o participante tem as seguintes informações mostradas na figura 4.5.

Figura 4.5: Informações que os participantes obtêm ao final do jogo



Fonte: O autor. 2021

Desta forma, o participante pode verificar o tempo, a pontuação, o número de respostas e todas as respostas correspondentes. Esse é um processo de aprendizagem lúdico através das mídias digitais que permite um maior engajamento com o conteúdo de forma bem descontraída. Para incentivar a competitividade entre os jogadores, ao final, o jogo também faz um ranking com a pontuação obtida pelos

discentes, assim o participante pode jogar mais vezes para aumentar o seu score. A tabela 4.3 mostra os resultados obtidos pelos sete alunos que utilizaram o jogo.

Tabela 4.3: Número de participantes com o resultado final do jogo.

Aluno	Pontuação
1	100
2	100
3	81
4	73
5	66
6	54
7	45

Fonte: O autor. 2021.

Fazendo o comparativo entre as tabelas 4.2 e 4.3 é possível verificar o número de acertos e erros de cada participante. Assim, notadamente, os participantes das duas primeiras posições acertaram todas as associações referentes ao átomo, ou seja, não obtiveram nenhum erro. Já os demais participantes, cinco dos sete alunos ranqueados, cometeram erros durante a execução do jogo, desta forma temos que: o participante da posição três cometeu dois erros; o participante da posição quatro cometeu três erros; O participante da posição cinco cometeu quatro erros; O participante da posição seis cometeu seis erros; A participante da posição sete cometeu oito erros.

O objetivo principal do jogo é apresentar uma forma lúdica e interativa de aprender ciência, no exemplo, a disciplina de física, mas esse modelo pode ser aplicado em todas as áreas de aprendizagens presentes no currículo de qualquer instituição. Os erros não são relevantes, pois os alunos também aprendem a partir de erros e repetições. Segundo STEBAN (2001, pág. 26) a compreensão de que toda resposta, seja ela “certa” ou “errada” do ponto de vista do avaliador, traz em si conhecimentos e desconhecimentos levam à conclusão de que o que permite o movimento é o “ainda não saber” – síntese do já consolidado e sinal de novas possibilidades – e à percepção de que o “não saber” tem tanto valor, para se tecer novos conhecimentos, quanto o saber: rompe com essa dicotomia e traz outros olhares para o processo avaliativo. A leitura do erro em sua positividade nega o conhecimento hegemônico e se insere na perspectiva de reconstrução paradigmática. Sendo assim, as participações de todos os educandos foram essenciais à realização dessa atividade educativa, além disso, esse modelo de aprendizagem, no Brasil,

ainda é novo, então é normal que haja por parte dos alunos o processo de adaptação. Desta forma, cabe ao professor responsável pela disciplina sempre orientar para conquistar o máximo de desempenho e aprendizagem da turma para que o discente se torne um sujeito ativo e consiga êxito em sua participação como cidadão dentro da sociedade.

4.2. Processos de Eletrização

Em nossa segunda web página, foram abordados os três processos de eletrização: atrito, contato e indução, com a finalidade de explicar como ocorre a movimentação dos elétrons no interior dos átomos durante os processos. Como forma de acompanhamento da evolução conceitual dos alunos a exposição teórica foi acompanhada de um quiz de perguntas inseridas na plataforma thinglink, a serem respondidas pelos alunos durante a reprodução da vídeoaula. Os alunos visualizaram o videoquizz para cada um dos três processos de eletrização. Cada videoquizz continha três questões de múltipla escolha que foram respondidas por oito alunos da turma de terceiro ano da escola que estavam frequentando regularmente as atividades.

4.2.1. Análise dos questionários do Videoquizz sobre os Processos de Eletrização – Eletrização por Atrito

Foram analisadas três questões cujos enunciados e alternativas se encontram no Quadro 5.3.

Quadro 5.3: Questões do Videoquizz sobre a Eletrização por Atrito.

- | |
|---|
| <p>01 - Na eletrização por atrito, podemos perceber que:</p> <ul style="list-style-type: none">() Os corpos são eletrizados à distância, sem necessidade de contato entre eles.() quando atritamos dois corpos neutros, estes se eletrizam com cargas de sinais opostos.() Os corpos atritados não trocam cargas entre si pois sua carga interna já é suficiente para eles se eletrizarem.() quando atritamos dois corpos neutros, estes se eletrizam com cargas de mesmo sinal. |
|---|

() quando atritamos dois corpos neutros, um deles se eletriza e o outro permanece neutro.

02 - Sobre o princípio da conservação das cargas elétricas, é correto afirmar que:

() a soma das cargas elétricas de todos os corpos antes e depois do processo de eletrização não é modificada.

() um corpo perde cargas elétricas e o outro ganha, por isso que a soma das cargas não pode ser a mesma antes e depois do processo de eletrização.

() a carga elétrica é conservada porque o corpo a "segura" e não permite trocas com o ambiente externo.

() o princípio da conservação das cargas elétricas não é válido para todos os corpos e não se aplica aos metais que perdem muitos elétrons e não mantém a sua carga conservada

() só é válido para os processos de eletrização por atrito.

03 - Com base na série triboelétrica da figura abaixo, marque a única alternativa correta.

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



() a mica se eletriza positivamente quando atritada com o cabelo humano.

() o algodão adquire neutralidade ao ser atritado com o poliéster.

() o plástico se eletriza positivamente quando atritado com qualquer material da tabela.

() A lã se eletriza positivamente ao ser atritada com o âmbar.

() quando atritado com a ebonite a pele de gato e eletriza negativamente.

Fonte: O autor. 2021.

A questão 01 procurou identificar se o aluno conhece a natureza das cargas elétricas resultantes adquiridas por cada corpo participante do processo de eletrização por atrito. Notamos que, dos oito alunos que responderam a questão, todos assinalaram a alternativa correta. Isso indica ser muito provável que todos os alunos conseguiram compreender e generalizar o resultado final, quanto à natureza das cargas elétricas obtidas, do processo de eletrização por atrito entre dois corpos.

Na questão 02 foram feitas considerações acerca do princípio da conservação das cargas elétricas. Coube ao aluno assinalar a alternativa que contivesse a consideração verdadeira. Sete das oito respostas coletadas estavam corretas. Na única resposta incorreta, o aluno assinalou que um corpo perde cargas elétricas

enquanto o outro ganha e, devido a isso, não seria possível haver conservação do quantitativo total das cargas elétricas entre os corpos antes e após o processo de eletrização. Isso porque, pelo fato de não ser possível ver um átomo, o modelo atômico exige do aluno uma maior abstração (FRANÇA, MARCONDES, CARMOS, 2009)

Na questão 03 expomos uma série triboelétrica e fizemos afirmações que exigiam a capacidade de entender e analisar o seu funcionamento. Oito alunos responderam a questão dos quais sete acertaram a resposta. O único aluno que errou assinalou a alternativa que afirmava que o plástico se eletrizava positivamente ao ser atritado com qualquer outro material presente na tabela. cremos que o erro se deu por conta da dificuldade de associar o sentido das setas com os sinais (positivo e negativo) apresentados pois a série triboelétrica exige que o aluno saiba como utilizá-la, entendendo a relação entre o sinal da carga adquirida pelo material à medida em que se percorre a tabela em determinado sentido.

4.2.2. Análise dos questionários do Videoquizz sobre os Processos de Eletrização – Eletrização por contato

Com a análise dessas questões, procuramos entender como se deu a evolução no aprendizado dos estudantes bem como suas dificuldades à medida em que foram interagindo com o videoquizz. No Quadro 5.4 mostramos as questões com suas alternativas.

Quadro 5.4: Questões do Videoquizz sobre a Eletrização por Contato.

- | |
|--|
| <p>01 - Um corpo A, eletrizado negativamente é posto em contato com um corpo B, neutro. Os dois corpos, inicialmente isolados um do outro, são colocados em contato e afastados em seguida. Sabendo-se que ambos ficaram eletrizados negativamente, marque a alternativa verdadeira abaixo</p> <p>☐ Durante o contato, o corpo A recebeu elétrons do corpo B.</p> <p>☐ Durante o contato, o corpo A cedeu elétrons para o corpo B.</p> <p>☐ Durante o contato o corpo A recebeu prótons do corpo B.</p> <p>☐ Durante o contato o corpo A cedeu prótons para o corpo B.</p> <p>☐ O corpo B enviou prótons para o corpo A .</p> <p>02 - No processo de eletrização por contato...</p> <p>☐ os corpos podem se eletrizar com cargas de mesmos sinais ou de sinais diferentes.</p> <p>☐ os corpos se eletrizam com cargas de mesmo sinal.</p> |
|--|

- ☐ os corpo se eletrizam com cargas de sinais diferentes.
- ☐ um corpo se eletriza e o outro permanece neutro.
- ☐ os corpos eletrizados atingem a neutralidade quando se tocam.

03 - Dois corpos com cargas de $11\mu\text{C}$ e $9\mu\text{C}$ inicialmente afastados um do outro, são colocados em contato e afastados em seguida. Calcule a quantidade de carga de cada um dos corpos após o contato entre eles e marque a alternativa correta.

- ☐ $6\mu\text{C}$
- ☐ $8\mu\text{C}$
- ☐ $20\mu\text{C}$
- ☐ $10\mu\text{C}$
- ☐ $2\mu\text{C}$

Fonte: O autor. 2021.

A questão 01 tratou da eletrização por contato entre dois corpos, um eletrizado negativamente e o outro neutro. O objetivo desta questão foi analisar se o aluno conseguia identificar qual tipo de carga se movimentava durante o processo de eletrização e em qual sentido isso ocorria (do corpo eletrizado para o neutro ou o contrário?). Dos oitos alunos que responderam a questão sete acertaram e apenas um errou. Acreditamos que o aluno assinalou a resposta errada possivelmente porque não conseguiu identificar a carência e o excesso de elétrons como a causa que impõe o sentido do seu movimento.

Na questão 02, que abordou o resultado final, quanto ao tipo de cargas elétricas adquiridas pelos corpos após o processo de eletrização, tivemos novamente uma única questão errada. Este erro ocorreu possivelmente devido à dificuldade que os alunos apresentam de entender como se dá o movimento das cargas elétricas durante o processo pois, para alguns, o próton se movimenta de um corpo sólido para o outro (FIUZA, 2015).

Identificamos, na questão 03, um número maior de erros já que três alunos, dos oito que responderam a questão, assinalaram a alternativa errada. Acreditamos que isso tenha ocorrido pela dificuldade com o cálculo da média aritmética e outras operações matemáticas, tendo em vista que alguns chegaram a assinalar a soma das cargas dos dois corpos como resposta por não terem, possivelmente, dividido este resultado por dois.

4.2.3. Análise dos questionários do Vídeoquizz sobre os Processos de Eletrização – Eletrização por indução

Procuramos encontrar indícios de aprendizagem dos conceitos relativos ao processo de eletrização por indução usando, para isto, os questionários apresentados no videoquizz disponibilizado na segunda web página do blog. Foram expostas três perguntas durante a reprodução do videoquizz, todas dispostas estrategicamente após a explicação dos conceitos que nelas foram abordados. Essas questões são apresentadas no quadro 5.5.

Quadro 5.5: Questões do Videoquizz sobre a Eletrização por Indução

- 01 - Sobre o processo de indução eletrostática podemos afirmar que:
- ☐ No processo de eletrização por indução, há transferência de cargas elétricas entre o indutor e o induzido.
 - ☐ Não é preciso haver contato entre os corpos para que ocorra o processo de eletrização.
 - ☐ É comum haver eletrização por indução durante o toque entre os corpos.
 - ☐ A eletrização por indução ocorre com ou sem processo de aterramento do induzido.
 - ☐ No processo de indução eletrostática, os corpos sempre se eletrizam como cargas de mesmos sinais.
- 02 - Sobre o corpo neutro é possível afirmar que:
- ☐ Repele os corpos carregados negativamente.
 - ☐ Repele os corpos carregados positivamente.
 - ☐ Atrai outros corpos neutros.
 - ☐ Repele outros corpos neutros.
 - ☐ Atrai os corpos positivamente e negativamente carregados.
- 03 - Ao aproximarmos um corpo eletrizado de um eletroscópio de folhas vemos que
- ☐ as lâminas metálicas se abrem por repulsão eletrostática
 - ☐ as lâminas metálicas não se movimentam porque permanecem neutras.
 - ☐ as lâminas metálicas se abrem por atração eletrostática.
 - ☐ as lâminas metálicas não se movimentam porque estão eletrizadas com cargas de sinais opostos.
 - ☐ as lâminas metálicas não se movimentam porque estão eletrizadas com cargas elétricas de mesmo sinal.

Fonte: o autor. 2021.

Na questão 01 fizemos considerações acerca do processo de eletrização por indução sendo uma delas verdadeira e as demais falsas. Sete alunos conseguiram identificar a afirmação verdadeira. O único aluno que não conseguiu acertar a questão possivelmente o fez por acreditar que há transferência de cargas elétricas entre os

corpos durante o processo de indução devido a não compreensão da dinâmica do processo de eletrização.

A questão 02 tratou de analisar a capacidade do aluno de estabelecer uma diferença entre um corpo eletrizado e um corpo neutro e o efeito de neutralidade causado por iguais quantidades de cargas positivas e negativas reunidas em um mesmo corpo. Novamente sete respostas obtidas foram assertivas. Na única resposta errada percebemos que, supostamente, o aluno encontrou dificuldades para lidar com os conceitos de corpo neutro e corpo eletrizado e não entendeu que um corpo neutro é capaz de atrair qualquer outro corpo, contanto que não esteja neutro.

Na questão 03 abordamos o funcionamento do eletroscópio a partir da separação e distribuição das cargas elétricas por toda a sua extensão. Procuramos identificar se o aluno foi capaz de tirar conclusões a partir da compreensão de como essas cargas elétricas são distribuídas após a sua separação. Dos oito alunos que responderam a questão quatro acertaram. As quatro respostas erradas tiveram como alternativa escolhida aquela que explicava a separação das folhas do eletroscópio baseando-se na força de atração eletrostática. Entendemos que o erro se deu provavelmente pela dificuldade do aluno de compreender como ocorreu a distribuição das cargas elétricas durante a separação das cargas no eletroscópio.

4.2.4. Análise dos Questionários relativos aos Processos de Eletrização por Atrito, Contato e Indução

Analizamos 4 questões relativas ao conteúdo de processos de eletrização visto nos três videoquizzes sobre o tema. O objetivo desta análise foi descobrir se houve uma progressão conceitual e se o aluno consegue comparar os três processos de eletrização vistos, conseguindo diferenciá-los.

Quadro 5.6: Questões acerca dos processos de eletrização

- | |
|--|
| <p>01 - (UFPel) Em relação à eletrização de um corpo, analise as afirmativas a seguir.</p> <ul style="list-style-type: none">I. Se um corpo neutro perder elétrons, ele fica eletrizado positivamente;II. Atritando-se um bastão de vidro com uma flanela, ambos inicialmente neutros, eles se eletrizam com cargas iguais;III. O fenômeno da indução eletrostática consiste na separação de cargas no induzido pela presença do indutor eletrizado; |
|--|

IV. Aproximando-se um condutor eletrizado negativamente de outro neutro, sem tocá-lo, este permanece com carga total nula, sendo, no entanto, atraído pelo eletrizado.

V. Um corpo carregado pode repelir um corpo neutro. Estão corretas

- ☐ apenas a I, a II e a IV.
- ☐ apenas a I, a III e a IV.
- ☐ apenas a I, a IV e a V.
- ☐ apenas a II e a IV.
- ☐ apenas a II, a III e a V.

02 - A respeito dos processos de eletrização, marque a alternativa incorreta:

- ☐ Após a eletrização por contato, os corpos terão cargas elétricas de mesmo sinal.
- ☐ Na eletrização por indução, o corpo que inicia o processo já eletrizado é denominado de indutor.
- ☐ Ao atritar duas canetas compostas de polietileno, ambas ficam eletrizadas negativamente.
- ☐ A série triboelétrica é aplicada à eletrização por atrito.
- ☐ Após a eletrização por indução, o corpo induzido apresenta carga elétrica de sinal oposto à carga do indutor.

03 - Um estudante atrita um pente de plástico em seu cabelo e aproxima-o de um filete de água, que imediatamente se encurva na direção do pente. Marque a alternativa que explica de forma correta o motivo pelo qual isso ocorre

- ☐ O fenômeno é possível porque a água é um condutor universal.
- ☐ Após o atrito, o pente adquire a mesma carga elétrica da água, por isso, o filete é atraído.
- ☐ As cargas elétricas em excesso no pente atraem as cargas de mesmo sinal da água, fazendo com que o filete sofra deflexão.
- ☐ As cargas elétricas em excesso no pente atraem as cargas de sinal oposto da água, fazendo com que o filete sofra deflexão (desvio).
- ☐ Todas as alternativas estão incorretas.

04 - Marque a alternativa que melhor representa os processos pelos quais um corpo qualquer pode ser eletrizado. Eletrização por:

- ☐ atrito, contato e aterramento
- ☐ indução, aterramento e eletroscópio
- ☐ atrito, contato e indução
- ☐ contato, aquecimento e indução
- ☐ aquecimento, aterramento e carregamento

Fonte: O autor. 2021.

A questão 01 procurou identificar se o aluno assimilou como ocorre os processos de eletrização a partir da movimentação das cargas elétricas. Foram feitas cinco afirmações a este respeito, algumas verdadeiras e outras falsas. O aluno devia assinalar a opção que identificasse as afirmações verdadeiras. Dos sete alunos que responderam a questão, seis assinalaram a alternativa correta. A alternativa

assinhalada com o erro afirmou que um corpo neutro poderia ser repelido por outro carregado. Acreditamos que o aluno provavelmente não entendeu a relação entre força e distância, quando analisou as forças de atração e repulsão que ocorreram entre o corpo eletrizado e o corpo neutro.

A questão 02 procurou descobrir se o aluno lembra os resultados finais, quanto à carga elétrica em excesso dos corpos, dos processos de eletrização e do caso para o qual se aplica a série triboelétrica. Foram feitas cinco afirmações, das quais apenas uma era falsa. Foi pedido para o aluno identificar a alternativa falsa, com quatro, dos sete alunos que responderam a questão, obtendo êxito. Dos três alunos que não conseguiram acertar a questão, um marcou a alternativa que afirmava terem cargas iguais os corpos que se eletrizavam por contato, outro escolheu a alternativa que considerava ser, a série triboelétrica, aplicada à eletrização por atrito e o último marcou a alternativa que considerava serem opostas as cargas elétricas dos corpos eletrizados pelo processo da indução.

Entendemos que o primeiro erro tenha ocorrido, talvez, porque o aluno não lembrou como se dá o processo de eletrização por contato, o segundo erro talvez tenha ocorrido porque o aluno não conseguiu identificar em qual processo de eletrização se aplica a série triboelétrica e o terceiro erro se deu, provavelmente, porque o aluno confundiu os resultados finais dos processos de eletrização, atribuindo o resultado de um processo a outro caso diferente. Outra hipótese é que, em quaisquer dos casos, é possível que algum ou alguns dos alunos tenha se condicionado a optar sempre pela alternativa correta, já que a maioria das questões vem exigindo este tipo de escolha.

A questão 03 tratou de analisar o entendimento do aluno acerca do experimento mostrado no blog denominado “Experiência da Caneta Mágica” no qual uma caneta previamente atritada com uma folha de papel, atraía um fino filete de água. A intenção desta questão foi identificar se o aluno conseguiu entender como o pente ficou eletrizado e porque atraiu o filete de água. Nosso objetivo também era identificar se o aluno conseguiu generalizar para o pente uma situação semelhante mostrada em um experimento que utilizava uma caneta indutora, ao invés do pente. Sete alunos responderam a questão e seis a acertaram. Na única resposta incorreta, o estudante optou por assinalar a alternativa que considerava todas as outras incorretas. Possivelmente o erro se deu porque o aluno não entendeu que um corpo neutro pode ser atraído por qualquer corpo eletrizado.

A questão 04 fez referência aos três processos de eletrização, procuramos identificar se o aluno conseguia lembrar quantas maneiras um corpo pode ser eletrizado. Todos os sete alunos que responderam a questão conseguiram acertar. Isto sugere que todos os alunos conseguiram assimilar, de forma resumida, as maneiras através das quais se pode eletrizar um corpo.

4.2.5. Análise do jogo memory game referente aos processos de eletrização

Este jogo abordou o conteúdo referente aos processos de eletrização vistos nos três videoquizzes expostos no blog. Assim, o discente pode acessar através do link: https://www.educaplay.com/learning-resources/9118659-tipos_de_eletrizacao.html e encontra a interface exibida na figura 4.6:

Figura 4.6: Interface do jogo memory game



Fonte: O autor. 2021

Ao selecionar “Começar”, o participante tem acesso ao Jogo de memória, para assim reforçar a aprendizagem dos processos de eletrização, então o desafio é proposto como mostrado na figura 4.7:

Figura 4.7: Desafio proposto para o jogo memory game

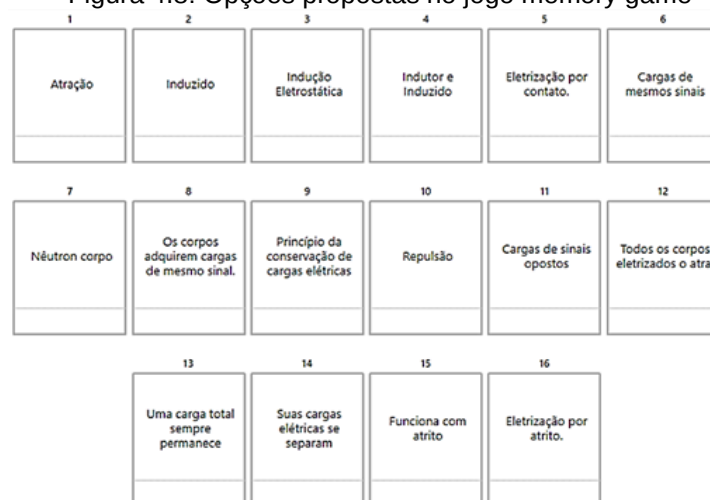


Fonte: O autor. 2021

O game é composto por 16 espaços quadrangulares que contém uma palavra ou um texto curto que se relacionam aos pares, como apresentado na figura 4.8. Temos portanto, oito pares de textos ou palavras relacionados entre si e o aluno deve encontrá-los associando o texto de um quadrado ao de outro, sendo possível associar apenas dois itens por tentativa. Caso acerte, o participante pode avançar no jogo sem perda de pontos. Caso erre, a pontuação é reduzida a 90% do valor anterior (assim como no jogo matching columns, todos iniciam com 100 pontos) e o aluno pode tentar realizar novas associações até obter êxito. O estudante que termina o jogo com os mesmos cem pontos que recebeu no início obterá a pontuação máxima. No final, o jogo ranqueia as pontuações obtidas pelos participantes como forma de incentivá-los a jogar novamente. O sistema de pontuação segue o padrão adotado para o jogo matching columns, sendo possível utilizar a tabela 4.2. para analisar o quantitativo de erros de cada jogador. Portanto, seguimos os dados apresentados naquela tabela para interpretação dos resultados.

A partir do jogo tentamos identificar indícios de memorização do conteúdo e da capacidade de selecionar conceitos relacionados com as afirmativas, encontrando semelhanças e diferenças entre elas. Essas associações exigem tais habilidades dos alunos e o seu acerto evidencia uma possível apropriação dessas características, além de um progresso na assimilação dos conceitos. As figuras 4.8 e tabela 5.4 mostram respectivamente uma imagem do jogo com suas afirmativas e o ranqueamento obtido com as respostas fornecidas pelos alunos. A cada jogada, as afirmativas mudam de posições de modo que a imagem contenha sempre as mesmas afirmativas, mas não na mesma ordem.

Figura 4.8: Opções propostas no jogo memory game



Fonte: O autor. 2021

Tabela 5.4: Número de participantes com o resultado final do jogo

Aluno	Pontuação
1	100
2	73
3	41
4	0
5	0

Fonte: O autor. 2021

Utilizando a tabela 4.2 vamos verificar o número de acertos e erros de cada participante. O participante ocupante da primeira posição foi o único a acertar todas as assertivas. Já os demais participantes, cometeram algum erro, ficando da seguinte forma: O ocupante da posição dois cometeu três erros; O participante da posição três cometeu 9 erros; enquanto os participantes das duas últimas posições, quarta e quinta, esgotaram todas as tentativas.

O sistema de aprendizagem através de Jogos tem por objetivo cativar a atenção e motivar a participação dos alunos, para assim acentuar o potencial de aprendizagem visto durante as aulas e quebrar os estigmas criados quanto ao estudo de ciências, pois o educador pode tornar as aulas mais atraentes por meio dos dispositivos midiáticos. De acordo com Redin (2000), o lúdico é a mediação universal para o desenvolvimento e a construção de todas as habilidades humanas. Os jogos podem desenvolver a capacidade de raciocínio lógico, bem como o desenvolvimento físico, motor, social e cognitivo. Nesse sentido Fialho (2007), afirma que a exploração do lúdico no ensino, pode se tornar uma técnica facilitadora na elaboração de

conceitos científicos, no reforço de conteúdos, na sociabilidade entre os alunos, na criatividade e no espírito de competição e cooperação, tornando esse processo transparente, ao ponto que o domínio sobre os objetivos propostos na obra seja assegurado.

Ao final alguns alunos afirmaram não terem compreendido o funcionamento do jogo, assim foi promovida uma aula virtual para explicar melhor o seu funcionamento. Além disso, foram disponibilizados vídeos tutoriais para melhor compreensão do sistema de aprendizagem, proporcionando uma melhor participação de todos..

4.3. Condutores e Isolantes

Na terceira e última web página tratamos do conteúdo relativo aos condutores e isolantes elétricos. Procuramos explicar como ocorre o processo de condução de cargas elétricas no universo subatômico e porque um isolante elétrico apresenta dificuldades para esta forma de condução. Falamos também sobre a rigidez dielétrica e utilizamos a formação de raios durante tempestades para exemplificar um caso de ruptura dielétrica. Assim, a exposição teórica ficou organizada em um videoquizz com os temas condutores, isolantes e rigidez dielétrica e uma análise da evolução conceitual, feita através de dois questionários: o primeiro, inserido no videoquizz, teve três questões sobre os temas informados e o segundo, com duas questões, foram expostos através de um link no blog e fez alusão ao vídeo mostrado no mesmo sobre raios conectantes e ao videoquizz sobre condutores e isolantes elétricos.

