



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
INSTITUTO DE FÍSICA  
CURSO DE FÍSICA LICENCIATURA



Everton Inácio dos Santos

## **A importância da história da ciência nas aulas experimentais de Física: O Versorium de William Gilbert**

Maceió - AL

2021

**EVERTON INÁCIO DOS SANTOS**

**A importância da história da ciência nas aulas experimentais  
de Física: O Versorium de William Gilbert**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Física da Universidade Federal de Alagoas, no curso de Física Licenciatura a Distância, como parte dos requisitos para obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Wagner Ferreira da Silva.

Maceió - AL

2021

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por ter me dado forças e capacidade de entendimento.

Agradeço a toda a minha família, minha base, em especial meus pais, Cícero Inácio dos Santos e Josélia Oliveira dos Santos pelo cuidado e por me ajudarem a forjarem meu caráter.

Agradeço a minha esposa, Valdirene dos Santos, por ser uma esposa, amiga e companheira de todas as horas. Agradeço a meu pastor e irmãos em Cristo pelas orações concedidas a mim.

Agradeço ao coordenador do curso de Física Licenciatura à Distância, Prof. Dr Elton Malta Nascimento, pelo apoio dedicado a mim.

Agradeço a meu irmão em Cristo e orientador, deste trabalho, Prof. Dr. Wagner Ferreira da Silva, a quem muito devo, pois foi instrumento de Deus para que pudesse terminar a tempo este trabalho.

Aos professores Dr. Elton Malta Nascimento e Dra. Lidiane Maria Omena da Silva Leão por terem aceitado participar da banca de defesa deste trabalho.

Por fim, a todos aqueles que de alguma forma direta ou indireta contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

## RESUMO

A história da ciência é um elemento muito importante para ajudar os alunos a entenderem melhor o contexto em que as descobertas científicas ocorreram. Além de possibilitar um olhar mais aprofundado sobre determinado modelo a partir das limitações experimentais dos cientistas de uma determinada época. Em adição, ajuda o aluno a entender que a construção do conhecimento é algo dinâmico, sofrendo mudanças e acréscimos ao longo dos anos. Pensando nisso foi que desenvolvemos o presente trabalho, com o objetivo de discutir sobre a importância da história da ciência nas aulas experimentais de Física. Para isto, foi apresentado a um grupo de 15 alunos de uma escola particular um vídeo sobre o Versorium de William Gilbert, apresentando o valor que esta experiência teve para o estudo dos fenômenos elétricos e magnéticos, seguido de um vídeo com um experimento deste equipamento sendo utilizado. Posteriormente, os alunos responderam a um questionário para avaliar, dentre outras coisas, o que achavam da inserção da história da ciência para mostrar o contexto histórico em que as descobertas ocorrem, bem como, foi avaliado o que acham de vídeos sobre experimentos de física. Como um dos resultados, vimos que praticamente todos os alunos gostaram da proposta de ter nas aulas experimentais um pouco de história da ciência. E que, com relação ao uso de vídeos sobre experimentos de física, embora gostassem muito, preferiam aulas experimentais. A partir das discussões feitas no presente trabalho, esperamos que elas possam inspirar professores de física do ensino médio a inserirem mais de história da ciência em suas aulas de física.

**Palavras-chave:** História da ciência. Ensino de Física. Versorium.

## ABSTRACT

The history of science is a very important element in helping students to better understand the context in which scientific discoveries took place. In addition to enabling a deeper look at a given model from the experimental limitations of scientists at a given time. In addition, it helps the student to understand that the construction of knowledge is something dynamic, undergoing changes and additions over the years. With this in mind, we developed the present work, with the aim of discussing the importance of the history of science in experimental physics classes. For this, a group of 15 students from a private school was presented with a video about the Versorium by William Gilbert, presenting the value that this experience had for the study of electrical and magnetic phenomena, followed by a video with an experiment using this equipment. used. Afterwards, students answered a questionnaire to assess, among other things, what they thought of inserting the history of science to show the historical context in which the discoveries occur, as well as what they think of videos about physics experiments. As one of the results, we saw that practically all students liked the proposal to have a little history of science in experimental classes. And that, regarding the use of videos about physics experiments, although they liked it a lot, they preferred experimental classes. From the discussions made in this paper, we hope they can inspire high school physics teachers to introduce more science history into their physics classes.

**Keywords:** History of science. Teaching Physics. Versorium.

## Sumário

INTRODUÇÃO	9
1. A IMPORTÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA	10
<b>1.1. Revisão da literatura sobre o tema</b>	<b>10</b>
<b>1.2. O Versorium de William Gilbert</b>	<b>13</b>
2. O PROCESSO DE ELETRIZAÇÃO DE CORPOS E CARACTERÍSTICAS MAGNÉTICAS DOS CORPOS	16
3. METODOLOGIA	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	19
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS	28
APÊNDICE 1: Questionário aplicado aos alunos.	29
APÊNDICE 2: Roteiro experimental proposto.	31

## INTRODUÇÃO

A história da ciência desempenha um papel central para um bom entendimento do contexto histórico em que as descobertas ocorreram. E ao avaliar o contexto histórico é possível avaliar melhor como uma ideia nova, fruto de