4.3.1. Análise dos Questionários

Investigamos se houve evolução conceitual dos alunos através da análise dos questionários sobre condutores, isolantes e rigidez dielétrica. No quadro 5.7 apresentamos as questões do questionário que foram inseridas no videoquizz.

Quadro 5.7: Condutores, isolantes e rigidez dielétrica.

- 01 - Sobre os condutores, marque a alternativa correta
- ☐ não conduzem cargas elétricas.
 - ☐ conduzem cargas elétricas.
 - ☐ o vidro é um condutor.
 - ☐ os metais não são condutores.
 - ☐ um material condutor vai se tornando isolante com o aumento da sua temperatura.
- 02 - Os isolantes são:
- ☐ Meios que dificultam a passagem de cargas elétricas
 - ☐ Meios que facilitam a passagem das cargas elétricas.
 - ☐ Materiais que não podem ser usados para a prevenção de acidentes elétricos.
 - ☐ Materiais cujos átomos não possuem cargas elétricas negativas por isso não conduzem cargas elétricas.
 - ☐ Materiais cujos átomos não possuem cargas elétricas positivas por isso não conduzem cargas elétricas.
- 03 - Um isolante se torna condutor quando o material dielétrico do qual é feito sofre
- ☐ grande aquecimento.
 - ☐ uma ruptura dielétrica
 - ☐ um resfriamento
 - ☐ um processo de eletrização por indução
 - ☐ um processo de eletrização por atrito

Fonte: O autor. 2021.

A questão 01 abordou o conceito de condutor, quisemos identificar se o aluno entendeu o que é um material condutor e se ele consegue reconhecer alguns condutores e isolantes. Todos os sete alunos que responderam a questão conseguiram acertar, possivelmente porque distinguiram satisfatoriamente os condutores dos isolantes e assimilaram seus conceitos.

A questão 02 abordou o conceito de isolante elétrico. Foram feitas considerações sobre os isolantes elétricos com apenas uma delas verdadeira. O aluno deveria assinalar o item verdadeiro sendo que, dos sete que responderam a questão, apenas um errou quando optou pela questão que se referiu aos isolantes como materiais que não conduziam cargas elétricas por não possuírem cargas elétricas negativas. Certamente este erro se deu devido a concepções prévias referentes ao conteúdo de modelos atômicos pois, no modelo atômico idealizado pelo aluno acerca dos isolantes elétricos, o elétron não está inserido. Outro motivo aparente para este erro está no fato de alguns alunos acreditarem que a corrente elétrica ocorre com movimentação de cargas positivas e negativas que se atraem

mutuamente. Entendendo que não há cargas negativas nos átomos que formam os isolantes, o aluno é levado a acreditar que não há quem atraia a carga positiva, não havendo, portanto, corrente elétrica.

A questão 3 fez referência ao tema da rigidez dielétrica, nela o aluno deveria completar a frase assinalando a alternativa correta. Para acertar a questão o aluno devia entender o conceito de rigidez dielétrica e a consequência da sua quebra para o isolante elétrico. Seis alunos acertaram a questão. Supomos que o fato de um material isolante sofrer eletrização por atrito pode ter motivado o aluno a assinalar esta opção ao errar a questão.

4.3.2. Análise do Questionário da avaliação geral 3 sobre condutores, isolantes e rigidez dielétrica

Este questionário foi composto por duas questões, uma delas se referiu aos raios conectantes, apresentado no vídeo sobre o assunto exposto no blog, e a outra tratou de uma situação do cotidiano envolvendo os condutores e os isolantes. A intenção foi avaliar como se deu o progresso dos alunos mediante a compreensão dos conceitos apresentados no videoquizz.

Quadro 5.8: Avaliação Geral 3

- | |
|--|
| <p>01 - Sobre os raios conectantes podemos afirmar que</p> <ul style="list-style-type: none">() Conectam-se aos raios que sobem trazendo-os para o solo.() Conectam-se aos raios que descem trazendo-os para o solo.() São raios que atingem as conexões pontudas dos prédios e casas.() São raios que ocorrem entre duas nuvens próximas, conectando-as.() Não costumam ocorrer em locais muito elevados. <p>02 - João resolveu tomar banho e, após iniciar o banho, já molhado, com o piso molhado e com o chuveiro ligado, percebeu que a água estava muito quente. Assim, ele resolveu mudar a chave do chuveiro para a posição verão. Explique qual foi o erro de João e o que poderia ser feito para não cometer tal erro?</p> <ul style="list-style-type: none">() João errou ao não desligar o chuveiro para fazer a mudança de temperatura.() João errou ao mudar bruscamente de temperatura podendo ter um choque térmico.() João errou ao não se secar e ao não desligar o chuveiro para efetuar a troca.() João errou ao não efetuar a mudança para verão antes de iniciar o banho e com o chuveiro desligado.() João errou ao não se secar para fazer a troca |
|--|

Fonte: O autor. 2021.

A questão 01 abordou uma curiosidade a respeito das tempestades, os raios conectantes e as particularidades envolvidas em sua formação. O objetivo foi identificar se o aluno entendeu como ocorre a formação desses raios. Dos cinco alunos que responderam a questão, apenas um acertou. Dentre as quatro respostas erradas, duas delas foram assinaladas na alternativa que afirmava que os raios conectantes se conectavam aos raios que sobem. Acreditamos que, possivelmente os dois alunos que optaram por assinalar esta afirmação entenderam corretamente que os raios conectantes sobem, mas generalizaram este fato em relação aos demais tipos de raios. As outras duas respostas erradas ocorreram em uma mesma alternativa, a que afirmava que os raios conectantes ocorrem entre duas nuvens próximas, conectando-as. Seguramente este erro ocorreu por ser tratar de uma afirmativa verdadeira, porém fora do contexto da pergunta. Isso pode ter confundido os dois alunos que escolheram esta alternativa por terem dificuldades com a interpretação do texto referente a pergunta.

A evolução conceitual é um processo natural da aprendizagem, aumentando o grau de complexidade e nessa questão a dificuldade do aluno mostrou a necessidade da intervenção do professor em discutir o fato novo que é precioso no processo de ensino e aprendizagem.

A questão 02 relatou uma situação cotidiana envolvendo os conceitos de condutores e isolantes elétricos. Através de uma situação na qual uma pessoa, com o corpo e o chão molhado, resolveu mudar a posição da chave de um chuveiro elétrico já ligado, da posição de inverno para a de verão. Indagamos qual teria sido o erro dessa pessoa e disponibilizamos cinco afirmações com apenas uma estando correta. Obtemos cinco respostas, onde apenas uma estava errada. A alternativa incorreta escolhida atribuiu o erro cometido ao risco de um possível choque térmico. Acreditamos que isto ocorreu possivelmente pela confusão entre os termos choque elétrico e choque térmico. Muitas vezes o aluno aprende que chuveiro elétrico causa “choque” e confunde as expressões citadas por compartilharem a mesma palavra.

4.4. Experiência do Design for Change

Considerando que a ciência é questionável e que o ser humano vivencia em seu cotidiano o conhecimento do real, a razão como fonte do questionável alia-se a

filosofia para promover a busca da construção da ciência como apropriação do saber científico. Assim, a experiência do Design objetivou motivar os alunos a explorarem o meio no âmbito do saber científico dentro do espaço habitado, ou melhor, o planeta Terra. Nesse sentido, o educando deve passar pelos quatro processos: Sentir, imaginar, fazer e compartilhar. Desta forma, a maior êxito na síntese de aprendizagem e soerguimento da transformação de cidadão consciente.

Destarte, os discentes foram convidados a refletirem sobre uma situação que é bastante comum em sua vivência social e, conseqüentemente, acaba causando dúvidas e desconforto individual, sendo assim, fazendo uso do “sentir” e usando a empatia e senso coletivo, todos foram mobilizados a escolherem um tema que promovesse a solução de questões importantes dentro da comunidade.

Sendo isto posto e a partir do conteúdo visto no Blog “Física Fácil”, os alunos escolheram o tema “A incidência de Raios em Áreas Rurais”, haja vista que eles pertencem a uma comunidade localizada na Zona Rural e que o Brasil é recordista mundial em incidências de raios, além disso, as tempestades trazem um alto risco de morte tanto para seres humanos como para animais. É notório que todos se sentiram motivados com o tema, assim aconteceu a próxima etapa.

Na etapa seguinte os discentes foram incumbidos a “Imaginar” como colaborar significativamente na redução dos danos e riscos causados pelas tempestades, assim como adotar medidas protetivas, sendo assim, por conseguinte, fizeram uso de pesquisas em busca de mais informações, optando por materiais disponíveis em dois links:

Material	1:
< http://www.inpe.br/webelat/docs/Cartilha_Protecao_Contra_Raios_Brasil_2020.pdf >;	
Material	2:
http://www.inpe.br/webelat/homepage/menu/protecao/protecao.seres.humanos.ph .	

Ideias surgiram a partir do conteúdo encontrado nos dois links citados, dentre elas prevaleceu a exibição de questionamentos populares intitulado de “Fato ou Fake”, considerando o cenário atual, o tema foi desenvolvido nessa esfera de circulação de notícias.

A terceira etapa consiste no “Fazer”, ou melhor, a execução do projeto. Desta forma, por meio da divulgação das informações no formato de “meme”, através de uma linguagem mais acessível, com imagens e textos, o projeto ficou pronto. As figuras numeradas entre 4.9 e 4.22 ilustra como ficaram parte das imagens feitas pelos alunos. Percebemos que as figuras são exibidas sempre aos pares nos quais a

imagem da esquerda contém uma afirmativa que é confirmada (fato) ou refutada (fake) pela imagem da direita.

Figura 4.9: Pergunta de número dois



Fonte: Produção dos alunos. 2021

Figura 4.10: Resposta da pergunta dois



Fonte: Produção dos alunos. 2021

Figura 4.11: Pergunta de número três



Fonte: Produção dos alunos. 2021

Figura 4.12: Resposta da pergunta três



Fonte: Produção dos alunos. 2021

Figura 4.13: Pergunta de número quatro



Fonte: Produção dos alunos. 2021

Figura 4.14: Resposta da pergunta quatro



Fonte: Produção dos alunos. 2021

Figura 4.15: Pergunta de número cinco



Fonte: Produção dos alunos. 2021

Figura 4.16: Resposta da pergunta cinco



Fonte: Produção dos alunos. 2021

Figura 4.17: Pergunta de número seis



Fonte: Produção dos alunos. 2021

Figura 4.18: Resposta da pergunta seis



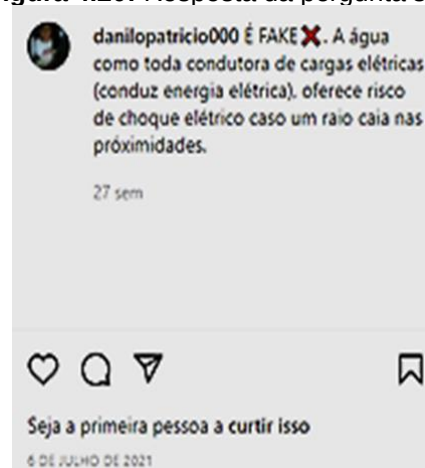
Fonte: Produção dos alunos. 2021

Figura 4.19: Pergunta de número sete



Fonte: Produção dos alunos. 2021

Figura 4.20: Resposta da pergunta sete



Fonte: Produção dos alunos. 2021

Figura 4.21: Pergunta de número oito



Fonte: Produção dos alunos. 2021

Figura 4.22: Resposta da pergunta oito



Fonte: Produção dos alunos. 2021

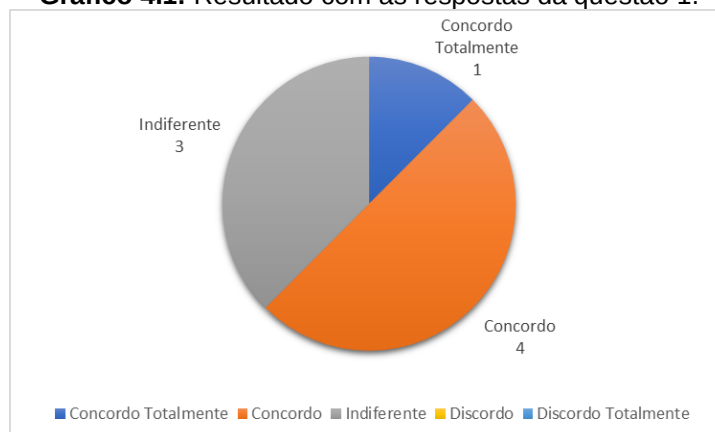
A quarta e última etapa é o “Compartilhar”, como segue o padrão do “Design for Change”, objetivando envolver, estimular e mobilizar a comunidade, de modo que promovam transformações significativas e inovadoras entre os cidadãos.

4.5. Questionário de Avaliação do Blog

Por fim, como meio de análise da satisfação e eficiência da aplicação do Produto Educacional, houve a aplicação de um questionário contendo treze questões, no qual oito participantes responderam. Este foi considerado um processo necessário pois permitiu que o Produto Educacional seja avaliado com foco na garantia da qualidade, para que assim, outros educadores possam aplicar com segurança, além de fornecer indícios sobre os resultados reais na qualidade do material do sistema de aprendizagem sugerido nesse presente estudo. Assim, esse questionário fornece dados coletados sobre a experiência vivida pelos participantes do Blog “Física Fácil”.

Questão 1: O tema apresentado no Blog é bastante relevante para a minha vida.

Gráfico 4.1: Resultado com as respostas da questão 1.



Fonte: O autor. 2021.

Como mostra o gráfico 4.1, 62,5% dos participantes encontrou êxito na relevância da participação do Blog, demonstrando empatia com a experiência, sendo esses dados de grande relevância para aplicação do Produto Educacional.

Questão 2: O Blog teve uma sequência de ensino adequada e permitiu tempo suficiente para realização das atividades.

Gráfico 4.2: Resultado com as respostas da questão 2.

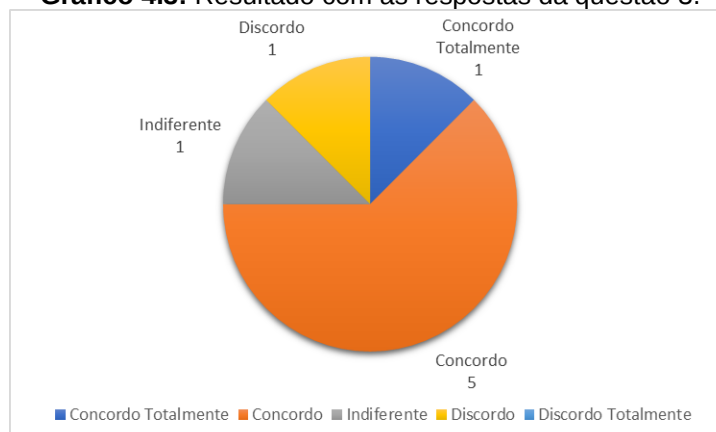


Fonte: O autor. 2021.

O tempo foi algo pensado para realização das tarefas sem pressionar os participantes, resultados estes refletidos no resultado dessa assertiva.

Questão 3: Os materiais de apoio fornecidos foram adequados e interessantes, estimulando o estudo do tema.

Gráfico 4.3: Resultado com as respostas da questão 3.



Fonte: O autor. 2021.

Apesar de 75% dos participantes terem aprovado os materiais de apoio, é relevante analisar quais outros materiais de apoio podem ser utilizados para alcançar um número maior de satisfação, haja vista que as atividades de interação devem preencher a expectativa dos discentes, para assim potencializar a aprendizagem.

Questão 4: As estratégias de ensino utilizadas no Blog (videoaula, experimento, jogos e outros) estimularam e motivaram o estudo do tema.

Gráfico 4.4: Resultado com as respostas da questão 4.

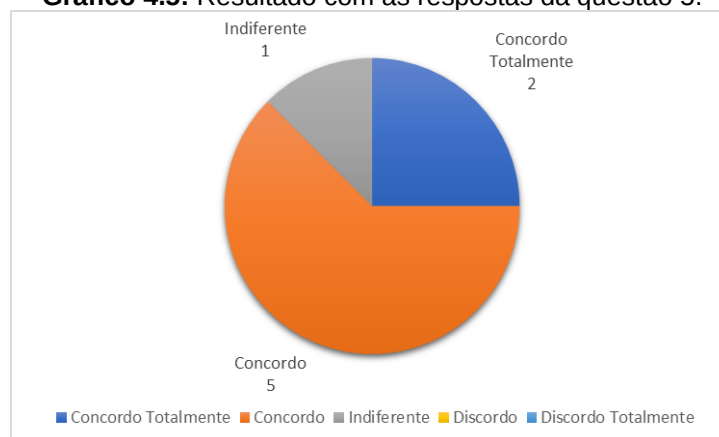


Fonte: O autor. 2021.

De acordo com o gráfico 4.4 o Blog alcançou 100% de êxito quanto as estratégias de ensino.

Questão 5: Os materiais utilizados em sala de aula foram elaborados numa linguagem adequada ao meu nível de conhecimento.

Gráfico 4.5: Resultado com as respostas da questão 5.



Fonte: O autor. 2021.

Observar a linguagem do público alvo é um fator que transmite acolhimento, segurança e respeito ao discente, visto que o ambiente educativo deve ser coerente com a realidade do aluno. Este foi um ponto explorado, como resultado houve uma alta porcentagem de satisfação.

Questão 6: As discussões sobre os temas trabalhados foram relevantes e mesmo sendo remoto não atrapalhou a aprendizagem do conteúdo.

Gráfico 4.6: Resultado com as respostas da questão 6.

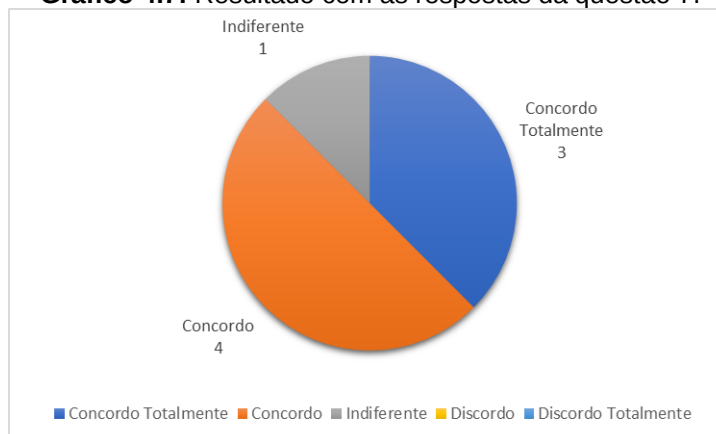


Fonte: O autor. 2021.

Mesmo a atividade tendo sido realizada em meio à pandemia e diante de todos os empecilhos promovidos pela covid-19, apenas 12,5% dos participantes demonstrou insatisfação com a experiência do Blog no modelo remoto.

Questão 7: Gostei das aulas pelo Blog “Física Fácil”, mas quando tive dúvidas foi mais complicado para tirá-las, por dificuldades com o chat/WhatsApp.

Gráfico 4.7: Resultado com as respostas da questão 7.

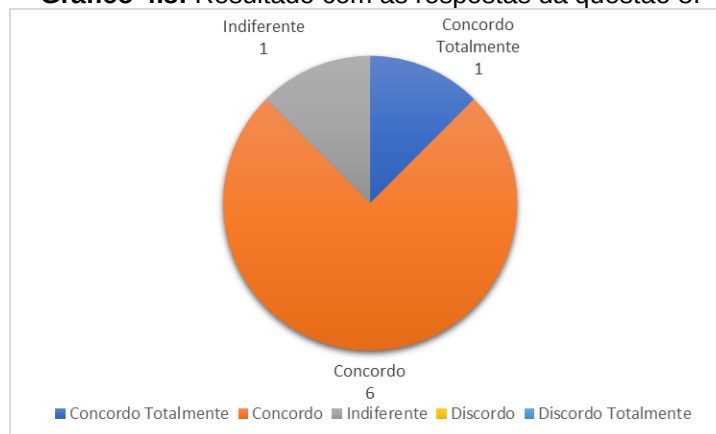


Fonte: O autor. 2021.

Notadamente, a satisfação com o atendimento em relação às dúvidas atingiu a maioria dos participantes, haja vista que realizamos uso dos canais de comunicação para alcançar a permanência e coerência das etapas percorridas, pois é de grande importância que todos tenham esclarecimentos sobre as regras do jogo e principalmente quanto ao conteúdo apresentado no Blog.

Questão 8: O curso correspondeu às minhas expectativas de aprendizagem do tema.

Gráfico 4.8: Resultado com as respostas da questão 8.

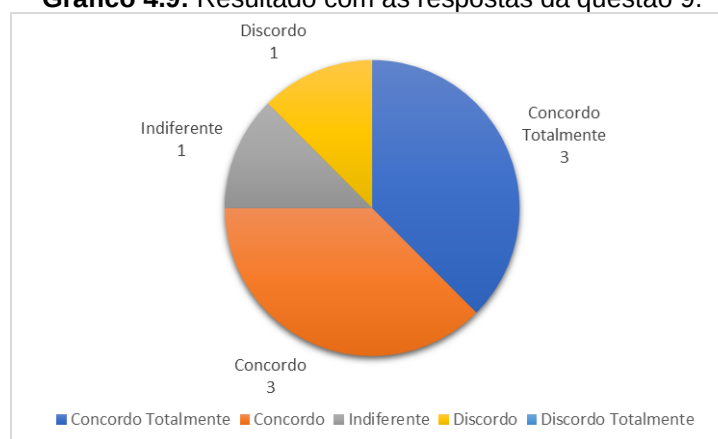


Fonte: O autor. 2021.

Apenas 12,5% dos participantes não satisfizeram as expectativas de aprendizagem, apesar do número pequeno de insatisfação o professor orientador deve, no cotidiano escolar, se atentar para buscar satisfação plena de todos os participantes, haja vista que é uma atividade educacional para reforço do ensino e aprendizagem de todos os discentes que são cidadãos com direito ao acesso à educação.

Questão 9: Não tive dificuldade de navegar pelo Blog.

Gráfico 4.9: Resultado com as respostas da questão 9.

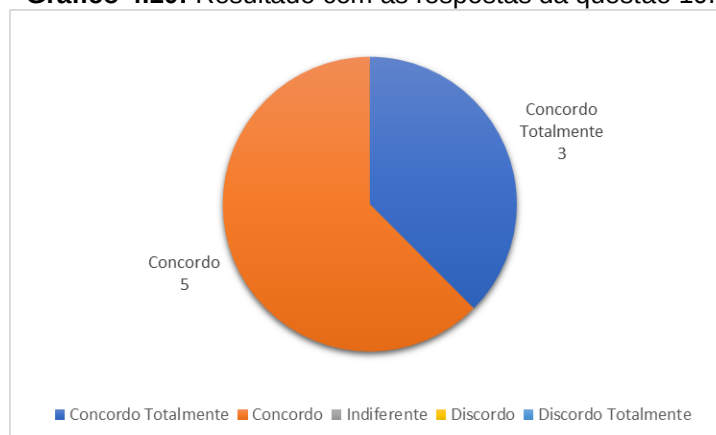


Fonte: O autor. 2021.

O Blog “Física Fácil” foi desenvolvido para atender até os mais leigos em tecnologia, além disso, alguns tutoriais foram disponibilizados para atender a todos, mesmo assim, 12,5% dos participantes sentiram dificuldades, nesse aspecto é um número bom, pois na prática o educador pode auxiliar os alunos a eliminar as dificuldades com treino técnico.

Questão 10: As informações para a utilização dos jogos, formulários, vídeoquizzes e demais atividades do blog foram adequadas e suficientes.

Gráfico 4.10: Resultado com as respostas da questão 10.

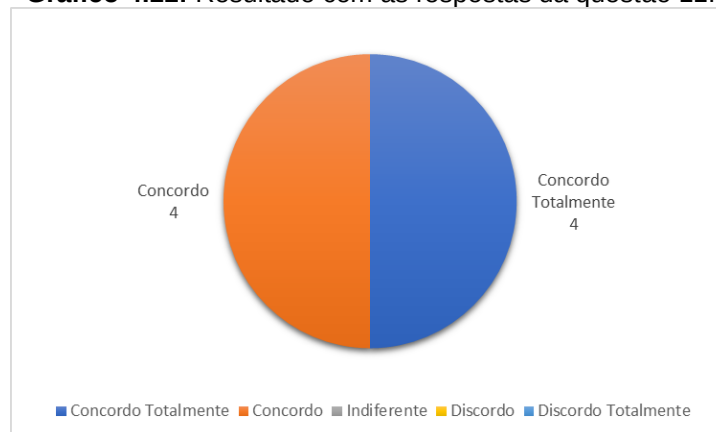


Fonte: O autor. 2021.

O gráfico 4.10 expõe o resultado de uma experiência agradável dos participantes com o Blog, fato esse que demonstra em números o potencial do produto educacional, assim como, expressa uma opção válida para ser aplicado nas instituições de ensino.

Questão 11: O professor explicou o conteúdo na videoaula de forma satisfatória.

Gráfico 4.11: Resultado com as respostas da questão 11.

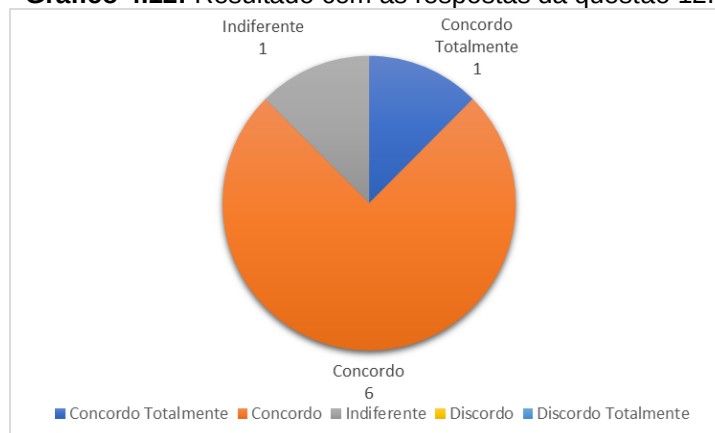


Fonte: O autor. 2021.

Desempenho e profissionalismo são essenciais na experiência docente, por isso os profissionais da educação devem encontrar meio para atingir resultados positivos no ensino e aprendizagem.

Questão 12: Os vídeos na Plataforma Thinglink favoreceram a minha aprendizagem sobre os modelos atômicos.

Gráfico 4.12: Resultado com as respostas da questão 12.



Fonte: O autor. 2021.

A ciência oferece um amplo leque de opções para ser explorados, as plataformas digitais atualmente têm colaborado bastante com o ensino e aprendizagem online, fatos esses apresentados no gráfico 4.12.

Questão 13: As aulas do Blog “Física Fácil” foram interessantes e atrativas.

Gráfico 4.13: Resultado com as respostas da questão 13.



Fonte: O autor. 2021.

Concluindo o questionário, por meio dos dados apresentados é notório que os participantes se envolveram com a experiência de forma positiva, sendo assim o Blog é uma boa sugestão para a aprendizagem dos conteúdos curriculares.

A partir do questionário apresentado, identificamos que a experiência de ensino a partir do blog foi satisfatória para os alunos participantes, dos quais podemos realizar algumas observações acerca das estratégias utilizadas: apesar do envolvimento dos alunos durante a aplicação do produto educacional, notamos dificuldades em atividades de ensino a distância; observamos também dificuldades relacionadas a estratégia da pedagogia da alternância, evidenciadas principalmente nas relações que os alunos conseguiam descobrir entre a física e as atividades extra classe por eles desenvolvidas.

Uma outra característica importante a ser observada foi a influência de concepções alternativas às aplicações físicas desenvolvidas que dificultaram o desenvolvimento de alguns conceitos trabalhados no produto educacional, dessa forma, vale a pena uma discussão entre o papel entre o conhecimento popular e a valorização e compreensão do conhecimento científico junto às escolas agrícolas em um ambiente de pedagogia da alternância, observada por nós durante a experiência do *Design for Change*.

Assim, corroboramos com Rahman quando expõe que precisamos:

deixar o antigo modo de pensar no qual o conhecimento só pode ser adquirido, ensinado e treinado através de manuais, livros ou palestras. Em vez disso, nós talvez precisemos e devemos começar a nos concentrar em percepções altamente subjetivas, intuições e palpites que são adquiridos (pela população local ou indígena), através do uso de metáforas, imagens ou experiência. Para uma melhor compreensão do conhecimento tradicional relevante, portanto, devemos “ver”, “sentir” e “perceber”, [juntamente com o] “ouvir”, “ler” e “calcular”. (RAHMAN, 2000, p.10).

Nessa perspectiva e a partir da experiência, é inevitável afirmar que todo o processo de ensino e aprendizagem foi edificante e o produto educacional pode significar um passo potencializador para um trabalho pedagógico na alternância e o *design for change* como um espaço garantidor da participação da comunidade escolar na sociedade. Porém, muito ainda precisa ser discutido e analisado, a experiência do estudo abre um espaço importante e qualificado para a pesquisa sobre o tema.

Capítulo 5

Considerações Finais

A aplicação do produto educacional foi de grande valia para somar experiências profissionais, pois permitiu enxergar o valor da aplicação significativa de conteúdos que transformam o cenário educativo em um ambiente agradável para discentes se familiarizarem com a ciência, sendo assim, o conjunto de experiências e solução de problemas é desenvolvido com as vivências práticas durante o cotidiano, de modo que o ensino de física seja voltado para habilidades que explorem as relações de categorias e padrões, para assim o discente sentir o desejo de buscar meios de internalizar o conhecimento tornando-o significativo, indissociável da realidade e desencadear a capacidade de enfrentar uma sequência de raciocínios, competências e habilidades para desvendar problemas e encontrar a solução, de modo que a construção dos elementos essenciais que o aluno precisa medrar seja gradual e efetivo.

Segundo Moreira (2017), “a Física permeia a vida dos seres humanos. Está na base das Tecnologias de Informação e Comunicação, da engenharia, das técnicas de diagnósticos e tratamento usadas na medicina. A Física tem modelos e teorias que explicam grande parte do mundo físico em que vivemos. Biologia, Química, Neurociência e outras áreas científicas usam conceitos, princípios, modelos e teorias derivados da Física. Então, aprender Física é um direito do ser humano. Uma pedagogia libertadora deve resgatar o ser humano do senso comum, das interpretações ingênuas, do conformismo acrítico” (MOREIRA, 2017, p. 32). A disciplina de física colabora para o pleno desenvolvimento do educando através da formação de um sujeito crítico e consciente capaz de compreender a realidade que está inserido. Por isso, o docente de física deve ter consciência da relevância do papel da educação como agente de transformação social e que para atingir os resultados da aprendizagem significava é imprescindível à sinergia entre a Base Nacional Comum Curricular - BNCC e a metodologia de ensino, como a pedagogia de alternância e Design For Change.

Desta forma, no decorrer da aplicação do Produto Educacional foi possível perceber que o ensino de física atual precisa de alguns ajustes e que os métodos utilizados em colaboração com a Pedagogia da Alternância e o Design For Change para a realização da experiência com os oito participantes é uma opção relevante

para promover uma nova forma de disseminar o conhecimento, considerando também a Aprendizagem Significativa para se obter informações prévias sobre o tipo de contextualização mais adequada para ser aplicada com determinado grupo de alunos, onde também é necessário considerar as metas e objetivos da unidade de ensino, ou seja, respeitar o Projeto Político Pedagógico, que é singular e representa os ideais da comunidade. Constatamos resultados positivos, como por exemplo, o envolvimento e a participação dos alunos em todos os processos realizados, tendo em vista que os meios digitais fornecem ferramentas para professores explorarem melhor os conteúdos, no caso da experiência em questão, a eletrostática, que naturalmente os alunos têm dificuldade de aprendizagem por ser algo novo, já que não é visto durante o ensino fundamental, então através de recursos digitais é possível demonstrar melhor a estrutura de um átomo, por exemplo, e explicar melhor por meio de animações digitais, sendo assim, a partir de tamanha evolução nos últimos tempos os docentes não devem evitar a introdução de métodos adequados e que se ajustam a modernidade para melhorar a eficiência da aprendizagem significativa.

Com a utilização da Pedagogia da Alternância houve demonstrações e questões acerca da eletrostática, onde os alunos participaram ativamente de forma significativa, associando os fenômenos da eletrostática com os acontecimentos reais, vistos dentro da comunidade. Já o Método do Design For Change e as etapas associadas colaboraram com o trabalho em grupo dos alunos, com o desempenho em entender os fatos abordados relacionados ao tema eletrostática e as tarefas foram realizadas com êxito, de modo que os participantes se empenharam em apresentar a comunidade a importância de entender e associar os fenômenos naturais as ações humanas por meio da eletrostática, no qual o projeto foi desenvolvido de forma simples, porém concebido através de uma série de estudos e análises realizadas pelos alunos que concomitantemente conquistaram mais conhecimentos, somando experiências para construção de cidadãos ativos que transformam a sociedade de forma positiva.

Dessa forma, a aplicação do produto educacional apontou indícios que o material tem o potencial de permitir uma ligação entre as novas informações e os conhecimentos prévios ancorados na estrutura cognitiva que, na pedagogia da alternância, pode ter um importante papel no momento da aprendizagem do estudante no ambiente de interno e externo da sala de aula. Isso será oportuno para uma aprendizagem significativa porque, segundo Ausubel (2003), realiza uma

ancoragem seletiva entre o material de aprendizagem e o conhecimento prévio existente na estrutura cognitiva; uma interação entre as informações acabadas de introduzir e os conhecimentos existentes e a ligação entre esses novos significados e o conhecimento ancorado no intervalo de memória, ou seja, processo de retenção do conhecimento.

Durante o processo de aplicação do Produto Educacional foi observado que as mídias digitais têm potencial para reescrever uma nova história no âmbito das ciências, pois inova os métodos de ensino e proporciona melhor interação dos métodos didáticos. De acordo com Mortimer e Scott (2002) “o processo de aprendizagem não é visto como a substituição das velhas concepções, que o indivíduo já possui antes do processo de ensino, pelos novos conceitos científicos, mas como a negociação de novos significados num espaço comunicativo no qual há o encontro entre diferentes perspectivas culturais, num processo de crescimento mútuo. As interações discursivas são consideradas como constituintes do processo de construção de significados” Mortimer e Scott (2002, p. 284). Assim, é imprescindível que o educador use meios e métodos científicos que considerem os conhecimentos prévios como forma de efetivação do ensino e aprendizagem, como a Pedagogia da Alternância e a experiência do Design For Change foram utilizados e demonstraram bastante eficiência na conquista de resultados positivos na aprendizagem significativa do ensino de física cujo tema foi eletrostática, explorado por meio do Blog “Física Fácil”, onde ficou disponível vários materiais didáticos a respeito do tema, dois jogos e alguns questionários para internalizar melhor os conteúdos apresentados.

Em síntese, o Produto Educacional não é apenas um mero experimento voltado à memorização de conceitos e fórmulas é uma atividade integradora e investigativa, onde o aluno é incentivado a aprender através da aplicação dinâmica de métodos contemporâneos. De acordo com Carvalho (2004), “Para que uma atividade possa ser considerada uma atividade de investigação, a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica” Carvalho (2004, p. 21). A contemporaneidade exige um novo olhar do educador de ciências, sendo assim, faz parte do papel dos profissionais da educação estudar as mudanças sociais e revisar as metodologias, pois a construção do conhecimento está associada ao processo de evolução humana.

Referências Bibliográficas

- [AMARAL 2013] AMARAL, A. P. A pedagogia da alternância como práxis educativa na escola família agrícola de Uirapuru-GO: limites e potencialidades. (*Dissertação de Mestrado*). Universidade do Estado de Mato Grosso, 2013.
- [ANDRÉ 2013] ANDRÉ, MARLI. O que é um estudo de caso qualitativo em educação? *Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade*, Salvador, v.22, n. 40, p. 95-103, jul./dez. 2013.
- [AUSUBEL 1982] AUSUBEL, D. P. A Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo, Moraes, 1982.
- [AUSUBEL 2003] AUSUBEL, David. P. Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.
- [AZEVEDO 1999] AZEVEDO, A. J. A formação de técnicos agropecuários em alternância no Estado de São Paulo: A formação de técnicos agropecuários em alternância no Estado de São Paulo uma proposta educacional inovadora. 1998. 185 p. *Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista*, Marília. 1999.
- [BARBOSA 2017] BARBOSA, Maira Lorena Paixão; MILTÃO, Milton Souza Ribeiro; FERREIRA, Ernando Silva. O estudo da óptica e da fluorescência voltado para a pedagogia da alternância nas EFAS. *XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF*, 2017.
- [BARRETO 2011] BARRETO, Ana Lúcia Vilaronga; MILTÃO, Milton Souza Ribeiro. A física sob a perspectiva da Pedagogia da Alternância em escolas famílias agrícolas. *XIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Foz do Iguaçu – 2011*.
- [BARRETO 2013] BARRETO, Ana Lúcia Vilaronga; MILTÃO, Milton Souza Ribeiro. A pedagogia da alternância, o contexto das EFAS e as teorias e leis gerais da física. *XX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2013 – São Paulo*, 2013.
- [BASSALO 1996] BASSALO, J. M. F. Nascimentos da Física (3500 a.C.-1900 a.D.). Belém: EDUFPA, 1996.
- [BEGNAMI 2004] BEGNAMI, J. B. Formação pedagógica de monitores das escolas famílias agrícolas e alternâncias: um Formação pedagógica de monitores das escolas famílias agrícolas e alternâncias estudo intensivo dos processos formativos de cinco monitores. 2004. *Dissertação (Mestrado)- Universidade Nova de Lisboa/Universidade François Rabelais/UNEFAB*. Brasília. 2004.

- [BOSS 2020] BOSS, Sergio Luiz Bragatto. Ensino de eletrostática: a história da ciência contribuindo para a aquisição de subsunções. *Dissertação (mestrado)* - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, 2009, 135 f. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/90852>>. Acesso em junho de 2020.
- [BRASIL 1999] BRASIL, MEC, SEMTEC. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília: MEC, 1999.
- [BRASIL 2020] BRASIL, Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio, parte III: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em maio de 2020.
- [BRASIL 2006] BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Orientações curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, 2006.
- [BRASIL 2021] BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base. Brasília, MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em junho de 2021.
- [BRASIL 2002] BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA. PCN + Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, 2002.
- [CACHAPUZ 2000] CACHAPUZ, A. O ensino das ciências para a excelência da Aprendizagem. In: MOREIRA, M. A.; et al. Teoria da Aprendizagem significativa. *Contributos do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa*, Peniche, 2000.
- [CALVÓ 1999] CALVÓ, Pedro Puig. Introdução. In: Pedagogia da Alternância – alternância e desenvolvimento. *Primeiro Seminário Internacional*. Salvador: Dupligráfica Editora, 1999.
- [CARVALHO 2004] CARVALHO, Ana. Maria Pessoa. Critérios estruturantes para o Ensino de Ciências. 1-17, 2004. In: CARVALHO, Ana Maria Pessoa (org.); *Ensino de 84 Ciências, Unindo a Pesquisa e a Prática*. São Paulo: Cengage Learning, 2009.
- [CHAIB 2007] CHAIB, João Paulo Martins C. e ASSIS, André Koch Torres. Experiência de Oersted em Sala de Aula, p. 41-51. in: *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Campinas, v. 29, n. 1, 2007.

- [CORTELLA 2008] CORTELLA, M. S. A escola e o conhecimento: fundamentos epistemológicos e políticos. 12. ed. São Paulo: Cortez, 2008.
- [CRUZ 2005] CRUZ, F. F. S. Faraday & Maxwell - Luz sobre os campos. São Paulo: Odysseus, 2005.
- [DFC-DESIGN 2021] DFC USA. *Design for Change USA*. Disponível em: <https://www.designforchange.us/>. Acesso em maio de 2021.
- [ESTEBAN 2001] ESTEBAN, Maria T. O que sabe quem erra?. Rio de Janeiro: Ed. DP&A, 2001.
- [FREIRE 1996] FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. 25. Ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- [ESTEVAM 2003] ESTEVAM, D. O. Casa Familiar Rural Casa Familiar Rural: a Casa Familiar Rural formação com base na Pedagogia da Alternância. 2003. 126 p. *Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis*. 2003.
- [FERRARI 2016] FERRARI, G. M.; FERREIRA, O. S. Pedagogia da Alternância nas produções acadêmicas no Brasil (2007-2013). *Revista Brasileira De Educação Do Campo*, 1(2), 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.20873/uft.2525-4863.2016v1n2p495>. Acesso em maio de 2021.
- [FIALHO 2007] FIALHO, Neusa Nogueira. Jogos no Ensino de Química e Biologia. IBPEX. Curitiba, 2007.
- [FORGEARD 1999] FORGEARD, G. Alternância e Desenvolvimento do Meio. In: Pedagogia da Alternância – alternância e desenvolvimento. *Primeiro Seminário Internacional*. Salvador: Dupligráfica Editora, 1999.
- [FRANÇA 2009] FRANÇA, A.C.G.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. Estrutura atômica e formação dos íons: Uma análise das ideias dos alunos do 3º ano do ensino médio. *Revista Química Nova na Escola, São Paulo*, v. 31, n. 4, p. 275-282, novembro. 2009 Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/edicao.php?idEdicao=16>. Acesso em julho de 2021
- [FRANCO 2019] FRANCO, Esdras da Silva. A teoria da carga cognitiva: pré-conhecimento e redução da atenção dividida no ensino de surdos nos processos de eletrização. *Dissertação de mestrado – Programa de Pós-Graduação em Física, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, Belém*, 2019.
- [FREEDMAN 2008] FREEDMAN, R. A.; YOUNG, H.D. Sears & Zemansky, Física III, Eletromagnetismo. v.3, 12ed, São Paulo: Pearson, 2008.

- [FREIRE 1996] FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. 14. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.
- [FREIRE 1970] FREIRE, P. Pedagogy of the oppressed. Nova Iorque: Searbury Press, 1970.
- [GIL 2008] GIL, A. C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social, São Paulo, ed. 6, São Paulo: Atlas, 2008.
- [GIMONET 1999] GIMONET, J. C. Nascimento e desenvolvimento de um movimento educativo: as Casas Familiares Rurais de Educação e de Orientação. In: *Pedagogia da Alternância – alternância e desenvolvimento*. Primeiro Seminário Internacional, Salvador: Dupligráfica Editora, 1999.
- [GIMONET 2007] GIMONET, J. C. Praticar e compreender a Pedagogia da Alternância dos CEFFAS. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.
- [GODOY 1995] GODOY, A. S. Pesquisa Qualitativa. Tipos Fundamentais. *Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, v.35, n.3,p.20-29, mai./jun. 1995.
- [GUERRA 2004] GUERRA, A.; REIS, J. C.; BRAGA, M. Uma abordagem histórico-filosófica para o eletromagnetismo no ensino médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 21, n. 2, p. 224-248, 2004.
- [HALLIDAY 2016] HALLIDAY, D.; RESNICK R.; WALKER J. Fundamentos de Física, Eletromagnetismo. v.3, 10ed, Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- [JOB 2000] JOB, A. E.; ALVES, N.; GIACOMETTI, J. A.; ZANIN, M.; MATTOSO, L. H. C. Influência da Camada da Polianilina na Ruptura Dielétrica de Filmes de PET. *CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS*, 14, São Pedro – SP, 2000.
- [KELLY 2014] KELLEY, D.; KELLEY, T. Confiança criativa: libere sua criatividade e implemente suas ideias. São Paulo: HSM do Brasil, 2014.
- [MAGALHÃES 2004] MAGALHÃES, M. S. Escola Família Agrícola: Escola Família Agrícola uma escola em movimento. 126 p. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2004.
- [MARTÍN 2001] Martín, José; Solbes, Jordi. Diseño y evaluación de una propuesta para la enseñanza del concepto de "campo" en física. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, [en línea], 2001, Vol. 19, n.º 3, pp. 393-0. Disponível em <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21761> Acessado em abril de 2022.

- [MASINI 2011] MASINI, Elcie F. Salzano. Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. *Aprendizagem Significativa em Revista /Meaningful Learning Review*, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 16-24, jul. 2011.
- [MELLO 2011] MELLO, Vera Lucia. Instrumentação para o Ensino de Física III. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, CESAD, 2011.
- [MENEZES 2000] MENEZES, Luis Carlos. Uma Física para o novo ensino médio. *Física na Escola*, v. 1, 2000.
- [MOREIRA 1999] MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.
- [MOREIRA 2018] MOREIRA, M. Uma análise crítica do ensino de Física. *Ensino de Ciências. Estud. Av.* v. 32, n. 94, 2018.
- [MORTIMER 2002] MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 7, n. 3, 2002. p. 283-306.
- [NOVAK 1996] NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. Aprender a aprender. Lisboa, Plátano Edições Técnicas, 1996.
- [NOVAK 1998] NOVAK, Joseph David. Aprender, criar e utilizar o conhecimento: Mapas conceituais como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas. Lisboa: Plátano edições técnicas, 1998.
- [NOVAK 2000] NOVAK, Joseph David. Meaningful learning: The essential fator for conceptual change in Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies (LIPHS) leading to empowerment of Learners. In: *MOREIRA, M. A.; et al. Teoria da Aprendizagem significativa. Contributos do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa*, Peniche, 2000.
- [PASSOS 2016] PASSOS, M. G. S. Pedagogia da Alternância: caminho possível para a formação e valorização e dos sujeitos sociais do campo e nos cursos do IFAM/Campus Manaus. (*Dissertação de Mestrado*). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2016.
- [PAULINO 2021] PAULINO, Marcelo. Ensaio de resistências de isolamento e de rigidez dielétrica. *O setor elétrico*, 2014. Disponível em: https://www.osetoelettrico.com.br/wp-content/uploads/2014/08/ed-102_Fasciculo_Cap-VII-Manutencao-de-transformadores.pdf. Acesso em junho de 2021.

- [PELIZZARI 2002] PELIZZARI, Adriana; et al. Teoria da Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel. *Rev. PEC*, Curitiba, V.2, n.1, p.37-42, jul. 2001-jul. 2002.
- [PESSOTI 1978] PESSOTI, A. Escola da Família Agrícola: uma alternativa para o ensino rural. 194 p. *Dissertação (Mestrado)- Fundação Getúlio Vargas*, Rio de Janeiro. 1978.
- [PIATTI 2014] PIATTI, C. B. Pedagogia da Alternância: espaços e tempos educativos na apropriação da cultura. *Boletim GEPEP*, 2014. Disponível em: <http://www2.fct.unesp.br>. Acesso em maio de 2021.
- [PIETRAFESA 2007] PIETRAFESA, José Paulo. Escola Família Agrícola: Um Espaço de Inovação Educativa no Meio Rural
 Agricultural Family School: A Space Of Educative Inovation In Rural. *Revista Linhas*, 7 (2), 2007. Disponível em: <https://www.periodicos.udesc.br/index.php/linhas/article/view/1335>. Acesso em maio de 2021.
- [PRAIA 2000] PRAIA, João Félix. Aprendizagem significativa em D. Ausubel: Contributos para uma adequada visão da sua teoria e incidências no ensino. In: *MOREIRA, M. A.; et al. Teoria da Aprendizagem significativa. Contributos do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa*, Peniche, 2000.
- [QUEROZ 2004] QUEIROZ, João Batista P. de. Construção das Escolas Famílias Agrícolas no Brasil: Ensino Médio e Educação Profissional. 2004. 210 f. *Tese (Doutorado em Sociologia) - Programa de Pós-graduação em Sociologia da Universidade de Brasília - UnB*. Brasília. 2004.
- [RAHMAN 2000] RAHMAN, A. *Development of an Integrated Traditional and Scientific Knowledge Base: A Mechanism for Accessing, Benefit-Sharing and Documenting Traditional Knowledge for Sustainable Socio-Economic Development and Poverty Alleviation*. UNCTAD Expert Meeting on Systems and National Experiences for Protecting Traditional Knowledge, Innovations and Practicies. Genebra, 2000.
- [RAMALHO 1999] RAMALHO, F.; FERRARO, N.; SOARES, P. Os fundamentos da física 3. 7º ed. São Paulo: Moderna, 1999.
- [REDIN 2000] REDIN, Euclides. O espaço e o tempo da criança: se der tempo à gente brinca. *Mediação*. Porto Alegre, 2000.
- [REGINALDO 2015] REGINALDO, T. Referenciais teóricos e metodológicos para a prática do design thinking na educação básica. *Dissertação - (Mestrado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) - Universidade Federal de Santa Catarina*, Santa Catarina, 2015.

- [ROCHA 2018] ROCHA, J. Design Thinking na formação de professores: novos olhares para os desafios da educação. In: *BACICH, L.; MORAN, J. Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso, 2018.
- [ROCHA 2002] ROCHA, J.; et al. Origens e evolução das ideias da física. Salvador: EDUFBA, 2002.
- [SANTANA 2015] SANTANA, Carla Suely Correia; MILTÃO, Milton Souza Ribeiro. Física: um olhar para a Educação do Campo. *Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 21, 2015, Uberlândia, MG. Atas... Uberlândia, MG: Sociedade Brasileira de Física, 2015.
- [SCHAFER 2020] SCHÄFER, Laura. Estudo de Cargas Cerâmicas que Aumentam a Condutividade Térmica da Resina Epoxi, mas que Mantêm Elevadas a Resistividade Elétrica e a Rigidez Dielétrica. *PGCiMat – Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Materiais*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2020.
- [SCHWARTZ 2012] SCHWARTZ, M. Design for change. *Library Journal*, v. 137, n. 11, p. 32-34, 2012.
- [SILVA 2020] SILVA, Alexandre Leite dos Santos; ROCHA, Laura Feitosa da. A Educação do Campo nos Simpósios Nacionais de Ensino De Física. *Travessias*, Cascavel, v. 14, n. 2, p. 326-338, maio/ago. 2020. Disponível em: <http://www.unioeste.br/travessias>. Acesso em junho de 2021.
- [SILVA 2003] SILVA, L. H., As experiências de formação de jovens do campo – Alternância ou Alternâncias? Viçosa: UFV, 2003.
- [SOBREIRA 2013] SOBREIRA, M. F. C. Práxis e construção do conhecimento nos estudos sobre a Pedagogia da Alternância. (*Dissertação de Mestrado*). Universidade Federal de Viçosa, 2013.
- [SOBREIRA 2016] SOBREIRA, M. F. C.; SILVA, L. H. Pedagogia da alternância, construção do conhecimento & práxis: diálogos e aproximações teóricas entre Vásques e Freire. In *Silva, L. H. ; Musial, G. B. da S.; Macedo, M. do S. A. N. (orgs), Educação do Campo: Práticas em Educação de Jovens e Adultos, Formação de Professores e Alternâncias Educativas (pp. 217-248)*. Barbacena, MG: EduEMG, 2016.
- [VERGUTZ 2014] VERGUTZ, C. L. B.; CAVALCANTE, L. O. H. As aprendizagens na pedagogia da alternância e na educação do campo. *Revista Reflexão e Ação, Santa*

Cruz do Sul, v.22, n.2, p.371-390, jul./dez. 2014. Disponível em:
<http://online.unisc.br/seer/index.php/reflex/index>. Acesso em maio de 2021.

[ZANCANELLA 2019] ZANCANELLA, Y.; DETOGNI, A. A. Pedagogia da Alternância proposta de formação: Casa Familiar do município de Coronel Vivida - PR. *Revista Brasileira De Educação Do Campo*, 4, 2019. Disponível em:
<https://doi.org/10.20873/uft.rbec.v4e4936>. Acessado em maio de 2021.

APÊNDICES

Apêndice A

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE DEPARTAMENTO DE FÍSICA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA



Blog de Física: Uma Sequência didática sobre eletrização dos corpos numa perspectiva da Pedagogia da Alternância no Ensino Médio

Ricardo da Silva Santos

São Cristóvão/SE
Agosto de 2021

INTRODUÇÃO

Caro professor,

Este produto é resultado de uma dissertação do MNPEF e destina-se ao ensino de Física. Tem como objetivo concentrar todo o material didático (pdf, livro, exercícios, videoaulas, artigos, jogos, etc) em um único local virtual para que o aluno possa acessá-lo na escola, durante as aulas, ou em casa, conciliando-os seus horários de estudos com as demais atividades diárias. É, portanto, um instrumento pedagógico poderoso, que contém aulas interativas, jogos educativos e engajadores, que encorajam o aluno a prosseguir e se aprofundar no tema estudado, e uma linguagem mais sintonizada com as preferências do jovem (memes ,gifs, matérias de sites, curiosidades e etc. Além disso, este o conteúdo pode ser usado da forma que está ou adaptado conforme a realidade dos alunos que o utilizarão.

REFERENCIAL TEÓRICO

A eletrostática surgiu com a descoberta e os estudos das cargas elétricas, elas já são analisadas desde a Grécia Antiga começando por Tales de Mileto em meados de 600 a.C., ele descobriu que ao atritar âmbar alguns fragmentos de palha acabavam sendo atraídos por ele (BASSALO, 1996). Aproximadamente dois mil anos depois em 1600 foram à vez de William Gilbert dá continuidade aos estudos, onde acabou divulgando um livro que explicava os polos magnéticos da Terra e como o planeta servia de um grande imã (CHIAB & AASSIS, 2007). Após estudos mais aprofundados, Gilbert percebeu que existiam outros materiais com a mesma propriedade do âmbar, de causarem atrito, como por exemplo, peles de animais e vidro, assim com a junção grega dessas palavras deu-se origem a palavra eletricidade.

No ano de 1672 foi criada a primeira máquina de eletrostática por Otto Von Guericke, já aproximadamente em 1729, Stephen Gray foi responsável pela descoberta de propriedades condutoras elétricas em corpos variados, como indução e condução (ROCHA, 2002). No século XVII, mais especificamente em 1733, o físico Du Fay acabou descobrindo através de estudos que após o atrito os corpos não só se atraíam como também podiam se repelir (BASSALO, 1996). Assim, considerou-se a ideia de dois fluidos presentes nos materiais por alguns anos, até que Benjamin Franklin após vários experimentos determinou a hipótese do fluido único onde os corpos já possuem uma determinada carga normal, e ao ser atritada um acaba perdendo parte do seu fluido e outro acaba ganhando, ficando assim um carregado negativamente e outro positivamente.

Benjamin Franklin ainda propôs que a carga elétrica é conservada, e só se distribui quando o corpo é atritado, em 1762, Johan Carl Wilcke publicou experimentos que explicam a eletrização por indução (BASSALO, 1996). Os estudos continuaram, e em meados de 1763, Robert Simmer defendeu a ideia de cargas elétricas com fluídos positivos e negativos, comprovando experimentalmente as ideias de Dufay (CHAIB & ASSIS, 2007).

A partir daí aconteceram várias outras descobertas, entre elas em 1910 Millikan conseguiu relacionar a massa do elétron com a sua carga em um experimento com gotas de óleo eletrizadas por atrito, no qual o físico borrifou gotas de óleo no interior de uma câmera, e notou que as gotas carregadas positivamente ficavam livres. Ou

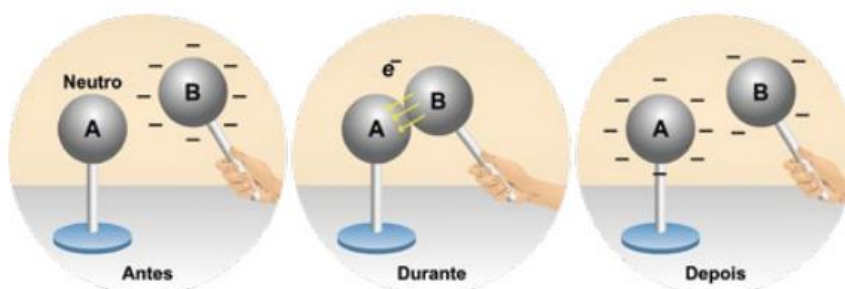
seja, o experimento comprovou que a carga elétrica é quantizada e que a carga surge sempre apenas como múltiplos inteiros da carga de um elétron (BASSALO, 1996). Ela é representada em forma de equação por:

$$Q = n \cdot e$$

No qual, e simboliza a carga elétrica fundamental e é representada por $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, e n significa um número inteiro. A eletrização eletrostática ocorre quando é oferecido uma carga elétrica para um objeto, ou seja, quando ele se torna portador de carga elétrica. Existem várias formas de eletrização, as mais comuns são por atrito, contato ou indução, segundo Cruz (2005) a eletrização por atrito foi a primeira a ser descoberta e acontece quando dois corpos são atritados, ocasionando na troca de cargas elétricas devido ao fato dos átomos que estão nas partes externas dos corpos acabarem entrando em contato de forma mais intensa, mesmo que um dos corpos seja isolante

Cruz (2005) explica também a eletrização por contato, que ocorre ao encostar um corpo condutor carregado à um condutor neutro, nesse caso, o energizado transfere cargas para o neutro. Como por exemplo, em alguns casos ao tocar um corpo metálico acontece o choque, isso acontece devido as cargas estarem passando do corpo eletrizado para nosso corpo. Na figura 2, um exemplo de eletrização por contato.

Figura 2: Eletrização por contato entre dois materiais condutores.



Fonte: Instituto de Física de São Carlos, 2010.

E a eletrização por indução ocorre quando um corpo sem encostar no condutor, induz a distribuição de cargas, no entanto não há alteração na carga total do induzido. Este é o único tipo de eletrização que acontece sem o toque entre dois corpos, ou seja, apenas com a aproximação (CRUZ, 2005). Dessa forma, ao aproximar um corpo

indutor, ou seja, eletrizado (A) de um corpo induzido, ou seja, neutro (B), acaba ocorrendo a separação das cargas como demonstrados na figura 3.

Figura 3: Eletrização por indução



Fonte: CTISM. 2021.

Complementando a explicação sobre eletrização por indução, Mello (2011) cita que:

O processo de indução, simplesmente, não eletriza um corpo. O que ocorre é um rearranjo no posicionamento das cargas. Podemos, dentro deste procedimento, fazer uma ligação à terra do corpo induzido e eletrizá-lo. Ligando o corpo Induzido à terra, teremos, neste caso, o deslocamento de elétrons da terra para o corpo. (MELLO, 2011, p. 13.)

De acordo com Franco (2019), os elétrons são distribuídos dentro de faixas e entre elas encontram-se as conhecidas “zonas fechadas”, com isso, ao receber uma certa quantidade de energia os elétrons podem passar de uma faixa para outra. Quando se fala de condutores, é correto afirmar que os elétrons tem um fácil fluxo elétrico, pois há muito espaço dentro de suas faixas, como exemplo podemos citar os tipos de metais. Ou seja, nos condutores os portadores de cargas elétricas estão praticamente livres e com muita movimentação, o que permite que as cargas elétricas passem livremente pelo material.

Já nos isolantes ocorre o contrário, a sua faixa se encontra fechada e não permite assim, que haja a movimentação dos elétrons, como por exemplo a borracha, a madeira, a porcelana, o papel e o vidro. Dessa forma, os materiais isolantes acabam não dispondo de portadores de cargas elétricas se movimentando livremente, ou seja, sua movimentação é quase nula (FRANCO, 2019). Complementando, os autores Job, et al. explicam mais sobre os materiais isolantes ao afirmarem que:

Quando materiais isolantes elétricos são submetidos a campos elétricos eles podem apresentar condução elétrica, pode ocorrer a injeção de portadores de cargas livres levando à formação de cargas espaciais e os valores do campo elétrico podem ter valores elevados levando o material dielétrico à falha elétrica, a qual pode ser detectada pelo aumento súbito de corrente elétrica. (JOB, et al., 2000, p. 51802).

A rigidez dielétrica segundo Job, et al. (2000), é quando um campo elétrico tem uma máxima amplitude no qual o material é capaz de suportar sem chegar a se perder nas suas propriedades isolantes, ou seja, refere-se a tensão por unidade de espessura do dielétrico quando um material é capaz de aguentar altos campos elétricos e ainda permanecer sem rompimentos e sem descarga, segundo a distância existente entre os dois pontos de aplicação, valor dado em V/m.

$$E_c = \frac{U_c}{d_c}$$

Atualmente sabe-se que a estrutura atômica é formada pelo núcleo que tem dois tipos de partículas, sendo elas o próton com carga elétrica positiva e o nêutron sem cargas elétricas, e ao redor do núcleo estão os elétrons, carregados negativamente orbitando-o (SEARS, ZEMANSKY, YOUNG E FREEDMAN, 2009).

Os átomos estão presentes em basicamente tudo, eletricamente neutros com cargas iguais de prótons e elétrons, ficando eletrizados quando essas cargas entram em desequilíbrio.

Após essas descobertas, muitos outros estudos foram realizados até os dias atuais que se relacionaram com a eletrostática, alavancando os conhecimentos físicos e os apresentando de forma resumida na sala de aula. No ensino médio os alunos conhecem os dois princípios da eletrostática, o primeiro é o princípio da atração e repulsão, no qual sinais iguais se repelem e sinais opostos se atraem. E o segundo é o princípio da conservação das cargas elétricas, onde em um sistema isolado a soma algébrica das cargas negativas e positivas mantém-se constante.

PLANEJAMENTO DE APLICAÇÃO DO BLOG FÍSICA FÁCIL EM SALA DE AULA

O Blog “Física Fácil” é indicado para aulas sobre Processos de Eletrização e Rigidez Dielétrica. Em nossas aplicações ele foi utilizado durante as aulas do 3º ano do ensino médio na Escola Estadual EFAL (Escola Família Agrícola de Ladeirinhas “A”), mas isso pode variar dependendo da escola, dos estudantes, do tempo disponível, enfim, do contexto ao qual se encontra o ambiente escolar.

Na sequência de ensino apresenta-se um quadro com as atividades, objetivos e carga horária de cada encontro, sempre lembrando que esse cronograma pode ser modificado para se adaptar aos diferentes contextos escolares.

Quadro 1: Cronograma das atividades realizadas no Blog Física Fácil.

Aula	Atividade	Objetivo Geral	Carga Horária
1	Acessar o conteúdo do Blog relativo aos Modelos Atômicos e Quantização da Carga Elétrica, assistir as videoaulas, responder os questionários, jogar o jogo, ler os textos sobre as curiosidades e acessar o link sobre o artigo e revisar o conteúdo	Descrever o átomo a partir dos seus principais modelos atômicos historicamente propostos para compreender os processos de aquisição e perda de cargas elétricas e geração de eletricidade estática.	2h/aula (total 1h e 40 min)
2	Assistir o vídeo provocativo sobre acidentes causados por energia estática assistir as videoaulas, responder os questionários, assistir a experiência da caneta mágica, revisar com o vídeo da paródia e com o mapa conceitual	Compreender a dinâmica dos processos de eletrização e relacioná-los com os fenômenos físicos observados no cotidiano.	2h/aula (total 1h e 40 min)
3	Ler a matéria clicando no link, assistir a videoaula, responder os questionários, assistir o vídeo sobre os raios invertidos, ler a matéria sobre a Física aplicada ao campo, assistir ao vídeo da experiência, cumprir o desafio do dia com os memes, revisar o conteúdo com o mapa conceitual, acessar os conteúdos sobre os raios e acessar o infográfico sobre a formação dos raios em “para saber mais”	Definir isolantes, condutores e rigidez dielétrica a partir de comparações e associações partindo-se do mundo subatômico e das observações de situações do cotidiano.	2h/aula (total 1h e 40 min)

Fonte: O autor. 2021.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

1º ENCONTRO – AULA 01

Título: A carga elétrica e a evolução dos modelos atômicos.

Ementa: conceito de carga elétrica, modelos atômicos, quantização da carga elétrica.

Objetivo Geral

Descrever o átomo a partir dos seus principais modelos atômicos historicamente propostos para compreender os processos de aquisição e perda de cargas elétricas e geração de eletricidade estática.

Objetivos Específicos

- Descrever os principais modelos atômicos e identificar o mais apropriado para definir os processos de eletrização;
- Identificar e diferenciar as três principais partículas subatômicas existentes no átomo (Prótons, Elétrons e Nêutrons) para dar suporte teórico suficiente para a compreensão dos conceitos sobre eletrização estática;
- Definir carga elétrica e sua quantização;
- Calcular a quantidade de carga elétrica contida em um corpo eletrizado para mensurar os processos de eletrização que serão abordados;

Recursos Educacionais:

Mídias digitais, projetor, smartphone, tablet, computador.

Desenvolvimento dos conteúdos:

Parte inicial:

Olá, sejam bem-vindos! Eu sou o professor Ricardo e essa é a nossa aula de Física. Hoje nós iremos entender o que é eletrostática e aprender alguns de seus princípios. Vamos aprender ainda o que é eletrização e como ela ocorre estudando os seus três processos: eletrização por atrito, por contato e por indução. E pra finalizar,

veremos o que é um eletroscópio e como podemos usá-lo para identificar um corpo eletrizado.

Parte principal:

1º MOMENTO

Inicialmente foi disponibilizado o vídeo “Tudo se transforma, História da Química, História dos Modelos Atômicos” no link <https://www.thinglink.com/video/1433123349642346499> que tem por objetivo explicar e discutir a respeito da evolução dos modelos atômicos. A figura 4 mostra a tela inicial de exibição do vídeo

Figura 4: Tela inicial do vídeo Tudo se Transforma, História da Química, História dos Modelos Atômicos.



Fonte: <https://www.thinglink.com/video/1433123349642346499>

Durante a videoaula, foram fornecidos na ferramenta thinglink, links com perguntas e comentários sobre o tema, com o objetivo de identificar in loco como evoluiu a visualização e assimilação do tema proposto durante a exposição do vídeo.

2º MOMENTO

Após assistir o vídeo (Ao longo da progressão do vídeo relatado acima – “Tudo se transforma, História da Química, História dos Modelos Atômicos”), os alunos responderam às perguntas que surgiram em sua tela, quando clicaram em botões virtuais, que tinham por objetivo avaliar a evolução da aprendizagem. A seguir, as perguntas que foram respondidas ao longo do vídeo.

1. Dentre as características do átomo de Dalton a indivisibilidade nos levou a acreditar que o átomo era a menor porção da matéria. Cite outras três características do átomo de Dalton.

- ☒ Era maciço, esférico e indivisível
- ☐ Era esférico, divisível e maciço
- ☐ Era esférico, internamente oco e indivisível
- ☐ Era de formato irregular, maciço e indivisível
- ☐ Era de formato irregular, internamente oco e divisível

2. Qual instrumento Thomson utilizou para fazer descobertas importantes que o levaram a formular o seu modelo atômico?

- ☐ Tubo de Pitot
- ☐ Tubo de ensaio
- ☐ Vaso de Crooker
- ☒ Ampola de Crooker
- ☐ Ampola de Burgmer

3. Qual foi uma das mais importantes descobertas de Thomson que foi inserida em seu modelo atômico?

- ☐ A bola de bilhar
- ☐ A ampola de Crooker
- ☐ O átomo de Thomson
- ☒ O elétron
- ☐ A massa do átomo

4. Como ficou conhecido o modelo atômico de Thomson?

- ☐ Modelo do elétron
- ☒ Modelo do pudim de passas
- ☐ Modelo da bola de bilhar
- ☐ Modelo das massas dos átomos
- ☐ Modelo ampola de crookes

5. Como ficou conhecido o modelo atômico de Rutherford?

- ☐ Modelo esférico

- () Modelo de passas
- () Modelo da Bola de bilhar
- (x) Modelo Planetário
- () Modelo do Satélite

6. Qual experimento possibilitou a Rutherford propor o seu modelo atômico?

- () Experimento do vaso de Crookes
- (x) Experimento da lâmina de ouro bombardeada por radiação alfa
- () Experimento do tubo de raios catódicos
- () Experimento tubo de raios anódicos
- () Experimento da bola de bilhar

Nas figuras numeradas de 5 a 10 vemos como as perguntas foram exibidas para os alunos através dos formulários.

Figura 5: Primeira pergunta.

Dentre as características do átomo de Dalton a indivisibilidade nos levou a 1 ponto
acreditar que o átomo era a menor porção da matéria. Cite outras três
características do átomo de Dalton. *

- ☐ Era maciço, esférico e indivisível
- ☐ Era esférico, divisível e maciço
- ☐ Era esférico, internamente oco e indivisível
- ☐ Era de formato irregular, maciço e indivisível
- ☐ Era de formato irregular, internamente oco e divisível

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 6: Segunda pergunta.

Qual foi uma das mais importantes descobertas de Thomson que foi inserida em
seu modelo atômico? *

- ☐ A bola de bilhar
- ☐ A ampola de Crookes
- ☐ O núcleo do átomo
- ☐ O elétron
- ☐ A massa do átomo

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 7: Terceira pergunta.

Qual instrumento Thomson utilizou para fazer descobertas importantes que o levou a formular o seu modelo atômico? *

- ☐ Vaso de Brender
- ☐ Tubo de Pitot
- ☐ Ampola de Crookes
- ☐ Tubo de ensaio
- ☐ Ampola de Burgmer

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 8: Quarta pergunta.

Como ficou conhecido o modelo atômico de Thomson? * 1 ponto

- ☐ Modelo do elétron
- ☐ Modelo da bola de bilhar
- ☐ Modelo ampola de crookes
- ☐ Modelo das massas dos átomos
- ☐ Modelo do pudim de passas

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 9: Quinta pergunta.

Como ficou conhecido o modelo atômico de Rutherford? * 1 ponto

- ☐ Modelo esférico
- ☐ Modelo de passas
- ☐ Modelo da Bola de bilhar
- ☐ Modelo Planetário
- ☐ Modelo do Satélite

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 10: Sexta pergunta.

Qual experimento possibilitou a Rutherford propor o seu modelo atômico? 1 ponto

☐ Experimento do vaso de Crookes

☐ Experimento da lâmina de ouro bombardeada por radiação alfa

☐ Experimento do tubo de raios raios alfa

☐ Experimento tubo de raios anódicos

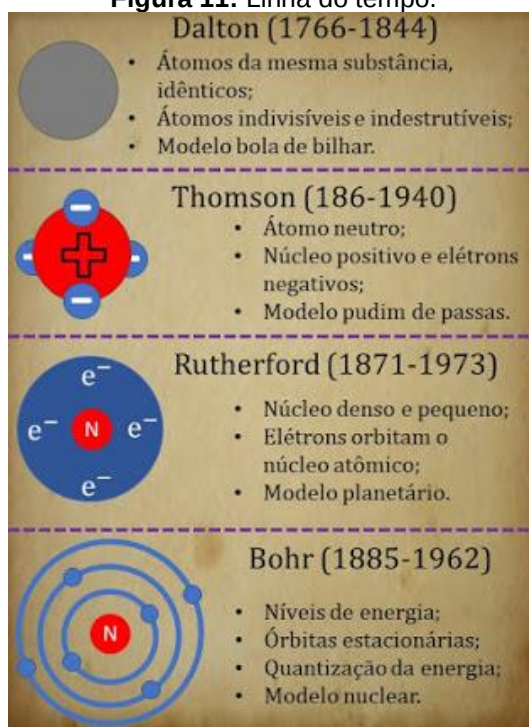
☐ Experimento da bola de bilhar

Fonte: Google forms. 2021.

3º MOMENTO

Após a coleta de respostas e discussão do questionário, foi exposta uma linha do tempo na qual o aluno revisou os principais tópicos da videoaula mostrada sobre os modelos atômicos (“Tudo se transforma, História da Química, História dos Modelos Atômicos”). Abaixo, segue uma imagem da linha do tempo exibida na figura 11.

Figura 11: Linha do tempo.



Fonte: O autor. 2021.

4º MOMENTO

Fo apresentado texto sobre a dinâmica no interior do núcleo atômico com os seguintes dizeres:



Prótons e Nêutrons não são sedentários!

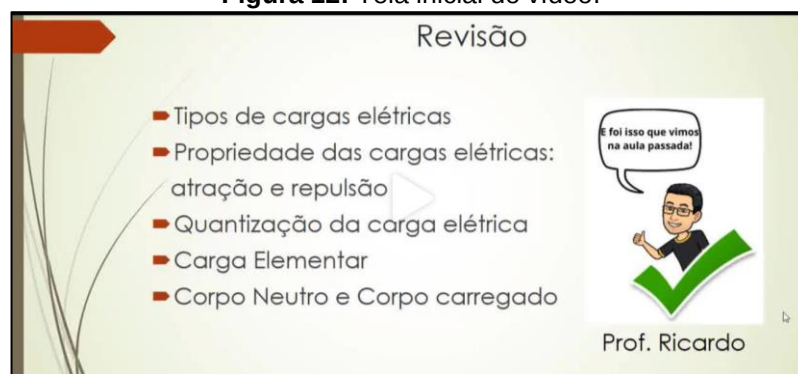
Situação comum quando se estuda a evolução dos modelos atômicos é acharmos que Prótons e Nêutrons são partículas subatômicas que se encontram em repouso no núcleo atômico, deixando para os elétrons o status de "únicas partículas que se movimentam no interior do átomo". Mas isso não é verdade, segundo matéria publicada na revista Fapesp (edição 64 de 2001) existe um movimento intenso e caótico de prótons e nêutrons no interior do núcleo o que torna imprevisível o seu movimento. Para ir mais a fundo sobre este assunto, clique no link em "Para saber mais" que você encontrará mais adiante.

5º MOMENTO

Após coleta de respostas e discussão do questionário, foi apresentada uma videoaula, no link <https://www.thinglink.com/video-card/1448844562683396098>, que teve por objetivo discutir a quantização da carga elétrica e o seu cálculo.

Durante a videoaula, foram expostos na ferramenta Thinglinks, links com perguntas e comentários sobre o tema, com o objetivo de identificar in loco como evoluiu a visualização e assimilação do tema proposto durante a exposição do vídeo. Na figura 12 vemos a tela inicial da videoaula sobre a quantização da carga elétrica.

Figura 12: Tela inicial do vídeo.

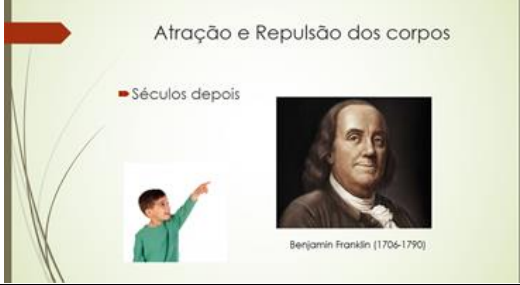


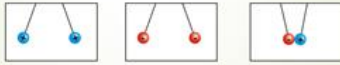
Fonte: <https://www.thinglink.com/videocard/1448844562683396098>

Vídeo aula: Será gravada e disponibilizada no aplicativo Thinglink, seguindo o planejamento:

Quadro 2: Planejamento para gravação.

Momento	Vídeo	Fala do professor
1		Olá turma, tudo bem com vocês? Na nossa aula de hoje vamos falar sobre a quantização da carga elétrica, mas antes a gente vai rever a estrutura do átomo e também vamos entender o que é uma carga elementar. Depois vamos finalizar a aula com a resolução de exemplos sobre o um assunto muito importante, o cálculo da quantidade de carga elétrica. Então vamos pra aula...
2		Como já vimos anteriormente no vídeo sobre modelos atômicos, a estrutura de um átomo é composta por um núcleo, que contém dois tipos de partículas: são elas, o Próton e o Nêutron. Observando a figura a gente vê o átomo e o seu núcleo no centro das circunferências. Essas bolinhas verdes e azuis aí representam o próton e o nêutron. Esse núcleo é rodeado por elétrons que estão em constante movimento a seu redor,

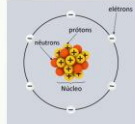
		da mesma forma que os planetas giram em torno do Sol. Por isso a gente costuma chamar esse modelo de modelo planetário de Rutherford-Bohr ou simplesmente de modelo de Bohr. Galera, existem outros modelos mais avançados que este, e que explicam melhor a estrutura atômica, mas a gente vai se concentrar neste porque ele é didaticamente mais apropriado para trabalharmos com os conceitos que abordaremos mais adiante. Vale lembrar que o próton possui carga elétrica positiva e o elétron, negativa. Tanto o próton como o elétron possuem cargas de mesmo valor absoluto (mesmo módulo) que veremos mais adiante. Porém suas cargas possuem sinais contrários, ou seja, o próton é positivo e o elétron é negativo. O nêutron não possui carga elétrica. Os elétrons ficam nas regiões circulares que a gente vê na figura, chamadas de eletrosfera. Então o núcleo é a casa do Próton e do Nêutron pessoal. Já a eletrosfera é a casa do elétron.
3		Em 600 a.C, os gregos já sabiam que, a ser atritado com a lã, o âmbar (uma resina vegetal) adquiria a propriedade de atrair objetos.
4		Essa propriedade do âmbar de atrair objetos foi observada ao longo dos séculos e coube ao cientista, inventor e político norte-americano Benjamin Franklin dar uma importante contribuição para a sua compreensão.

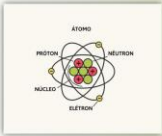
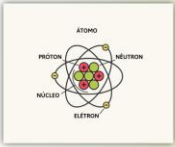
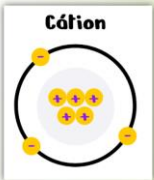
5	Atração e Repulsão dos corpos Corpos atritados = Atrair ou Repelir objetos 	Franklin percebeu que os corpos atritados podiam não só atrair alguns corpos como, também, repelir outros. Vejam aí na figura galera que temos corpos que foram atritados antes de serem pendurados nos fios. Reparem que eles podem se atrair mas também podem se repelir. Quando atrai e quando repele depende do tipo de corpo que foi atritado e, também, do tipo de corpo que foi aproximado.
6	A carga elétrica de Franklin Existem dois tipos de cargas elétricas que o cientista americano Benjamin Franklin chamou de carga positiva e carga negativa.	Então podemos dizer que, baseando-se nessas propriedades de atração e repulsão, Benjamin Franklin propôs a existência de dois tipos de cargas elétricas fluídicas, a carga elétrica positiva e a carga elétrica negativa.
7	Propriedades das cargas elétricas - Cargas de mesmo sinal: Repulsão - Cargas de sinais contrários: Atração 	Essas cargas podem se atrair ou se repelir da seguinte forma: duas cargas de mesmo sinal se repelem (carga positiva repele carga positiva, carga negativa repele carga negativa) e cargas de sinais opostos se atraem (carga negativa com carga positiva se atraem), como vocês podem ver na figura galera.
8	Carga positiva e Carga negativa Franklin poderia ter escolhido outros nomes como pera e uva mas os sinais positivo e negativo facilitam os cálculos algébricos necessários para calcular a carga total (algo que veremos adiante). 	Franklin poderia ter escolhido outros nomes como pera e uva, mas os sinais positivo e negativo facilitam os cálculos algébricos necessários para calcular a carga total (a gente ainda vai ver mais sobre isso adiante).
9	Benjamim Franklin - Nomeou as cargas elétricas de positiva e negativa - Cientista, Político e Inventor Americano - Realizou estudos na área da eletricidade - Inventor do para-raios e óculos de duas lentes  Benjamin Franklin (1706-1790)	Falando nele... Benjamin Franklin foi um importante cientista, inventor e político americano que, além de ter inventado o para-raios e os óculos de duas lentes, realizou estudos na área da eletricidade e até contribuiu para a redação da carta da independência americana! Vejam como o cara foi influente em sua época.

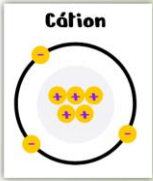
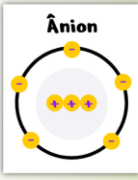
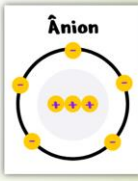


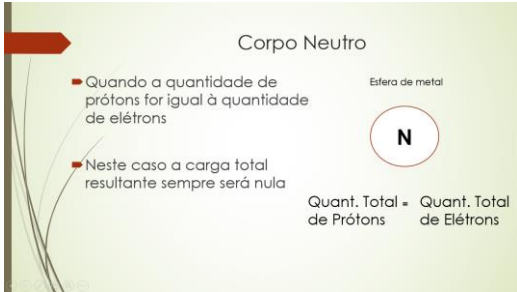
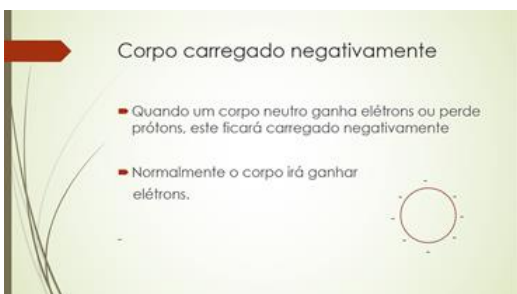
Franklin considerava que a carga elétrica era um fluido contínuo semelhante à água derramando, pois, esta ideia dava pro gasto, ou seja, explicava bem algumas dúvidas dos cientistas da época. Vejam na figura que podemos considerar a matéria macroscopicamente contínua, como o leite caindo ou não contínua (granulada) como o feijão que cai em pacotes de 1 grão cada. Aí eu falo pacotes de 1 grão, cada grão corresponde a 1 pacotinho. Reparem que dá pra derramar 1,5 L de água (uma quantidade não inteira pois inteiro significa 1, 2, 3, 4 e assim por diante) mas não dá pra cair 1,5 grãos de feijão (ou cai 1 grão ou cai 2 grãos, nunca 1,5 grãos). Isso é o que chamamos de matéria granulada ou matéria quantizada porque só podemos considerá-la em valores proporcionais a um valor fixo (ou pacote). No caso do feijão, cada pacote corresponde a 1 grão. Então teremos, 1, 2, 3, 4 grãos que são múltiplos inteiros de 1 grão. Da mesma forma podemos subir 1 degrau, 2 degraus, 3 degraus de uma escada, mas nunca poderemos subir 1,5 degrau. O mesmo ocorre com um piano, apertamos uma tecla, duas teclas, mas nunca 2 teclas e meia. Então galera, a matéria quantizada só nos permite acessá-la em quantidades inteiras de um pacote. Esse pacote pode ser uma gota de água, um grão de feijão ou um valor numérico que fixamos e que nunca vai mudar, como o da carga elementar que veremos daqui a pouco.

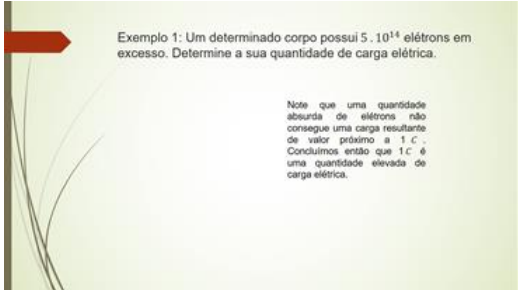
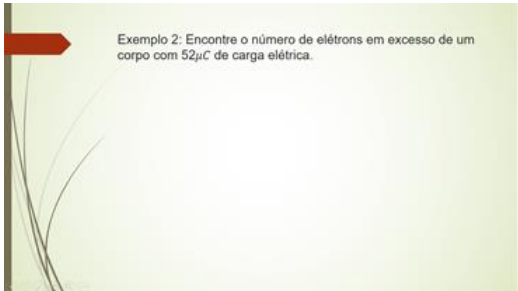
11	O que vimos antes - Eletrização por indução - Curioso caso do corpo neutro - Eletroscópios 	Com uma ideia diferente de Franklin, que considerava que a carga elétrica era um fluido contínuo, Robert Millikan considerava ser a carga elétrica quantizada. Para isso ele utilizou um aparato experimental que consistia em fazer uma gota de óleo eletrizada percorrer um caminho entre duas placas também eletrizadas. Vejamos a seguir como isso funcionou
12	Experimento de Millikan $Q = n \cdot e$ para $N = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$ n: número das cargas $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 	Observando a figura, vejam galera que as gotículas de óleo são inseridas pelo vaporizador acima. Quando estão caindo, elas atravessam o orifício na primeira placa laranja (acima). As duas placas laranjas da figura estão eletrizadas e, por esse motivo, retardam a queda da gotícula. Observando a queda das gotículas, Millikan chegou a uma importante conclusão: ele mediu a carga da gotículas e verificou que todas elas eram múltiplos de um valor fixo equivalente à $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$. Estava descoberta a carga elementar que chamamos de e. Todas os valores de cargas de todas as gotículas são múltiplos inteiros de e. Assim, como já discutimos, a carga é quantizada e cada pacote equivale a um valor fixo e. Portanto, na expressão $Q = N \cdot e$, N representa valores inteiros para os quais teremos os múltiplos de e. Vejam novamente turma, que N só assume valores inteiros 1, 2, 3, 4 e assim por diante.
13	Robert Andrews Millikan (1868 – 1953) - Cientista norte-americano que, por seus trabalhos com gotas de óleo carregadas, descobriu o valor da carga elementar. - Provou que a carga elétrica é quantizada - Ganhou o prêmio Nobel em 1923 por seus estudos sobre a carga elementar. 	Robert Andrews Millikan foi um notável cientista americano que, por seus trabalhos com gotas de óleo carregadas, descobriu o valor da carga elementar propondo a sua existência. Com isso ele provou ser a carga quantizada ganhando, assim, o Nobel da Física em 1923.

14	O que vimos antes - Eletrização por indução - Curioso caso do corpo neutro - Eletroscópios 	Mas e as unidades? Bem, para a carga elétrica nós temos o Coulomb em homenagem ao Físico francês Charles Augustin de Coulomb.
15	Charles Augustin de Coulomb (1736 – 1806) - Estudou a interação entre cargas elétricas - Propôs, em 1785, a lei que leva o seu nome - Para isso ele utilizou um equipamento conhecido como balança de torção 	Coulomb estudou a interação entre cargas elétricas chegando a propor, em 1785, a lei que leva o seu nome. Para isso Coulomb utilizou a sua famosa balança de torção (vejam na foto)
16	Submúltiplos do Coulomb 1 C representa uma quantidade de carga muito grande, por isso é comum utilizar os submúltiplos do Coulomb 1 milicoulomb = $1mC = 10^{-3} C$ 1 microcoulomb = $1\mu C = 10^{-6} C$ 1 nanocoulomb = $1nC = 10^{-9} C$ 1 picocoulomb = $1pC = 10^{-12} C$	1 C representa uma quantidade de carga muito grande, por isso é comum utilizar os submúltiplos do Coulomb que são: 1 milicoulomb = $1mC = 10^{-3} C$ 1 microcoulomb = $1\mu C = 10^{-6} C$ 1 nanocoulomb = $1nC = 10^{-9} C$ 1 picocoulomb = $1pC = 10^{-12} C$
17	De volta ao modelo atômico - Carga do Próton $e = +1,6 \times 10^{-19} C$ - Carga do Elétron $e = -1,6 \times 10^{-19} C$ - O Próton e o Elétron possuem cargas de mesmo módulo e com sinais contrários. 	De acordo com tudo o que vimos, podemos retornar ao nosso modelo atômico para inserir o que sabemos. A carga de um próton corresponde a uma carga elementar, assim como ocorre, também, com o elétron. A diferença ocorre somente com o sinal (olha o sinal de Franklin aí gente). Não se esqueçam disso! Portanto o elétron e o próton possuem cargas de mesmo valor absoluto (módulo) e sinais contrários.
18	Se somarmos a carga de um próton com a de um elétron obteremos: $Q = 1,6 \times 10^{-19} + (-1,6 \times 10^{-19})$ $Q = 1,6 \times 10^{-19} - 1,6 \times 10^{-19}$ $Q = 0$ Podemos dizer que as cargas se compensam e o resultado final é nulo. Isso é o que chamamos de neutralidade elétrica. 	Turma eu quero chamar a atenção de vocês para o seguinte: Se nós somarmos a carga de um próton com a de um elétron obteremos como resultado $Q = 0$. Podemos dizer que as cargas se compensam e o resultado final é nulo. Isso é o que chamamos de neutralidade elétrica. Observem os cálculos atentamente.

19	Átomo Neutro ■ O átomo é considerado neutro quando o número de Prótons em seu núcleo é igual ao número de elétron. ■ A carga resultante é nula. 	O que seria um átomo neutro? O que quer dizer neutralidade elétrica? Bem, o átomo é considerado neutro quando o número de Prótons em seu núcleo é igual ao número de elétrons. Quando isso acontece dizemos que a carga resultante da soma de todos os prótons e elétrons será nula. Então na figura nós temos o núcleo contendo prótons e nêutrons e a eletrosfera, contendo os elétrons. Perceba que há 3 elétrons e 3 prótons. Assim podemos afirmar que o átomo da figura é neutro
20	Carga resultante 3 prótons e 3 elétrons ■ Q: Carga Resultante $Q = 3.(+e) + 3.(-e)$ $Q = +3.e - 3.e$ $Q = 0$ 	Temos aqui 3 prótons com carga +e (ou seja, $+1,6 \times 10^{-19}C$) e 3 elétrons com carga -e (ou seja, com carga $-1,6 \times 10^{-19}C$). Como são 3 prótons e 3 elétrons eu vou multiplicar as cargas +e e -e por três, como vocês podem ver na figura. Depois eu faço o jogo de sinais e vou subtrair +3e de - 3e, e o resultado vai dar zero. Então quando a gente soma a mesma quantidade de prótons e elétrons isso sempre vai acontecer (ou seja, a carga resultante sempre vai dar zero). $Q = 0$ significa que o átomo está neutro porque cada um dos 3 prótons terá a sua carga compensada por cada um dos 3 elétrons.
21	Íon Positivo - Cátions ■ Quando um átomo neutro perde um ou mais elétrons ele fica com mais prótons do que elétrons formando um íon positivo. Isto acontece porque a sua carga elétrica resultante se torna positiva. 	Quando um átomo neutro perde um ou mais elétrons ele fica com mais prótons do que elétrons formando um íon positivo. Isto acontece porque a sua carga elétrica resultante se torna positiva. Isso acontece porque a carga de cada elétron compensa a de cada próton. Como existem mais prótons, sobram cargas positivas que não serão compensadas.

22	Íon Positivo - Cátions ■ No exemplo da figura temos: 5 prótons e 3 elétrons, logo $Q = 5.(+e) + 3.(-e)$ $Q = +5e - 3e$ $Q = +2e$ (carga resultante positiva) 	No exemplo da figura temos: 5 prótons no núcleo do átomo e 3 elétrons nessa região circular aqui, que é a eletrosfera, onde ficam os elétrons, logo, somando-se as cargas elétricas para calcular a carga resultante: $Q = 5.(+e) + 3.(-e)$ $Q = +5e - 3e$ $Q = +2e$ (carga resultante positiva). Note que, neste caso, as cargas não se compensam e seu valor é positivo. Então temos um íon positivo. Íon porque há excesso de cargas sobrando e positivo porque este excesso é de cargas positivas.
23	Íon Negativo - Ânions ■ Quando um átomo neutro ganha um ou mais elétrons ele fica com mais elétrons do que prótons formando um íon negativo. Isto acontece porque a sua carga elétrica resultante se torna negativa. 	O mesmo raciocínio vale para este caso pessoal, quando um átomo neutro ganha um ou mais elétrons ele fica com mais elétrons (carga negativa) do que prótons (carga positiva) formando um íon negativo. Isto acontece porque a sua carga elétrica resultante se torna negativa.
24	Íon Negativo - Ânions ■ No exemplo da figura temos: 3 prótons e 5 elétrons, logo $Q = 3.(+e) + 5.(-e)$ $Q = +3e - 5e$ $Q = -2e$ (carga resultante negativa) 	No exemplo da figura temos: 3 prótons no núcleo do átomo e 5 elétrons na eletrosfera que é a região circular onde ficam os elétrons. Assim, somando-se as cargas para encontrar a carga resultante temos: $Q = 3.(+e) + 5.(-e)$ $Q = +3e - 5e$ $Q = -2e$ (carga resultante negativa). Portanto, turma, temos um íon negativo, chamado de ânion. Íon porque há excesso de carga e ânion porque esse excesso de carga é de sinal negativo. Lembrando que, quando não há excesso de carga a nossa carga resultante (ou carga líquida) dá zero e o nosso átomo estará neutro.

25		Galera a gente já viu o que é um átomo neutro. Agora nós veremos que é um corpo neutro. São coisas parecidas, até porque todo corpo neutro é formado por átomos neutros. Então, olhando pra imagem vemos que quando a quantidade de prótons for igual à quantidade de elétrons nós teremos um corpo que não tem carga elétrica positiva que não foi compensada por carga negativa. Então, nesse caso, a carga elétrica resultante (ou carga líquida, dá no mesmo) sempre será igual a zero pois, em um corpo neutro, a quantidade total de cargas positivas (prótons) sempre vai ser igual à quantidade de cargas negativas (elétrons). Reparem que o conceito de corpo neutro é semelhante ao de átomo neutro.
26		Então, reforçando, o corpo será neutro toda vez que tiver a mesma quantidade de prótons e elétrons.
27		Se a gente retira elétrons ou acrescenta prótons em um corpo neutro, ele vai ficar carregado com carga resultante positiva. Normalmente o corpo ficará com carga positiva quando perde elétrons. Observem na figura que representamos os sinais positivos na parte externa do corpo. É assim que se representa um corpo carregado positivamente.
28		Se a gente acrescenta elétrons a um corpo neutro ou se retira prótons, este ficará carregado negativamente. Geralmente obtemos corpos carregados negativamente através do acréscimo de elétrons. A representação se dá por sinais negativos na parte externa da figura. Isto acontece porque as cargas em excesso se localizam na parte

		externa do corpo.
29	 Exemplo 1: Um determinado corpo possui $5 \cdot 10^{14}$ elétrons em excesso. Determine a sua quantidade de carga elétrica. Note que uma quantidade absurda de elétrons não consegue uma carga resultante de valor próximo a $1C$. Concluímos então que $1C$ é uma quantidade elevada de carga elétrica.	Vamos agora resolver um exemplo. Um determinado corpo possui $5 \cdot 10^{14}$ elétrons em excesso. Determine a sua quantidade de carga elétrica. <u>Resolução:</u> $Q = n \cdot e$ $Q = 5 \times 10^{14} \cdot 1,6 \times 10^{-19}$ $Q = 8 \times 10^{-5} C$ Vejam que uma quantidade absurda de elétrons não consegue uma carga resultante de valor próximo a $1C$. Isto porque $1C$ representa uma quantidade elevada de carga elétrica.
30	 Exemplo 2: Encontre o número de elétrons em excesso de um corpo com $52\mu C$ de carga elétrica.	Vamos agora ao exemplo 2: Encontre o número de elétrons em excesso de um corpo com $52\mu C$ de carga elétrica. Sabemos que $Q = n \cdot e$ $52 \times 10^{-6} = 1,6 \times 10^{-19} \cdot n$ $1,6 \times 10^{-19} \cdot n = 52 \times 10^{-6}$ $n = \frac{52 \times 10^{-6}}{1,6 \times 10^{-19}}$ $n = 32,5 \times 10^{13}$ $n = 3,25 \times 10^{14} \text{ elétrons}$ Vejam que, pra se ter uma quantidade de carga de $52 \mu C$, muito menor que $1C$, é preciso uma quantidade muito elevada de elétrons. Algo em torno de 325 trilhões de elétrons (imaginem então quantos elétrons são necessários para se ter $1C$ de carga!)
31	 A partir da imagem ao lado, marque a alternativa correta • É um cátion • É um ânion • É um átomo • É uma molécula • nda	Nesse caso não precisa fazer cálculo algum, é só contar a quantidade de cargas positivas e negativas. Na imagem vemos que há 10 prótons no núcleo do átomo e 6 elétrons na sua eletrosfera. Portanto há um excesso de 4 cargas positivas, temos então um íon positivo chamado de cátion.

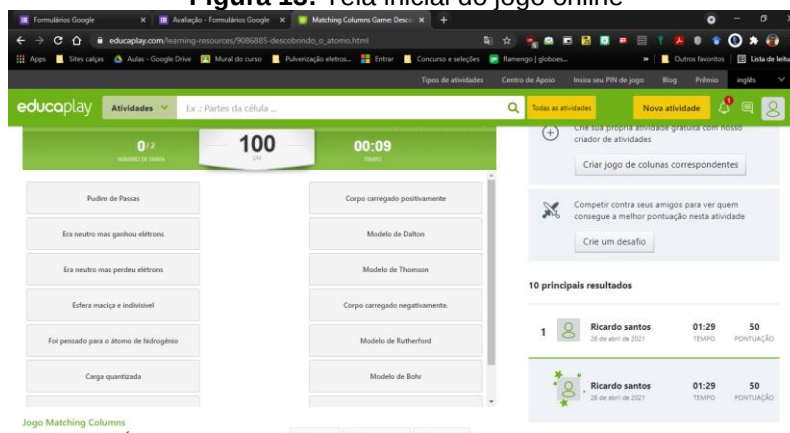
Fonte: O autor. 2021.

Parte final:

ATIVIDADE

Jogo online: os alunos foram desafiados a jogar o “matching”, um jogo que gamifica o aprendizado ao associar perguntas com respostas e ranquear os resultados. Vale salientar que antes do início da atividade foi mostrado um vídeo explicativo sobre a forma de jogar. Na figura 13 vemos a tela inicial do jogo.

Figura 13: Tela inicial do jogo online



Fonte: O autor. 2021

2º ENCONTRO – AULA 02

Título: Os processos de Eletrização

Ementa: eletrização por atrito, eletrização por contato, eletrização por indução, eletroscópios.

Objetivo Geral

Compreender a dinâmica dos processos de eletrização e relacioná-los com os fenômenos físicos observados no cotidiano.

Objetivos Específicos

- Comparar os processos de eletrização a partir de suas semelhanças e diferenças para evitar confundi-los;
- Descrever os processos de eletrização segundo a movimentação das cargas elétricas para compreender o fenômeno a partir da estrutura atômica;
- Identificar os processos de eletrização implícitos em máquinas e fenômenos naturais para compreender o mundo segundo a perspectiva da ciência.

Recursos Educacionais:

Mídias digitais, projetor, smartphone, tablet, computador.

Desenvolvimento dos conteúdos:

Parte inicial:

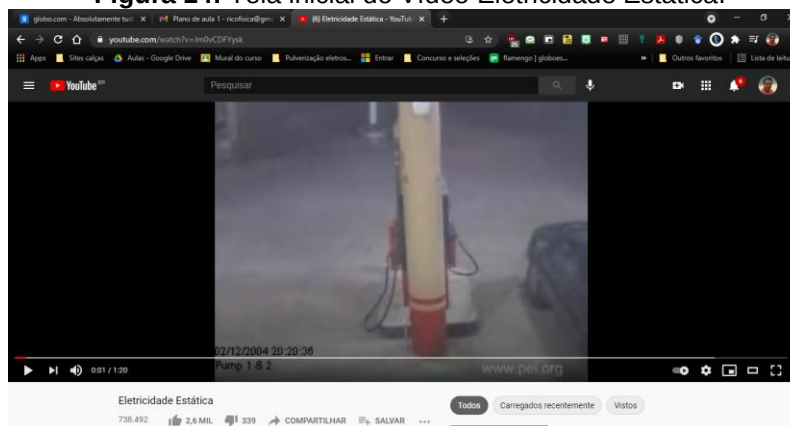
Olá, sejam bem-vindos! Eu sou o professor Ricardo e essa é a nossa aula de Física. Hoje nós iremos entender o que é eletrostática e aprender alguns de seus princípios. Vamos aprender ainda o que é eletrização e como ela ocorre estudando os seus três processos: eletrização por atrito, por contato e por indução. E pra finalizar, veremos o que é um eletroscópio e como podemos usá-lo para identificar um corpo eletrizado.

Parte principal:

1º MOMENTO

Inicialmente foi disponibilizado o vídeo Eletricidade Estática no link <https://www.youtube.com/watch?v=Jm0vCDFYysk> que tem por objetivo aguçar a curiosidade do aluno a respeito de um fenômeno da eletrização e da importância do conhecimento como prevenção de acidentes elétricos. A figura 14 exibe a tela inicial do vídeo.

Figura 14: Tela inicial do Vídeo Eletricidade Estática.



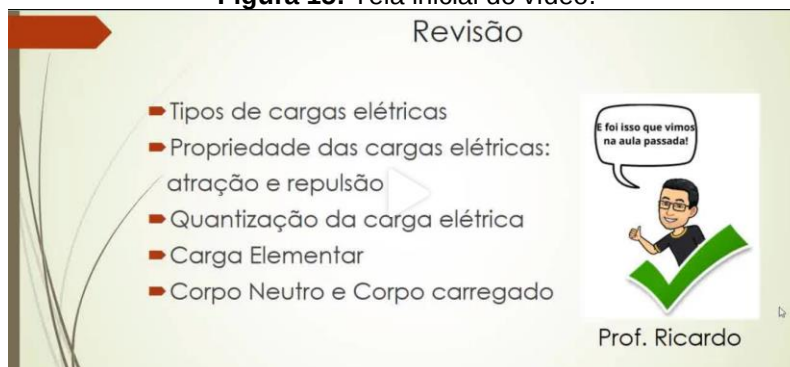
Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=Jm0vCDFYysk>

O vídeo foi acompanhado de uma pergunta provocativa (você é capaz de explicar o que aconteceu?) no Blog onde estará disponível. No final da aula o aluno foi convidado a explicar o motivo da combustão mostrada no vídeo.

2º MOMENTO

Mostamos uma videoaula, no link <https://www.thinglink.com/videocard/1448844562683396098>, que teve por objetivo discutir o processo de eletrização por atrito e o princípio da conservação das cargas elétricas. Na figura 15 vemos a tela inicial da videoaula.

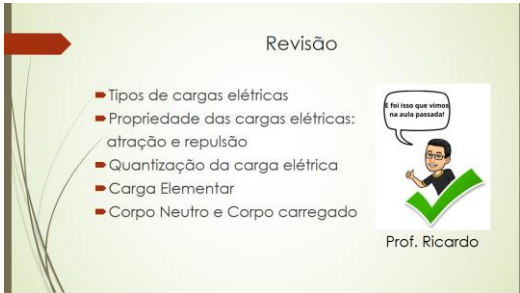
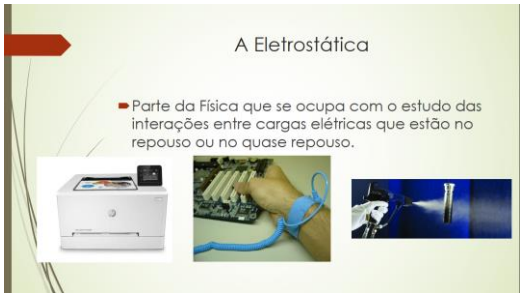
Figura 15: Tela inicial do vídeo.

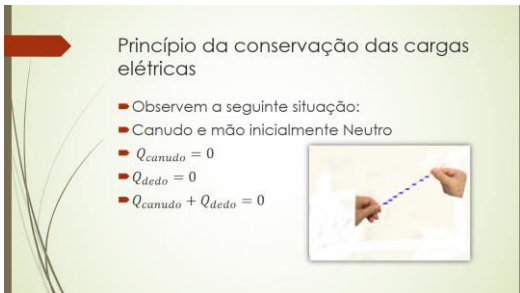


Fonte: <https://www.thinglink.com/videocard/1448844562683396098>

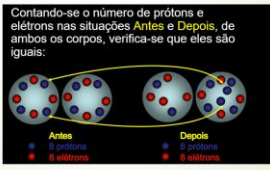
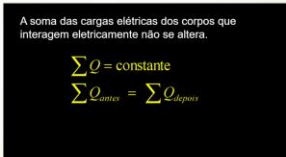
A videoaula foi armazenada no site thinglink.com seguindo o planejamento:

Quadro 3: Planejamento para gravação da vídeoaula.

Momento	Vídeo	Fala do Professor
1		Olá turma, tudo bem com vocês? Na aula de passada conhecemos os dois tipos de cargas elétricas (positiva e negativa) e vimos porque elas são chamadas assim. Vimos ainda uma de suas propriedades, que são a atração e a repulsão, e como elas ocorrem. Após isto, passamos a estudar as cargas elétricas sob uma nova ótica, a da quantização e com ela, o conceito de cargas elementar. E finalizamos, após termos construído todo o embasamento necessário, com a compreensão do que vem a ser um corpo neutro e um corpo carregado.
2		Já na aula de hoje, nós entenderemos o processo de eletrização por atrito que é, o primeiro dos três processos de eletrização que aprenderemos, e veremos mais um princípio da eletrização, que é princípio da conservação das cargas elétricas. Os outros dois processos de eletrização, que são a eletrização por contato e por indução, nós veremos mais adiante.
3		Então vamos começar conhecendo a parte da Física da qual nos ocuparemos na aula de hoje, a eletrostática! A eletrostática estuda as interações entre as cargas elétricas que estão no quase repouso ou no repouso. Existem muitas aplicações da eletrostática no nosso cotidiano, tais como no conforto da vida moderna (caso da impressora a laser), na segurança do trabalho, na prevenção de perdas de equipamentos eletrônicos sensíveis (como as placas eletrônicas, onde evitamos que elas sejam danificadas usando uma

		pulseirinha azul como essa aí da imagem), em processos de pinturas e tantas outras coisas. A eletrização por atrito explica o uso dessas e outras aplicações.
4		Então vamos conhecer a eletrização por atrito. Observando as figuras vemos que, quando atritamos, ou seja, quando esfregamos um bastão de vidro a um pano de seda, o vidro eletriza-se com cargas de sinal positivo e a seda com cargas de sinal negativo. Mas como isso acontece?
5	 ■ Bastão de vidro cede elétrons para a seda e fica eletrizado (carregado) positivamente. ■ A seda recebe os elétrons cedidos pelo bastão de vidro e fica eletrizada (carregada) negativamente.	Ao ser atritado com a seda, o bastão de vidro cede elétrons para ela e fica eletrizado positivamente (pois quem perde elétrons fica com excesso de cargas positivas). Já seda recebe os elétrons cedidos pelo bastão de vidro e fica eletrizada negativamente (já que a seda ficou com excesso de cargas negativas). Resumindo então..
6	 ■ No final, os corpos se eletrizam com cargas de sinais opostos	na eletrização por atrito os corpos ficarão eletrizados com cargas de sinais opostos, ou seja, um fica eletrizado positivamente e o outro fica eletrizado negativamente. Apesar do vidro perder elétrons para a seda a soma das cargas líquidas do dois corpos (atenção galera, cargas líquidas são cargas em excesso) sempre terá o mesmo valor como vocês verão nesse exemplo do canudo.
7	 Princípio da conservação das cargas elétricas ■ Observem a seguinte situação: ■ Canudo e mão inicialmente Neutro ■ $Q_{\text{canudo}} = 0$ ■ $Q_{\text{dedo}} = 0$ ■ $Q_{\text{canudo}} + Q_{\text{dedo}} = 0$	Observem o gif e notem que o dedo do homem está atritando o canudo. Isso vai fazer com que elétrons saiam do dedo e cheguem no canudo. Então os dedos ficaram eletrizados positivamente, pois perderam elétrons para o canudo, que ganhou elétrons e ficou eletrizado negativamente. Vejam que a carga do canudo e do dedo eram igual a zero antes de

		serem eletrizados. Então a soma dessas cargas também era zero.
8	 Princípio da conservação das cargas elétricas Após o Atrito entre os corpos $Q_{\text{canudo}} \neq 0$ $Q_{\text{dedo}} \neq 0$ $Q_{\text{canudo}} + Q_{\text{dedo}} = 0$	Porém, após o atrito, as cargas individuais do canudo e do dedo não serão mais iguais a zero porque ambos foram eletrizados e deixaram de ser neutros já que trocaram cargas elétricas entre si e se eletrizaram. Mas a soma dessas cargas continua sendo zero. Isso sempre vai acontecer quando os corpos que estão sendo atritados, estiverem isolados de outros corpos e só trocarem cargas entre si. Isso é o que chamamos na Física de sistema isolado e vale para dois ou mais corpos que trocam cargas somente entre si. Para entender melhor vejam o caso seguinte.
9	 Princípio da conservação das cargas elétricas. Exemplificação Quando se atritam dois corpos de materiais diferentes, inicialmente neutros, eles "trocaram" cargas elétricas entre si: Antes: 4p(+) e 4p(+) Depois: 2p(+) e 6p(+)	Na figura temos dois corpos em duas situações diferentes. A primeira ocorre antes de serem atritados e a segunda ocorre depois de serem atritados, como vocês podem observar imagem, as palavrinha em amarelo, "antes e depois" Notem que as bolinhas azuis representam as cargas elétricas positivas (os prótons) dos corpos e as vermelhas são as cargas negativas (os elétrons). Esses corpos, após serem atritados, vão trocar cargas elétricas entre si. O corpo da esquerda perdeu duas cargas positivas [(tinha 4p(+)) e ficou com 2p(+)] e o corpo da direita ganhou duas cargas positivas (tinha 4p(+)) e agora tem 6p(+). Portanto, após serem atritados, esses corpos vão trocar cargas elétricas entre si mas irão conservar a quantidade total de cargas elétricas do conjunto de dois corpos, como a gente vê a seguir

10	Princípio da conservação das cargas elétricas.  Contando-se o número de prótons e elétrons nas situações Antes e Depois, de ambos os corpos, verifica-se que eles são iguais: Antes 4 prótons 4 elétrons Depois 8 prótons 8 elétrons	Nessa figura galera, vemos que tanto antes como após a eletrização por atrito entre os dois corpos, as suas quantidades totais de prótons e elétrons vai ser a mesma, ou seja, antes da eletrização o conjunto de dois corpos tem 8 prótons em azul, quatro de um corpo e quatro do outro e 8 elétrons em vermelho 4 de um corpo e quatro do outro. Após o atrito entre os corpo essa quantidade não muda pois notem que o conjunto formado pelos dois corpos possuem também 8 prótons (2 prótons deste corpo da esquerda com mais 6 prótons do da direita. Elétrons também haverão 8 (4 elétrons do corpo da esquerda com mais 4 do da direita). Então a gente conclui que, a conservação das cargas elétricas sempre vai existir nos processos de eletrização valendo para todos eles. No nosso caso, frizo mais uma vez que antes e após a eletrização os corpos tiveram 8 cargas positivas e 8 negativas. Houve trocas de cargas elétricas entre eles mas a soma do conjunto não se alterou, permanecendo sempre em 8 cargas positivas (8 prótons) e 8 negativas (8 elétrons).
11	Princípio da conservação das cargas elétricas.  A soma das cargas elétricas dos corpos que interagem eletricamente não se altera. $\sum Q = \text{constante}$ $\sum Q_{\text{antes}} = \sum Q_{\text{depois}}$	Então, para concluir, isso é o que chamamos de conservação das cargas elétricas. Esse é o símbolo da soma então se lê, a soma de todas as cargas elétricas em excesso dos corpos antes da eletrização por atrito é igual à soma de todas as cargas elétricas em excesso depois.
12	(IFSP) A tabela a seguir mostra a série triboelétrica. Por meio dessa série, é possível determinar a carga elétrica adquirida por cada material quando são atritados entre si. O isopor ao ser atritado com a lã fica carregado negativamente. O vidro ao ser atritado com a seda ficará carregado a) positivamente, pois ganhou prótons. b) positivamente, pois perdeu elétrons. c) negativamente, pois ganhou elétrons. d) negativamente, pois perdeu prótons. e) com carga elétrica nula, pois é impossível o vidro ser eletrizado 	A tabela a seguir mostra a série triboelétrica. Por meio dessa série, é possível determinar a carga elétrica adquirida por cada material quando são atritados entre si. O isopor ao ser atritado com a lã fica carregado negativamente. O vidro ao ser atritado com a seda ficará

		carregado.
13		Bem, vamos ampliar essa tabela pra gente visualizar melhor, a série triboelétrica vai informar pra gente o tipo de carga elétrica que um corpo adquire ao ser atritado com o outro. Vemos nessa tabela diversos tipos de materiais, como lã, cabelo humano, seda, pele de gato, entre outros. Vocês podem ver, também, duas setas, uma com sinal positivo e a outra com sinal negativo. Se atritarmos dois corpos, por exemplo, o vidro e a seda, que é o caso da nossa questão, nós escolhemos uma das setas e observamos o seu sentido. Vamos escolher a seta com o sinal positivo, ela nos informa que os materiais localizados mais acima, serão eletrizados com cargas de carga positiva, em relação aos materiais que estão abaixo da sua posição na tabela. No nosso exemplo, vamos atritar o vidro com a seda. Notem que, na tabela, a posição do vidro está acima da posição da seda. Portanto, quando atritado com a seda, o vidro ficará eletrizado positivamente e a seda ficará eletrizada negativamente porque, se um material fica positivo, o outro ficará negativo porque estamos tratando de uma eletrização por atrito na qual os corpos adquirem cargas de sinal contrário, na eletrização por atrito. Então chegamos na resposta da nossa pergunta que é: o vidro, ao ser atritado com a seda, ficará eletrizado e ficará carregado... Já vimos que o vidro ficará carregado positivamente e o material que fica carregado positivamente, fica assim porque perde elétrons. Então a resposta correta é a alternativa b.

Fonte: O autor. 2021.

3º MOMENTO

Durante a videoaula, foram disponibilizados na ferramenta <https://www.thinglink.com> links com perguntas e comentários sobre o tema, com o objetivo de identificar in loco como evoluiu a visualização e assimilação do tema proposto durante a exposição do vídeo. Abaixo, seguem as perguntas que foram inseridas na videoaula.

1. Na eletrização por atrito, podemos perceber que: *

() Quando atritamos dois corpos neutros, um deles se eletriza e o outro permanece neutro.

() Os corpos atritados não trocam cargas entre si pois sua carga interna já é suficiente para eles se eletrizarem.

() Os corpos são eletrizados à distância, sem necessidade de contato entre eles.

(X) Quando atritamos dois corpos neutros, estes se eletrizam com cargas de sinais opostos.

() Quando atritamos dois corpos neutros, estes se eletrizam com cargas de mesmo sinal.

2. Sobre o princípio da conservação das cargas elétricas, é correto afirmar que:

() um corpo perde cargas elétricas e o outro ganha, por isso que a soma das cargas não pode ser a mesma antes e depois do processo de eletrização.

() o princípio da conservação das cargas elétricas não é válido para todos os corpos e não se aplica aos metais que perdem muitos elétrons e não mantém a sua carga conservada

() só é válido para os processos de eletrização por atrito.

(X) a soma das cargas de todos os corpos antes e depois do processo de eletrização não é modificada

() a carga elétrica é conservada porque o corpo a "segura" e não permite trocas com o ambiente externo.

3. Com base na série triboelétrica da figura abaixo, marque a única alternativa correta.

Pele de coelho	+ ↑ ↓ -
Vidro	
Cabelo humano	
Mica	
Lã	
Pele de gato	
Seda	
Algodão	
Âmbar	
Ebonite	
Poliéster	
Isopor	
Plástico	

- () o plástico se eletriza positivamente quando atritado com qualquer material da tabela.
- () o algodão adquire neutralidade ao ser atritado com o poliéster.
- () quando atritado com a ebonite a pele de gato e eletriza negativamente.
- (X) A lã se eletriza positivamente ao ser atritada com o âmbar.
- () a mica se eletriza positivamente quando atritada com o cabelo humano.

As figuras 16, 17 e 18 observamos como as perguntas foram exibidas para os alunos na forma de formulários.

Figura 16: Primeira pergunta.

Na eletrização por atrito, podemos perceber que: *

1 ponto

- ☒ quando atritamos dois corpos neutros, estes se eletrizam com cargas de sinais opostos.
- ☐ Os corpos são eletrizados à distância, sem necessidade de contato entre eles.
- ☐ quando atritamos dois corpos neutros, estes se eletrizam com cargas de mesmo sinal.
- ☐ Os corpos atritados não trocam cargas entre si pois sua carga interna já é suficiente para eles se eletrizarem.
- ☐ quando atritamos dois corpos neutros, um deles se eletriza e o outro permanece neutro.

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 17: Segunda pergunta.

Sobre o princípio da conservação das cargas elétricas, é correto afirmar que: *

1 ponto

- ☐ a soma das cargas de todos os corpos antes e depois do processo de eletrização não é modificada
- ☐ um corpo perde cargas elétricas e o outro ganha, por isso que a soma das cargas não pode ser a mesma antes e depois do processo de eletrização.
- ☐ a carga elétrica é conservada porque o corpo a "segura" e não permite trocas com o ambiente externo.
- ☐ o princípio da conservação das cargas elétricas não é válido para todos os corpos e não se aplica aos metais que perdem muitos elétrons e não mantêm a sua carga conservada
- ☐ só é válido para os processos de eletrização por atrito.

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 18: Terceira pergunta.

Com base na série triboelétrica da figura abaixo, marque a única alternativa correta. *

1 ponto

Pele de coelho	
Vidro	
Cabelo humano	
Mica	
Lã	
Pele de gato	
Seda	
Algodão	
Ambar	
Ebonite	
Poliéster	
Isopor	
Plástico	

↑ ↓

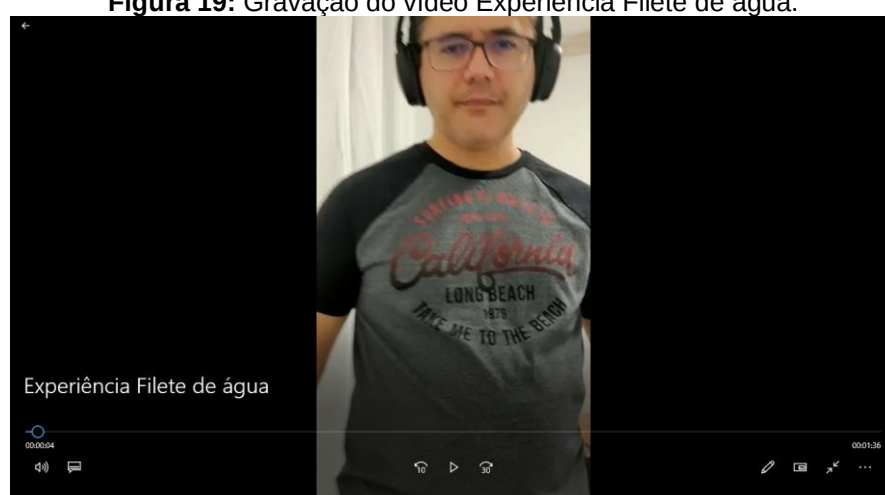
- ☐ o algodão adquire neutralidade ao ser atritado com o poliéster.
- ☐ o plástico se eletriza positivamente quando atritado com qualquer material da tabela.
- ☐ a mica se eletriza positivamente quando atritada com o cabelo humano.
- ☐ quando atritado com a ebonite a pele de gato se eletriza negativamente.
- ☐ A lã se eletriza positivamente ao ser atritada com o âmbar.

Fonte: Google forms. 2021.

4º MOMENTO:

Foi disponibilizado um vídeo de um experimento sobre eletrização intitulado “Experiência da caneta Mágica” que mostra o fenômeno da eletrização por atrito utilizando-se uma caneta e um pedaço de papel. A figura 19 exibe a imagem de um print de tela desse vídeo

Figura 19: Gravação do vídeo Experiência Filete de água.



Fonte. O autor. 2021.

5º MOMENTO:

Pedimos ao aluno que realizasse um experimento sobre eletrização com os seguintes dizeres: Esfregue uma caneta esferográfica ou régua no couro cabeludo e aproxime de pedaços de papel bem pequenos (tente pegar os menores pedaços possíveis, uma lasquinha da folha do seu caderno). Observe o que vai acontecer e tente explicar baseando-se no que você aprendeu na nesta aula de eletrização por atrito e responda à pergunta clicando no link abaixo.

6º MOMENTO:

Apresentamos um link para acessar um questionário contendo uma pergunta sobre o experimento sob a forma de questionário do google forms no link <https://forms.gle/2NB5vcKaKiVkm4s18>

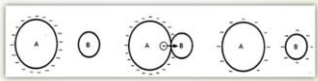
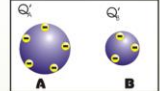
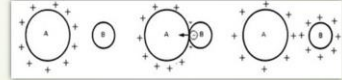
7º MOMENTO:

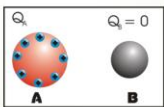
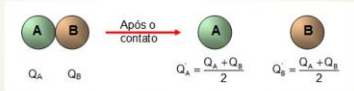
Apresentamos uma videoaula, no link <https://www.thinglink.com/video-card/1448864545824047106>, que teve por objetivo discutir o processo de eletrização por contato.

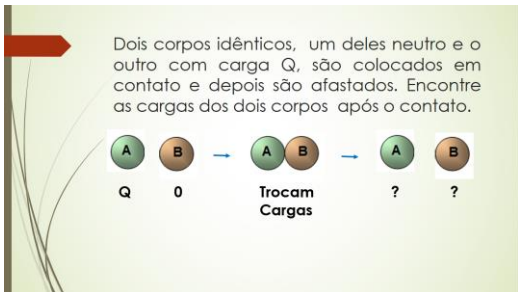
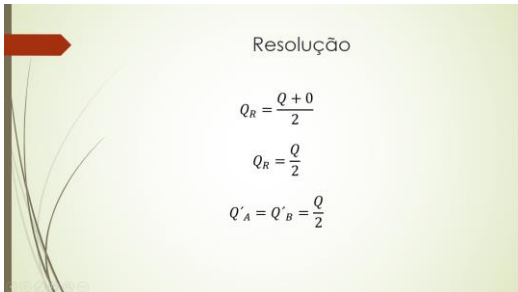
Vídeo aula: Foi gravada e armazenada no aplicativo <https://www.thinglink.com/> seguindo o planejamento:

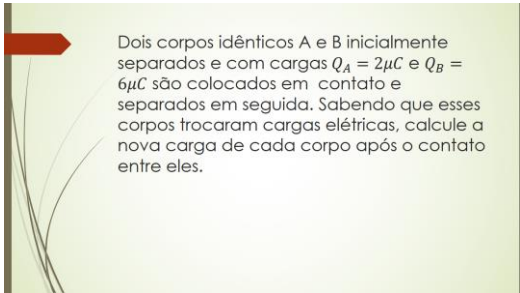
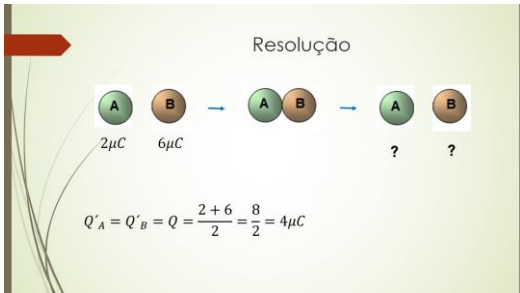
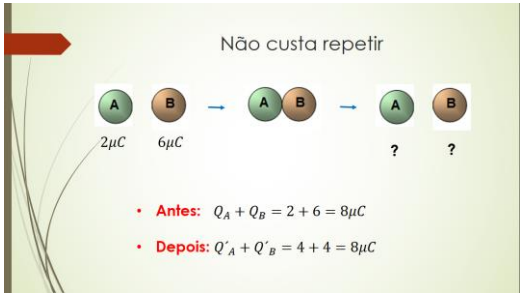
Quadro 4: Planejamento para gravação do vídeo.

Momento	Vídeo	Fala do Professor
1		Olá galera! Na aula passada aprendemos, através do princípio da conservação das cargas elétricas, que a carga elétrica de corpos que interagem isoladamente, sempre se conserva. Vimos também como ocorre o processo de eletrização por atrito e entendemos como se dá o movimento das cargas elétricas dos corpos durante o processo de eletrização.
2		Hoje nós veremos um segundo processo de eletrização que é a eletrização por contato. Entenderemos como se dá esse processo segundo a movimentação das cargas elétricas e calcularemos as novas cargas após o processo de eletrização ter ocorrido.

3	Eletrização por Contato - Os corpos só se tocam, não há atrito entre eles - Corpo Neutro B + Corpo eletrizado negativamente A - Elétrons passam do corpo eletrizado para o neutro 	Na eletrização por contato os corpos só irão se tocar, eles não vão se atritar galera! No exemplo da figura temos um corpo neutro B e um eletrizado negativamente A que se tocam. Percebam que o sinal negativo indica o seu tipo de carga do corpo A. É assim que vamos indicar quando um corpo está eletrizado. Nós vamos colocar o sinal de sua carga na sua parte externa. Vejam na figura que o corpo carregado negativamente A está perdendo elétrons para o neutro B. O corpo B irá ficar carregado negativamente e o corpo A continuará como já estava, carregado negativamente. Notem que o corpo B nunca perderia elétrons para o corpo A pois os elétrons em excesso de A repelem os elétrons de B. Normalmente, as cargas elétricas que irão se movimentar durante o processo de eletrização, serão as negativas mas isso não é uma regra. Então vamos analisar melhor a eletrização por contato.
4	Eletrização por Contato - Elétrons passam do corpo A para o corpo B - Após o contato, o módulo das cargas de ambos os corpos muda de valor 	Nesta imagem temos uma ideia melhor de como a eletrização ocorre, com o corpo A perdendo elétrons para o corpo B. Reparem que as cargas dos corpos A e B mudam após o contato de Q_A e Q_B para Q'_A e Q'_B. Isto ocorre porque há transferência de elétrons de A para B que vai alterar as quantidades de cargas dos dois corpos. Mas e se o corpo A estivesse positivamente carregado?
5	Eletrização por Contato - Os corpos só se tocam, não há atrito entre eles - Corpo Neutro B + Corpo eletrizado positivamente A - Elétrons passam do corpo eletrizado para o neutro 	Vejam então este caso com A carregado positivamente e B continuando neutro. Observem que desta vez o elétron sai do corpo B para o corpo A. Isto ocorre porque o excesso de cargas positivas de A atrai cargas negativas do corpo neutro B. Como B perde elétrons, fica carregado negativamente. Reparem que

		novamente foram os elétrons (as cargas negativas) que passaram de um corpo para o outro. É o que normalmente acontece. Novamente vamos analisar este caso usando um gif
6	Eletrização por Contato - Elétrons passam do corpo B para o corpo A - Após o contato, o módulo das cargas de ambos os corpos muda de valor 	Podemos analisar melhor o processo. É importante frisar que o corpo A não está perdendo cargas positivas para o corpo B, como a imagem pode sugerir. Na verdade é o corpo B que está perdendo cargas para o corpo A, cargas negativas! Para concluir, a gente percebe que...
7	Eletrização por Contato - Na eletrização por contato, os corpos irão se eletrizar com cargas de mesmo sinal - Após a eletrização por contato, os corpos irão se repelir 	após o processo de eletrização por contato, os corpos ficarão eletrizados com cargas de mesmo sinal. Por este motivo que observamos, na imagem, as esferas se repelindo após o contato entre elas (vejam que primeiro elas se tocam, depois se repelem). Isso acontece porque, após o toque, o corpo pendurado pelo fio, ficou eletrizado com carga de mesmo sinal do corpo que este Sr. está segurando. Vamos nos concentrar agora num caso especial do processo de eletrização por contato:
8	Eletrização por Contato – Corpos Idênticos Os corpos idênticos possuem as mesmas dimensões 	O caso no qual os corpos são idênticos. Primeiro, a gente chama de corpos idênticos, aqueles corpos que possuem as mesmas dimensões. Notem que os corpos A e B são corpos esféricos que possuem o mesmo raio. Quando a gente eletriza corpos idênticos por contato, eles acabam eletrizados com cargas não só de mesmo sinal, como a gente já sabe, mas também de mesmo módulo (vamos valor numérico). Na figura vemos que as cargas de A e B, antes da eletrização, possuem valores diferentes Q_A e Q_B . Após o contato, esses dois corpos se eletrizam com cargas de mesmo módulo (valor numérico). Ou seja, tanto corpo A

		quanto o corpo B terão suas cargas iguais que valerão $(Q_A + Q_B)/2$. Ou seja, $Q'_A = Q'_B = (Q_A + Q_B)/2$ que é igual ao valor de Q também. Conclusão: no processo de eletrização de corpos idênticos, os corpos se eletrizam com cargas de mesmos sinais e mesmo modulo (mesmo valor algébrico).
9	 Dois corpos idênticos, um deles neutro e o outro com carga Q, são colocados em contato e depois são afastados. Encontre as cargas dos dois corpos após o contato. Diagrama: $A \text{ (Q)} \quad B \text{ (0)} \rightarrow \text{Trocam Cargas} \rightarrow A \text{ (?) } B \text{ (?)}$	Vamos resolver um exemplo para que vocês entendam melhor como se aplica este caso. Temos aqui dois corpos idênticos, sendo um deles neutro (corpo B) e o outro com carga Q (que é o corpo A), que são colocados em contato e depois são afastados. O nosso objetivo é encontrar as cargas dos dois corpos após o contato. Reparem, na figura, que a carga do corpo A é Q e a do corpo B é 0 (carga 0 significa que B tá neutro). Na hora que os corpos entram em contato, eles trocam cargas elétricas. Quando a gente afasta os corpos, os valores de suas cargas elétricas estarão diferentes pois A e B trocaram cargas entre si. Para saber os valores das suas novas cargas, que chamaremos de Q'_A e Q'_B precisaremos efetuar os cálculos a seguir...
10	 Resolução $Q_R = \frac{Q + 0}{2}$ $Q_R = \frac{Q}{2}$ $Q'_A = Q'_B = \frac{Q}{2}$	$Q_R = \frac{Q + 0}{2}$ $Q_R = \frac{Q}{2}$ $Q'_A = Q'_B = \frac{Q}{2}$ Q_R é a carga resultante dos corpos após o contato que sempre será a mesma para os corpos A e B. Vamos agora resolver um problema semelhante mas desta vez envolvendo valores numéricos.

11	 Dois corpos idênticos A e B inicialmente separados e com cargas $Q_A = 2\mu C$ e $Q_B = 6\mu C$ são colocados em contato e separados em seguida. Sabendo que esses corpos trocaram cargas elétricas, calcule a nova carga de cada corpo após o contato entre eles.	Temos que dois corpos idênticos A e B inicialmente separados e com cargas $Q_A = 2\mu C$ e $Q_B = 6\mu C$ são colocados em contato e separados em seguida. Sabendo que esses corpos trocaram cargas elétricas somente entre si, calcule a nova carga de cada corpo após o contato entre eles.
12	 Resolução $Q'_A = Q'_B = Q = \frac{2+6}{2} = \frac{8}{2} = 4\mu C$	Vejam que eu tenho inicialmente corpos A e B isolados com cargas $Q_A = 2\mu C$ e $Q_B = 6\mu C$. Então eu coloco esses corpos em contato e depois os afasto, como vocês podem ver aí na figura. O nosso objetivo é encontrar os valores das novas cargas Q'_A e Q'_B após o contato entre os corpos A e B. Para isso eu vou fazer os mesmos cálculos que fiz no exemplo anterior. Eu vou somar as cargas de A e de B antes do contato entre elas e depois eu vou dividir o resultado por 2, isso porque eu tenho dois corpos (Isso equivale a calcular a média pessoal). Se eu tivesse três corpos, eu dividiria o resultado por três e assim por diante. Então fica a carga de A que vale $2\mu C$ mais a carga de B que vale $6\mu C$. Somo tudo isso e divido o resultado por 2, porque eu tenho dois corpos. $2 + 6$ dá 8 que dividido por 2 fica $4\mu C$. Esse valor é a nova carga do corpo A e do Corpo B isso porque, na eletrização por contato de corpos idênticos, os corpos adquirem cargas de mesmo valor numérico (ou seja de mesmo módulo) e também de mesmo sinal.
13	 Não custa repetir • Antes: $Q_A + Q_B = 2 + 6 = 8\mu C$ • Depois: $Q'_A + Q'_B = 4 + 4 = 8\mu C$	Mais um a coisa galera, só pra reforçar: se somarmos a quantidade de carga elétrica do conjunto formado pelo dois corpos antes e após o processo de eletrização, veremos que os resultados são iguais (no caso $8\mu C$). Isso não é uma coincidência! Na verdade, isso ocorre por causa do princípio da conservação das cargas elétricas,

		válido para qualquer caso de eletrização. Então não se esqueçam desse princípio que é muito importante para o nosso estudo. Por enquanto é tudo galera, finalizamos por aqui. Um grande abraço para vocês!
--	--	--

Fonte: O autor. 2021.

8º MOMENTO:

Durante a videoaula, expomos na ferramenta <https://www.thinglink.com> links com perguntas sobre o tema, com o objetivo de identificar in loco como evoluiu a visualização e assimilação do tema proposto durante a exposição do vídeo. Ao alunos responderam três perguntas, como podemos ver a seguir:

1. Um corpo A, eletrizado negativamente é posto em contato com um corpo B, neutro. Os dois corpos, inicialmente isolados um do outro, são colocados em contato e afastados em seguida. Sabendo-se que ambos ficaram eletrizados negativamente, marque a alternativa verdadeira abaixo

- () Durante o contato, o corpo A recebeu elétrons do corpo B.
- (X) Durante o contato o corpo A cedeu prótons para o corpo B
- () Durante o contato, o corpo A cedeu elétrons para o corpo B.
- () Durante o contato o corpo A recebeu prótons do corpo B.
- () O corpo B enviou prótons para o corpo A .

2. No processo de eletrização por contato...

- () os corpos eletrizados atingem a neutralidade quando se tocam.
- () um corpo se eletriza e o outro permanece neutro.
- (X) os corpos se eletrizam com cargas de mesmo sinal.
- () os corpo se eletrizam com cargas de sinais diferentes.
- () os corpos podem se eletrizar com cargas de mesmos sinais ou de sinais diferentes.

3. Dois corpos com cargas de $11\mu\text{C}$ e $9\mu\text{C}$ inicialmente afastados um do outro, são colocados em contato e afastados em seguida. Calcule a quantidade de carga de cada um dos corpos após o contato entre eles e marque a alternativa correta.

- () $20\mu\text{C}$
- (X) $10\mu\text{C}$
- () $8\mu\text{C}$
- () $6\mu\text{C}$
- () $2\mu\text{C}$

As figuras 20, 21 e 22 mostram os prints de tela com as imagens das questões relativas à videoaula sobre processos de eletrização por contato

Figura 20: Primeira pergunta.

Um corpo A, eletrizado negativamente é posto em contato com um corpo B, neutro. Os dois corpos, inicialmente isolados um do outro, são colocados em contato e afastados em seguida. Sabendo-se que ambos ficaram eletrizados negativamente, marque a alternativa verdadeira abaixo *

1 ponto

- ☐ Durante o contato, o corpo A recebeu elétrons do corpo B.
- ☐ O corpo B enviou prótons para o corpo A .
- ☐ Durante o contato, o corpo A cedeu elétrons para o corpo B.
- ☐ Durante o contato o corpo A cedeu prótons para o corpo B
- ☐ Durante o contato o corpo A recebeu prótons do corpo B.

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 21: Segunda pergunta.

No processo de eletrização por contato... *

1 ponto

- ☐ os corpos podem se eletrizar com cargas de mesmos sinais ou de sinais diferentes.
- ☐ os corpo se eletrizam com cargas de sinais diferentes.
- ☐ os corpos se eletrizam com cargas de mesmo sinal.
- ☐ os corpos eletrizados atingem a neutralidade quando se tocam.
- ☐ um corpo se eletriza e o outro permanece neutro.

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 22: Terceira pergunta.

Dois corpos com cargas de $11\mu\text{C}$ e $9\mu\text{C}$ inicialmente afastados um do outro, são colocados em contato e afastados em seguida. Calcule a quantidade de carga de cada um dos corpos após o contato entre eles e marque a alternativa correta. *

1 ponto

- ☐ $8\mu\text{C}$
- ☐ $2\mu\text{C}$
- ☐ $20\mu\text{C}$
- ☐ $6\mu\text{C}$
- ☐ $10\mu\text{C}$

Fonte: Google forms. 2021.

9º MOMENTO:

Na seção “Você sabia?” foi apresentada, como curiosidade, um fato sobre prevenção de acidentes envolvendo eletrização por atrito com os dizeres:

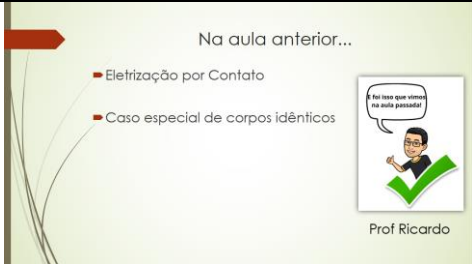
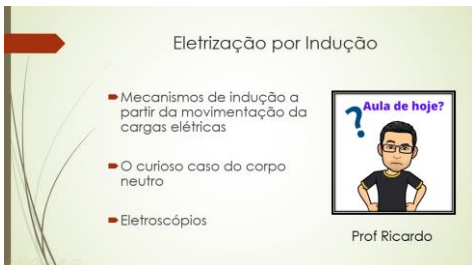
“Não permaneça sobre a motocicleta durante o seu abastecimento. Isso porque, ao utilizar a motocicleta, seu corpo se eletriza por causa do atrito com o ar (aposto que você já sentiu os pelos eriçados após percorrer longas distâncias com ela). Quando estamos eletrizados e encostamos em alguma superfície metálica da motocicleta, há risco de se produzir uma faísca, detonando os vapores de combustível ou queimando o próprio combustível que há no tanque. Fica a dica!”

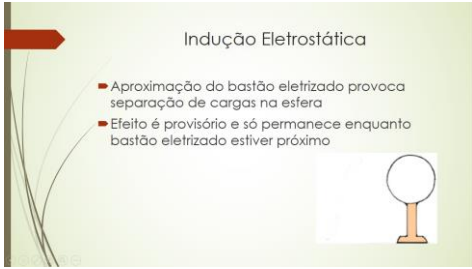
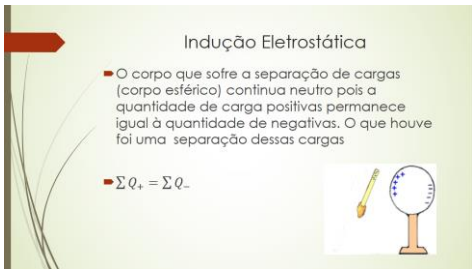
10º MOMENTO:

Dispomos uma videoaula, no link <https://www.thinglink.com/videoalbum/1453622347071225857>, que teve por objetivo discutir o processo de eletrização por indução.

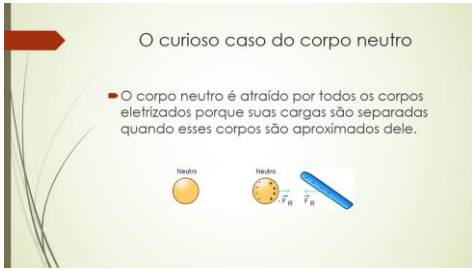
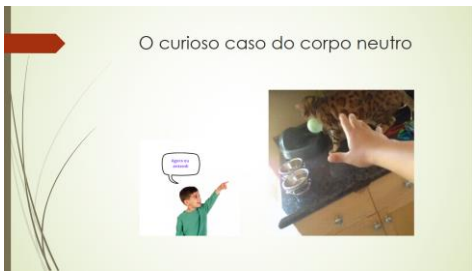
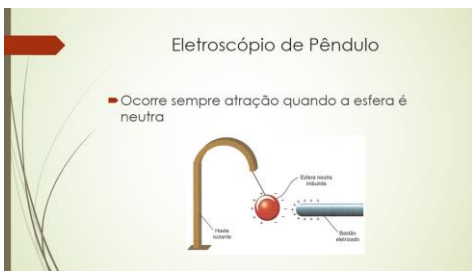
A vídeo aula será armazenada no site: <https://www.thinglink.com/> seguindo o planejamento mostrado no quadro 5:

Quadro 5: Planejamento para gravação da vídeo aula.

Momento	Vídeo	Fala do Professor
1		Olá pessoal, tudo bem? Na aula passada analisamos o processo de eletrização por contato e aprendemos a calcular as cargas dos corpos eletrizados por contato para o caso especial de corpos idênticos.
2		Hoje nós iremos aprender o nosso último processo de eletrização, a eletrização por indução. Em seguida entenderemos um fenômeno interessante associado ao corpo neutro e finalizaremos entendendo o funcionamento dos eletroscópios.
3		Muitos fenômenos que observamos no nosso dia a dia nos deixam mesmo curiosos. Por exemplo, porque a bexiga da imagem "procura" o gato, grudando nele?
4		Como os raios são formados e o que os leva a descer para o solo? São perguntas intrigantes para as quais a ciência já encontrou uma resposta. Para entendermos essas questões vamos contar com a compreensão do último processo de eletrização...

5	 Indução Eletrostática ■ Aproximação do bastão eletrizado provoca separação de cargas na esfera ■ Efeito é provisório e só permanece enquanto bastão eletrizado estiver próximo	A Indução Eletrostática. Já vimos que a eletrização por atrito ocorre quando os corpos se atritam e a eletrização por contato ocorre quando eles se tocam. No mecanismo da indução eletrostática não vai acontecer nem o atrito, nem o toque. Os corpos apenas precisam se aproximar o suficiente para que um exerça influência sobre o outro. Na animação da figura, um bastão carregado negativamente é aproximado de um corpo esférico neutro. Vejam que o bastão negativo provoca uma separação de cargas no corpo neutro. As cargas negativas do corpo esférico se afastam das cargas negativas do bastão, isso porque cargas de mesmo sinal se repelem. Assim a região da esfera mais próxima do bastão fica eletrizada positivamente pela carência de elétrons que se afastaram do bastão negativo. Já a região para a qual os elétrons migraram ficará eletrizada negativamente, por excesso de elétrons.
6	 Indução Eletrostática ■ O corpo que sofre a separação de cargas (corpo esférico) continua neutro pois a quantidade de carga positivas permanece igual à quantidade de negativas. O que houve foi uma separação dessas cargas ■ $\Sigma Q_+ = \Sigma Q_-$	Porém, o corpo esférico que era neutro e continua sendo neutro. Isto porque a quantidade de cargas positivas permanece igual à quantidade de cargas negativas. O que houve foi apenas separação das cargas sem alterar a sua quantidade. Já vimos que um corpo neutro tem a mesma quantidade de cargas positivas e negativas e isso é o que acontece com esse corpo. A diferença é que essas cargas só estão separadas. Nessa igualdade se lê o seguinte: A soma de todas as cargas excedentes de sinal positivo é igual à soma de todas as cargas excedentes de sinal negativo. Então já sabemos...
7	 Indução Eletrostática ■ O corpo eletrizado que mostramos induz uma separação de cargas na esfera, por isso o processo se chama eletrização por indução	Que o bastão eletrizado negativamente que mostramos, ao se aproximar da esfera neutra, induz ou provoca uma separação de suas cargas elétricas. Desta forma chamamos esse processo de eletrização por indução. O bastão negativo que provoca a indução no

		corpo neutro é chamado de indutor. Já o corpo neutro que sofre a separação de cargas (ou seja, a Indução) é chamado de Induzido. Vejamos detalhadamente, como um corpo pode se eletrizar por indução.
8	 Indução Eletrostática ■ Aproxima-se o bastão positivo. ■ Separam-se as cargas da esfera neutra	Aproximamos do corpo neutro em Azul da figura, um bastão eletrizado positivamente. Reparem que o bastão positivo atrai cargas negativas que ficam na região mais próxima possível dele. O lado oposto, mais afastado, formará uma região positiva por excesso de prótons, já que muito elétrons (cargas negativas) migraram para a região mais próxima do bastão. Como vocês podem ver na animação.
9	 Indução Eletrostática ■ Liga-se o corpo induzido, em azul, à terra (faz-se o aterramento) Indução Eletrostática	Agora liga-se o corpo induzido, em azul, à terra (faz-se o aterramento). Sempre que ligarmos um corpo à terra nós iremos dizer que ele está aterrado. Observem que elétrons irão subir do solo para o corpo neutro. Isso porque o corpo irá atrair os elétrons
10	 Indução Eletrostática ■ Desliga-se a ligação com a terra ■ O corpo neutro se tornou eletrizado negativamente	Após os elétrons subirem para o corpo neutro, corta-se a sua ligação com a terra e pronto, o corpo neutro ficou eletrizado positivamente porque recebeu cargas negativas (elétrons). É desta forma que ocorre a eletrização pelo processo da indução. Reparem duas coisas: Primeiro, a eletrização ocorre sem tocar ou atritar os dois corpos e segundo, os corpos sempre irão se eletrizar com cargas de sinais opostos (no caso da indução). O sinal negativo que vocês estão vendo na figura não quer dizer que há somente cargas negativas no corpo. Há cargas positivas também mas elas estão e menor quantidade, ou seja, o sinal negativo significa que as cargas excesso (em maior quantidade no corpo) são as cargas negativas. Vejamos agora um importante fenômeno associado ao corpo neutro

11	 O curioso caso do corpo neutro ■ O corpo neutro é atraído por todos os corpos eletrizados porque suas cargas são separadas quando esses corpos são aproximados dele.	Como sabemos o corpo neutro é atraído por todos os corpos eletrizados porque suas cargas positivas e negativas são separadas quando esses corpos são aproximados dele. No caso da figura as cargas positivas da esfera neutra são atraídas pelo bastão e as negativas são repelidas por ele. Só que essas forças são maiores para cargas da esfera que estão mais próximas do bastão galera. Então, esse lado positivo da esfera, por estar mais próximo do bastão, em relação ao lado negativo, sofrerá a ação de uma força maior. Como essa força é de atração, então a esfera será atraída pelo bastão. Podemos generalizar esse caso dizendo que todos os corpos neutros serão atraídos por um corpo eletrizado.
12	 O curioso caso do corpo neutro	Agora podemos entender o caso mostrado no início da nossa aula. Vemos aqui que a bexiga é eletrizada por atrito pelo garoto. Como o gato está neutro e a bexiga está eletrizada, os dois irão sofrer atração. Então o curioso caso do corpo neutro explica esta situação. A partir da compreensão deste fenômeno nós podemos entender o funcionamento de vários dispositivos baseados na eletrostática. Um deles é o eletroscópio.
13	 Eletroscópios Eletroscópio de Pêndulo Eletroscópio de folhas	Existem dois tipos de eletroscópios, o de pêndulo e o de folha. A função de um eletroscópio é indicar se um corpo está ou não eletrizado.
14	 Eletroscópio de Pêndulo ■ Ocorre sempre atração quando a esfera é neutra	O eletroscópio de pêndulo possui um fio com uma esfera amarrada em uma das extremidades. Essa esfera é neutra e por isso é atraída por qualquer corpo eletrizado. Desta forma, se aproximarmos qualquer corpo eletrizado de um eletroscópio de pêndulo, a sua esfera será atraída mostrando que aquele corpo está carregado. Se aproximarmos um corpo neutro do eletroscópio nada acontecerá

		com a sua esfera e saberemos que aquele corpo não está eletrizado. Um outro tipo de eletroscópio é o de folhas...
15		A sua função continua sendo a mesma, indicar se um corpo está ou não eletrizado mas a forma de atuar é diferente. Neste aparelho nós teremos uma esfera, uma haste e duas lâminas, todos feitos de metal. Através da haste, a esfera e as lâminas são conectadas de modo que as cargas elétricas possam se movimentar livremente. Quando aproximamos um bastão positivo, este atrai os elétrons mais distantes, localizados nas lâminas. Estas lâminas ficarão com excesso de cargas positivas pela carência dos elétrons, que subiram e por isso as lâminas irão se repelir pois cargas de mesmo sinal, se repelem. É por isso que as lâminas irão se abrir indicando que o bastão está eletrizado. Se o bastão estivesse neutro, nada ocorreria. Então ficamos por aqui galera, um grande abraço para vocês!

Fonte: O autor. 2021.

11º MOMENTO:

Durante a videoaula, disponibilizamos na ferramenta <https://www.thinglink.com> links com perguntas sobre o tema, com o objetivo de identificar in loco como evoluiu a

visualização e assimilação do tema proposto durante a exposição do vídeo. Foram exibidas três perguntas de acordo com o texto a seguir:

1. Sobre o processo de indução eletrostática podemos afirmar que:

- ☒ (X) não é preciso haver contato entre os corpos para que ocorra o processo de eletrização.
- ☐ () É comum haver eletrização por indução durante o toque entre os corpos.
- ☐ () A eletrização por indução ocorre com ou sem processo de aterramento do induzido.
- ☐ () No processo de eletrização por indução há transferência de cargas elétricas entre o indutor para o induzido.
- ☐ () No processo de indução eletrostática, os corpos sempre se eletrizam com cargas de mesmos sinais

2. Sobre o corpo neutro é possível afirmar que:

- ☐ () Repele os corpos carregados positivamente.
- ☒ (X) Atrai os corpos positivamente e negativamente carregados.
- ☐ () Repele outros corpos neutros.
- ☐ () Repele os corpos carregados negativamente.
- ☐ () Atrai outros corpos neutros.

3. Ao aproximarmos um corpo eletrizado de um eletroscópio de folhas vemos que:

- ☐ () as lâminas metálicas se abrem por atração eletrostática.
- ☐ () as lâminas metálicas não se movimentam porque estão eletrizadas com cargas de mesmo sinal
- ☐ () as lâminas metálicas não se movimentam porque estão eletrizadas com cargas de sinais opostos
- ☒ (X) as lâminas metálicas se abrem por repulsão eletrostática.
- ☐ () as lâminas metálicas não se movimentam porque permanecem neutras

Através dos prints de tela mostrados nas figuras 23, 24 e 25, podemos observar como essas perguntas foram visualizadas pelos alunos na forma de formulários, como se segue:

Figura 23: Primeira pergunta.

Sobre o processo de indução eletrostática podemos afirmar que: * 1 ponto

- ☐ Não é preciso haver contato entre os corpos para que ocorra o processo de eletrização.
- ☐ É comum haver eletrização por indução durante o toque entre os corpos.
- ☐ A eletrização por indução ocorre com ou sem processo de aterramento do induzido
- ☐ No processo de eletrização por indução, há transferência de cargas elétricas entre o indutor e o induzido
- ☐ No processo de indução eletrostática, os corpos sempre se eletrizam como cargas de mesmos sinais

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 24: Segunda pergunta.

Sobre o corpo neutro é possível afirmar que * 1 ponto

- ☐ Repele os corpos carregados positivamente.
- ☐ Atrai os corpos positivamente e negativamente carregados.
- ☐ Repele outros corpos neutros.
- ☐ Repele os corpos carregados negativamente.
- ☐ Atrai outros corpos neutros.

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 25: Terceira pergunta.

Ao aproximarmos um corpo eletrizado de um eletroscópio de folhas vemos que * 1 ponto

- ☐ as lâminas metálicas se abrem por atração eletrostática
- ☐ as lâminas metálicas não se movimentam porque estão eletrizadas com cargas elétricas de mesmo sinal.
- ☐ as lâminas metálicas não se movimentam porque estão eletrizadas com cargas de sinais opostos.
- ☐ as lâminas metálicas se abrem por repulsão eletrostática
- ☐ as lâminas metálicas não se movimentam porque permanecem neutras.

Fonte: Google forms. 2021.

12º MOMENTO:

Como forma de revisar o conteúdo, o aluno assistiu um vídeo contido na plataforma do youtube cujo link é <https://www.youtube.com/watch?v=Czsy93GRPI0> , contendo uma música cuja letra envolve os três processos de eletrização comentados. Abaixo um print da tela do vídeo. A tela inicial do vídeo é exibida na figura 26.

Figura 26: Print vídeo Melô da Eletrização



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=Czsy93GRPI0&t=29s>

13º MOMENTO:

Foi apresentado um questionário na forma de formulário com questões sobre todo o conteúdo visto no link <https://forms.gle/UQ6U9g59md4YMs7D8> . Abaixo segue texto com todas as perguntas relativas a este questionário.

- 1.(UFPel) Em relação à eletrização de um corpo, analise as afirmativas a seguir.
 - I Se um corpo neutro perder elétrons, ele fica eletrizado positivamente;
 - II. Atritando-se um bastão de vidro com uma flanela, ambos inicialmente neutros, eles se eletrizam com cargas iguais;
 - III. O fenômeno da indução eletrostática consiste na separação de cargas no induzido pela presença do indutor eletrizado;

IV. Aproximando-se um condutor eletrizado negativamente de outro neutro, sem tocá-lo, este permanece com carga total nula, sendo, no entanto, atraído pelo eletrizado.

V. Um corpo carregado pode repelir um corpo neutro.

Estão corretas

() apenas a II, a III e a V.

(X) apenas a I, a III e a IV.

() apenas a II e a IV.

() apenas a I, a II e a IV.

() apenas a I, a IV e a V.

2. A respeito dos processos de eletrização, marque a alternativa incorreta:

() Após a eletrização por contato, os corpos terão cargas elétricas de mesmo sinal.

() Na eletrização por indução, o corpo que inicia o processo já eletrizado é denominado de indutor.

(X) Ao atritar duas canetas compostas de polietileno, ambas ficam eletrizadas negativamente.

() A série triboelétrica é aplicada à eletrização por atrito.

() Após a eletrização por indução, o corpo induzido apresenta carga elétrica de sinal oposto à carga do indutor.

3. Um estudante atrita um pente de plástico em seu cabelo e aproxima-o de um filete de água, que imediatamente se encurva na direção do pente. Marque a alternativa que explica de forma correta o motivo pelo qual isso ocorre

() O fenômeno é possível porque a água é um condutor universal.

() Após o atrito, o pente adquire a mesma carga elétrica da água, por isso, o filete é atraído.

() As cargas elétricas em excesso no pente atraem as cargas de mesmo sinal da água, fazendo com que o filete sofra deflexão.

(X) As cargas elétricas em excesso no pente atraem as cargas de sinal oposto da água, fazendo com que o filete sofra deflexão (desvio).

() Todas as alternativas estão incorretas.

4. Marque a alternativa que melhor representa os processos pelos quais um corpo qualquer pode ser eletrizado. Eletrização por:

- () atrito, contato e aterramento
- () indução, aterramento e eletroscópio
- (X) atrito, contato e indução
- () contato, aquecimento e indução
- () aquecimento, aterramento e carregamento

As figuras de números 27 a 30 mostram os prints de tela das questões no modelo de formulário.

Figura 27: Primeira pergunta.

(UFPel) Em relação à eletrização de um corpo, analise as afirmativas a seguir. I. Se um corpo neutro perder elétrons, ele fica eletrizado positivamente; II. Atritando-se um bastão de vidro com uma flanela, ambos inicialmente neutros, eles se eletrizam com cargas iguais; III. O fenômeno da indução eletrostática consiste na separação de cargas no induzido pela presença do indutor eletrizado; IV. Aproximando-se um condutor eletrizado negativamente de outro neutro, sem tocá-lo, este permanece com carga total nula, sendo, no entanto, atraído pelo eletrizado. V. Um corpo carregado pode repelir um corpo neutro. Estão corretas *

1 ponto

- ☐ apenas a II e a IV.
- ☐ apenas a II, a III e a V.
- ☐ apenas a I, a II e a IV.
- ☐ apenas a I, a III e a IV.
- ☐ apenas a I, a IV e a V.

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 28: Segunda pergunta.

A respeito dos processos de eletrização, marque a alternativa incorreta: *

1 ponto

- ☐ Após a eletrização por contato, os corpos terão cargas elétricas de mesmo sinal.
- ☐ Na eletrização por indução, o corpo que inicia o processo já eletrizado é denominado de indutor.
- ☐ Ao atritar duas canetas compostas de polietileno, ambas ficam eletrizadas negativamente.
- ☐ A série triboelétrica é aplicada à eletrização por atrito.
- ☐ Após a eletrização por indução, o corpo induzido apresenta carga elétrica de sinal oposto à carga do indutor.

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 29: Terceira pergunta.

Um estudante atrita um pente de plástico em seu cabelo e aproxima-o de um filete de água, que imediatamente se encurva na direção do pente. Marque a alternativa que explica de forma correta o motivo pelo qual isso ocorre *

1 ponto

- ☐ O fenômeno é possível porque a água é um condutor universal.
- ☐ Após o atrito, o pente adquire a mesma carga elétrica da água, por isso, o filete é atraído.
- ☐ As cargas elétricas em excesso no pente atraem as cargas de mesmo sinal da água, fazendo com que o filete sofra deflexão.
- ☐ As cargas elétricas em excesso no pente atraem as cargas de sinal oposto da água, fazendo com que o filete sofra deflexão (desvio).
- ☐ Todas as alternativas estão incorretas.

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 30: Quarta pergunta.

Marque a alternativa que melhor representa os processos pelos quais um corpo qualquer pode ser eletrizado. Eletrização por: *

1 ponto

- ☐ atrito, contato e aterramento
- ☐ indução, aterramento e eletroscópio
- ☐ atrito, contato e indução
- ☐ contato, aquecimento e indução
- ☐ aquecimento, aterramento e carregamento

Fonte: Google forms. 2021.

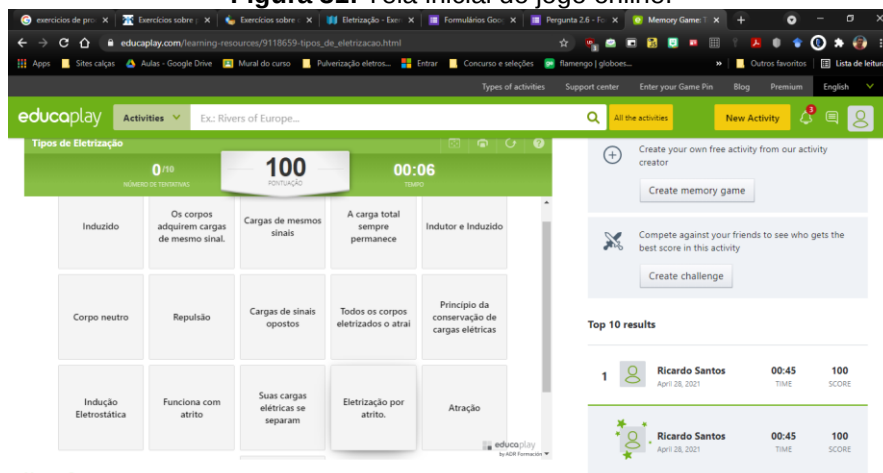
14º MOMENTO:

ATIVIDADE

Jogo online:

Os alunos foram convidados para jogar o jogo de palavras cruzadas envolvendo informações a respeito dos conceitos aprendidos. Vale salientar que antes do início da atividade foi exposto um vídeo explicativo sobre a forma de jogar. A tela do jogo é mostrada na figura 31.

Figura 31: Tela inicial do jogo online.

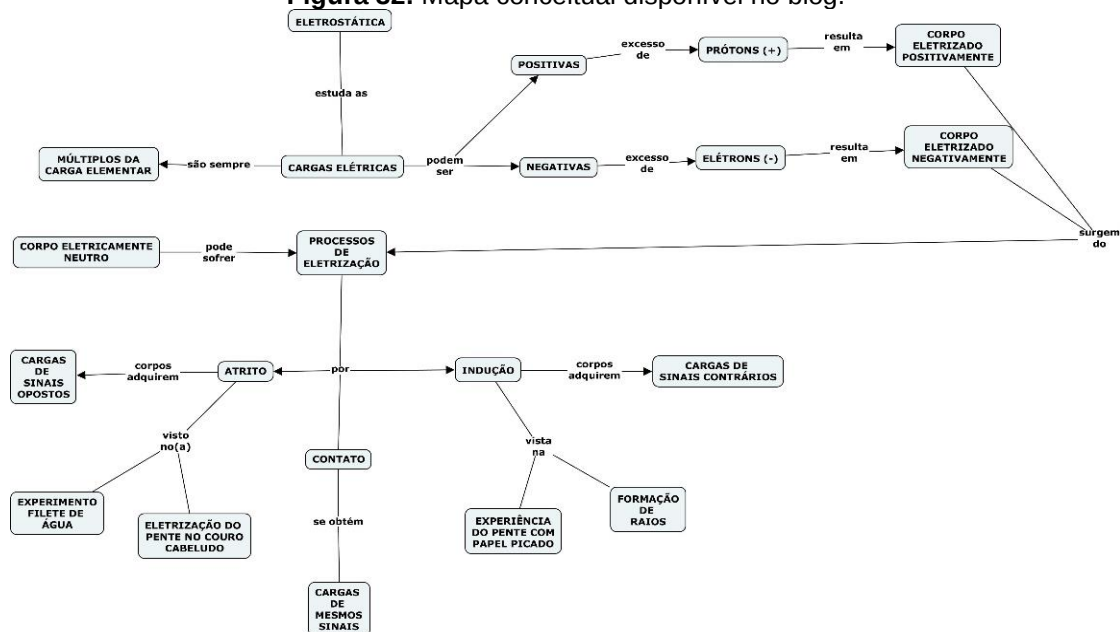


Fonte: https://www.educaplay.com/learning-resources/9118659-tipos_de_eletrizacao.html.

Parte final:

Como forma de revisar todo o conteúdo das três aulas, exibimos no blog um mapa conceitual abrangendo os três processos de eletrização. Mostramos, na figura 32, um imagem do mapa conceitual disponibilizado no blog.

Figura 32: Mapa conceitual disponível no blog.



Fonte: O autor. 2021

3º ENCONTRO – AULA 03

Título: Condutores e Isolantes

Ementa: Condutores, isolantes, dielétricos, ruptura dielétrica;

Objetivo Geral

- Definir isolantes, condutores e rigidez dielétrica a partir de comparações e associações partindo-se do mundo subatômico e das observações de situações do cotidiano.

Objetivos Específicos

- Descrever o mecanismo de condução de cargas elétricas no interior do átomo para que se entenda um isolante e um condutor a partir das propriedades da matéria.
- Comparar isolantes e condutores para que se entenda suas diferenças.
- Definir rigidez dielétrica para que se entenda o limiar entre um condutor e um isolante
- Associar rigidez dielétrica às propriedades da matéria para que se entenda a diferenças de comportamento eletrostático dos materiais
- Identificar alguns conceitos aprendidos na formação dos raios para que se vincule os conceitos aprendidos ao cotidiano possibilitando o suporte necessário ao desenvolvimento de ações interventoras no meio.

Recursos Educacionais:

Mídias digitais, projetor, smartphone, tablet, computador.

Desenvolvimento dos conteúdos:

Parte inicial:

Olá pessoal! Você sabia que nem todo corpo conduz bem cargas elétricas? Já notou que há objetos que dão choque e outros que não dão quando fazem contato com a rede elétrica de nossas casas? É sobre esse tema que nós vamos falar, os condutores e isolantes. A importância dele para nós vai desde a segurança elétrica

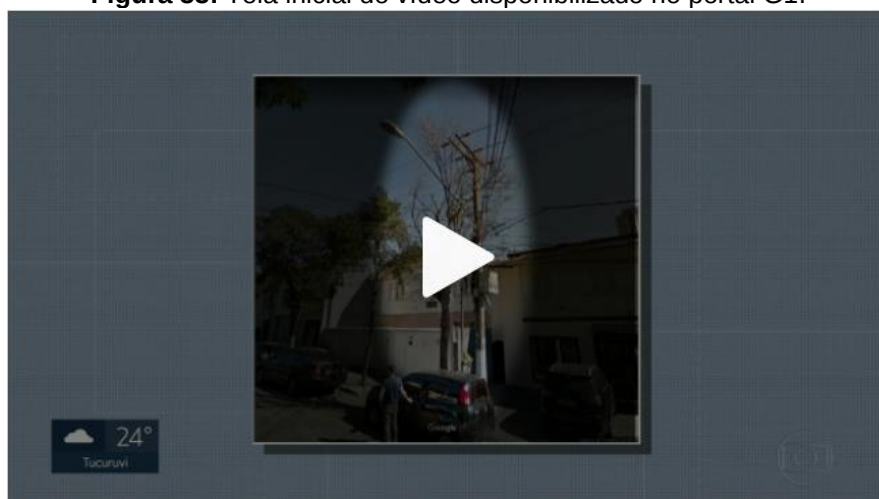
até a compreensão do mundo com olhos da ciência, fator importante para sermos pessoas esclarecidas.

Parte principal:

1º MOMENTO

O aluno foi convidado a clicar no link <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2018/11/16/mulher-leva-choque-a-encostar-em-arvore-na-zona-sul-de-sp.shtml> que o levou a uma matéria do portal G1 com o título “Mulher leva choque a encostar em árvore na Zona Sul de SP” contendo também um vídeo que visou iniciar a abordagem do tema condutores e isolantes elétricos através de um fato do cotidiano chamando atenção para o assunto. A tela inicial do vídeo é mostrada na figura 33.

Figura 33: Tela inicial do vídeo disponibilizado no portal G1.



Mulher leva choque ao encostar em árvore

Fonte: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2018/11/16/mulher-leva-choque-a-encostar-em-arvore-na-zona-sul-de-sp.shtml>

2º MOMENTO

Disponibilizamos uma videoaula sobre o tema dos condutores, isolantes e rigidez dielétrica que foi armazenada no link

<https://www.thinglink.com/video-card/1449638929610309635> e tem como finalidade abordar o tema relativo aos condutores e isolantes elétricos e também à rigidez dielétrica. A figura 34 mostra a tela inicial da videoaula.

Figura 34: Tela inicial do vídeo.

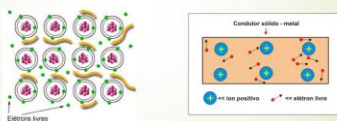


Fonte: <https://www.thinglink.com/video-card/1448844562683396098>

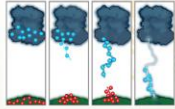
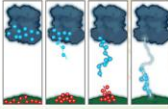
A videoaula foi gravada no site [thinglink.com](https://www.thinglink.com) seguindo o planejamento:

Quadro 6: Planejamento da gravação da vídeo aula.

Momento	Vídeo	Fala do Professor
1		Olá galera! Na aula passada vimos como eletrizar um corpo pelo processo de indução eletrostática. Vimos também, o curioso caso do corpo neutro, no qual um corpo neutro é atraído por qualquer outro corpo carregado. Além disso, nós entendemos o funcionamento de um eletroscópio.
2		Na aula de hoje nós aprenderemos o que é um condutor e um isolante. Veremos como diferenciá-los estudando como se dá o mecanismo da condução de cargas elétricas. Vamos ver também, o que é um dielétrico e junto com isso, o conceito de rigidez dielétrica. E para finalizar estudaremos um fenômeno natural no qual todos esses conceitos estão inseridos: a formação de raios! Então vamos à aula

3	Condutores e Isolantes ■ Condutores: São materiais nos quais as cargas elétricas podem se movimentar de uma região para a outra do seu corpo. - Ex: Geralmente os metais são bons condutores de cargas elétricas 	Podemos perceber que há certos materiais que dão choque e outros que não sentimos esta sensação desagradável quando o tocamos. O choque ocorre quando o nosso corpo é atravessado por cargas elétricas. Nesse sentido, se um material nos dá choque, significa que ele conduz bem as cargas elétricas, ou seja, essas cargas conseguem atravessar o material. Para estes tipos de materiais nós damos o nome de condutores. Os metais, geralmente são condutores porque as cargas elétricas conseguem se movimentar através deles com facilidade. Falando nisso, como se dá esse movimento de cargas elétricas no interior de um condutor?
4	Como ocorre a condução das Cargas Elétricas? ■ Elétrons mais externos do átomo se desprendem e se movem livremente pelo material. 	Observem a imagem da esquerda. Como sabemos, a matéria é feita de átomos e moléculas. Nessa figura, temos os átomos que formam determinado material. O núcleo do átomo é formado por essas bolinhas azuis e vermelhas. Já os elétrons, são as bolinhas verdes. Essas circunferências ao redor do núcleo, são as órbitas dos elétrons em torno do núcleo. Como já dissemos, esse modelo de átomo não é o mais atual, mas ele explica muito bem o que é preciso entender. Notem que há elétrons que estão sobre a circunferência e outros que estão fora dela. Os que estão na circunferência, estão presos ao átomo por causa da atração dos elétrons com o núcleo, elétrons não conseguem se desprender e viajar pra fora. Isso acontece com os elétrons mais próximos do núcleo porque, quanto mais próximo o elétron estiver do núcleo, maior será a força de atração entre eles. Porém vejam que há elétrons (em verde) que não estão na órbita do átomo (que é a circunferência com o núcleo no centro). Esses elétrons estão livres e porque isso aconteceu? Porque esses elétrons eram fracamente

		atraídos pelo núcleo do átomo porque estavam na órbita mais externa do átomo, ou seja, eles eram os elétrons mais afastados do núcleo. Nos átomos dos metais os elétrons mais afastados costumam fracamente atraídos, por isso eles ficam livres e são chamados assim, de elétrons livres. Por esse motivo é que chamamos a maioria dos metais de condutores, porque esses elétrons livres são justamente as cargas que serão conduzidas pelo condutor. Se vocês olharem para o gif da direita, verão como se dá o movimento desses elétrons livres que são representados pelas bolinhas vermelhas. As bolinhas azuis com sinais positivos, são o núcleo do átomo.
5	Condutores e Isolantes - Isolante: São materiais que não permitem a passagem de cargas elétricas através dele. - Ex: Muitos objetos não metálicos funcionam como isolantes como o plástico, vidro, borracha isopor, lã, madeira, papel e outros 	Nos isolantes elétricos, isso não acontece porque não há elétrons livres pelo material já que eles não são fracamente atraídos pelo núcleo dos átomos que compõem o material. Portanto, nos isolantes, não há movimento de elétrons livres pelo material. Como exemplo de isolantes, podemos citar o plástico, o vidro, a lã, entre outros.
6	Dielétricos - São materiais isolantes porque são feitos de materiais que dificultam o movimento das cargas elétricas. Ex: Ar, vidro, cerâmica, plástico, porcelana, etc - São usados em equipamentos de proteção individual (EPI) e em capacitores (equipamentos que acumulam cargas elétricas) 	Vamos agora conhecer um pouco materiais chamados dielétricos. Os dielétricos são materiais isolantes porque são feitos de materiais que dificultam o movimento das cargas elétricas. São usados em equipamentos de proteção individual (EPI) e em capacitores (equipamentos que acumulam cargas elétricas). Então o dielétrico impede que cargas elétricas se movimentem sobre ele.
7	Dielétricos - Com energia suficiente para isto, as cargas elétricas conseguem atravessar um material dielétrico. - Raios: Ar é o dielétrico 	Mas há casos nos quais as cargas vão estar dotadas de tanta energia que o dielétrico não vai conseguir impedi-la de passar por ele. É assim que os raios são formados com o ar funcionando como dielétrico. Mas vamos falar um pouco sobre eles

8	Formação dos Raios ■ Raios são descargas elétricas em movimento (negativas ou positivas) que geralmente ocorrem de nuvem para nuvem ou da nuvem para o solo.  Bora saber mais sobre raios?	Os raios são formados por cargas elétricas (positivas ou negativas) em movimento. Então o movimento dessas cargas elétricas origina o raio. Geralmente os raios ocorrem de uma nuvem para a outra ou de uma nuvem para o solo com outras situações menos corriqueiras.
9	Formação dos Raios ■ Isto ocorre quando as cargas elétricas acumuladas nas nuvens possuem um estado energético (energia potencial) tão elevado que o ar não consegue mais dificultar a sua passagem, tornando-se um condutor. 	Isto ocorre quando as cargas elétricas acumuladas nas nuvens possuem um estado energético (energia potencial) tão elevado que o ar não consegue mais dificultar a sua passagem, tornando-se um condutor. A energia potencial está associada com a tendência de movimento das cargas elétricas. Então, quanto maior a energia potencial, maior será essa tendência de movimento das cargas elétricas que estão armazenadas no interior das nuvens.
10	Ruptura Dielétrica ■ No caso dos raios, o dielétrico é o ar. Quando ele não consegue mais evitar que as cargas elétricas da nuvem o atravessem em direção ao solo ou outra nuvem, dizemos que houve uma ruptura dielétrica. ■ Isolante vira condutor. 	No caso dos raios, o dielétrico é o ar. Quando ele não consegue mais evitar que as cargas elétricas das nuvens o atravessem em direção ao solo ou outra nuvem, dizemos que houve uma ruptura dielétrica. Quando ocorre a ruptura dielétrica o isolante elétrico se transforma em condutor.
11	Rigidez Dielétrica ■ Está associada ao valor mínimo de energia (energia potencial) que as cargas elétricas adquirem de modo que o dielétrico não consegue mais impedir que elas o atravessem. ■ Esse valor depende de cada material	A rigidez dielétrica está associada ao valor mínimo de energia (energia potencial) que as cargas elétricas adquirem de modo que o dielétrico não consegue mais impedir que elas o atravessem. Esse valor depende de cada material.
12	Rigidez Dielétrica  Um isolante pode se tornar um condutor.	Então a rigidez dielétrica funciona como um limiar entre a condição de isolante e a de condutor. Para valores de energia das cargas elétricas acima de um valor associado à rigidez dielétrica, o dielétrico vai se comportar como um condutor elétrico. Para valores abaixo, teremos um comportamento de isolante elétrico.

Fonte: O autor. 2021.

3º MOMENTO

A reprodução da videoaula sobre condutores, isolante e rigidez dielétrica gerou links através de botões virtuais que deram acesso a questionários que visaram avaliar a progressão da aprendizagem do aluno. Expomos a seguir as perguntas que foram respondidas pelos alunos

1. Sobre os condutores, marque a alternativa correta

☐ não conduzem cargas elétricas.

☒ conduzem cargas elétricas.

☐ o vidro é um condutor.

☐ os metais não são condutores.

☐ um material condutor vai se tornando isolante com o aumento da sua temperatura.

2. Os isolantes são:

☒ meios que dificultam a passagem de cargas elétricas.

☐ meios que facilitam a passagem das cargas elétricas.

☐ materiais que não podem ser usados para a prevenção de acidentes elétricos.

☐ materiais cujos átomos não possuem cargas elétricas negativas por isso não conduzem cargas elétricas.

☐ materiais cujos átomos não possuem cargas elétricas positivas por isso não conduzem cargas elétricas.

3. Um isolante se torna condutor quando o material dielétrico do qual é feito sofre

☐ grande aquecimento.

☒ uma ruptura dielétrica.

☐ um resfriamento.

☐ um processo de eletrização por indução.

☐ um processo de eletrização por atrito.

Podemos verificar como ficaram as questões inseridas nos formulários através das figuras 35, 36 e 37:

Figura 35: Primeira pergunta

Sobre os condutores, marque a alternativa correta *

1 ponto

- ☐ os metais não são condutores.
- ☐ conduzem cargas elétricas.
- ☐ um material condutor vai se tornando isolante com o aumento da sua temperatura.
- ☐ o vidro é um condutor.
- ☐ não conduzem cargas elétricas.

Enviar

Limpar formulário

Fonte: Google forms. 2021.

Figura36: Segunda pergunta

Os isolantes são: *

1 ponto

- ☐ materiais que não podem ser usados para a prevenção de acidentes elétricos.
- ☐ materiais cujos átomos não possuem cargas elétricas positivas por isso não conduzem cargas elétricas.
- ☐ materiais cujos átomos não possuem cargas elétricas negativas por isso não conduzem cargas elétricas.
- ☐ Meios que dificultam as passagem de cargas elétricas
- ☐ Meios que facilitam a passagem das cargas elétricas.

Enviar

Página 1 de 1

Limpar formulário

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 37: Terceira pergunta

Um isolante se torna condutor quando o material dielétrico do qual é feito sofre *

1 ponto

- ☐ grande aquecimento.
- ☐ um processo de eletrização por atrito
- ☐ um resfriamento
- ☐ uma ruptura dielétrica
- ☐ um processo de eletrização por indução

Enviar

Limpar formulário

Fonte: Google forms. 2021.

4º MOMENTO:

Para estimular a curiosidade e despertar o interesse pelo tema dos raios, expomos um vídeo sobre os raios invertidos com a seguinte pergunta: Já viu um raio subir? Na figura 38, vemos um print da tela do vídeo.

Figura 38: Print do vídeo sobre os raios invertidos



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=jJwD7009g8c>

5º MOMENTO:

Apresentamos um texto um texto com o título “A Física e a vida no campo” de acordo com os dizeres:

A FÍSICA E A VIDA NO CAMPO

Sabemos que a população cresce vertiginosamente e que a demanda por alimentos é cada vez maior. Ao mesmo tempo, a produção de alimentos não consegue acompanhar o crescimento populacional. A necessidade de se produzir cada vez mais alimentos faz com que o setor agropecuário venha contando com a ciência visando a busca de soluções que possam melhorar a produtividade no campo. Uma dessas soluções se encontra no teste da condutividade elétrica do solo. O teste

consiste em medir a capacidade do solo de conduzir cargas elétricas através do uso de equipamentos especialmente desenvolvidos para isto. Uma dessas máquinas aparece na imagem abaixo. Ela possui dois eletrodos que ficam em contato com o solo para provocar uma movimentação das suas cargas elétricas e outros dois para medir a intensidade com que essa movimentação acontece. Assim, um solo que apresente uma maior movimentação de cargas elétricas, será mais rico em sais minerais. Por outro lado, um solo pobre de sais minerais possui baixa movimentação de cargas elétricas. Fazendo-se este tipo de procedimento, pode-se fazer as correções necessárias no solo como adubação, por exemplo, para se ter uma colheita mais produtiva.

6º MOMENTO

Após a leitura do texto “A Física e a vida no campo” os alunos responderam um questionário contendo uma pergunta que leva em consideração a aplicação dos conceitos vistos de condutores e isolantes elétricos em uma situação do cotidiano. A seguir, as perguntas que foram respondidas.

1. Sobre os raios conectantes podemos afirmar que:

- ☐ Conectam-se aos raios que sobem trazendo-os para o solo.
- ☒ Conectam-se aos raios que descem trazendo-os para o solo.
- ☐ São raios que atingem as conexões pontudas dos prédios e casas.
- ☐ São raios que ocorrem entre duas nuvens próximas, conectando-as.
- ☐ Não costumam ocorrer em locais muito elevados

2. João resolveu tomar banho e, após iniciar o banho, já molhado, com o piso molhado e com o chuveiro ligado, percebeu que a água estava muito quente. Assim, ele resolveu mudar a chave do chuveiro para a posição verão. Explique qual foi o erro de João e o que poderia ser feito para não cometer tal erro?

- ☐ João errou ao não desligar o chuveiro para fazer a mudança de temperatura.
- ☐ João errou ao mudar bruscamente de temperatura podendo ter um choque térmico.
- ☐ João errou ao não se secar e ao não desligar o chuveiro para efetuar a troca.

(X) João errou ao não efetuar a mudança para verão antes de iniciar o banho e com o chuveiro desligado.

() João errou ao não se secar para fazer a troca.

As imagens das perguntas inseridas nos formulários abertos pelos alunos durante a reprodução do vídeo sobre modelos atômicos são exibidas nas imagens das figuras 39 e 40.

Figura 39: Primeira pergunta

Sobre os raios conectantes podemos afirmar que *

- ☐ Conectam-se aos raios que sobem trazendo-os para o solo.
- ☐ Conectam-se aos raios que descem trazendo-os para o solo.
- ☐ São raios que atingem as conexões pontudas dos prédios e casas.
- ☐ São raios que ocorrem entre duas nuvens próximas, conectando-as.
- ☐ Não costumam ocorrer em locais muito elevados

Fonte: Google forms. 2021.

Figura 40: Segunda pergunta

João resolveu tomar banho e, após iniciar o banho, já molhado, com o piso molhado e com o chuveiro ligado, percebeu que a água estava muito quente. Assim, ele resolveu mudar a chave do chuveiro para a posição verão. Explique qual foi o erro de João e o que poderia ser feito para não cometer tal erro? *

- ☐ João errou ao não desligar o chuveiro para fazer a mudança de temperatura.
- ☐ João errou ao mudar bruscamente de temperatura podendo ter um choque térmico.
- ☐ João errou ao não se secar e ao não desligar o chuveiro para efetuar a troca.
- ☐ João errou ao não efetuar a mudança para verão antes de iniciar o banho e com o chuveiro desligado.
- ☐ João errou ao não se secar para fazer a troca

Fonte: Google forms. 2021.

7º MOMENTO:

Com o propósito de comparar a condutividade da água destilada com a água salgada, uma experiência utilizando água destilada e sal de cozinha foi mostrada no vídeo exposto no blog. Para estimular a curiosidade e motivar o aluno a assistir o vídeo, utilizamos os seguintes dizeres: Seria a água condutora ou isolante elétrica? Saiba mais clicando na experiência do vídeo abaixo! A figura 41 traz uma imagem de tela inicial do vídeo.

Figura 41: Print do vídeo sobre a experiência com a água

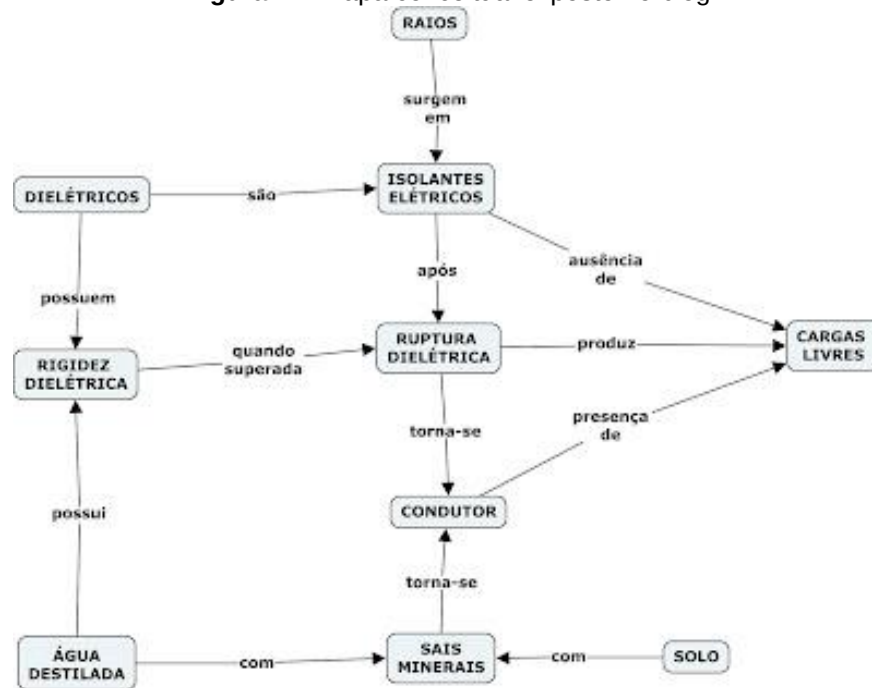


Fonte: O autor. 2021.

8º MOMENTO:

Como forma de revisar todo o conteúdo visto, foi apresentado um mapa conceitual sobre todo o conteúdo que foi exposto na terceira web página do blog Física Fácil A imagem do mapa conceitual é mostrada na figura 42.

Figura 42: Mapa conceitual exposto no blog



Fonte: O autor. 2021.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Halliday, D.; Resnick, R.; Walker, J. **Fundamentos de Física**, volume 3: eletromagnetismo. 10. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

Hewitt, P. G.; **Física Conceitual**. 12.ed. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2015.

Young, H.D.; Freedman, R.A. Física III, Sears e Zemansky: eletromagnetismo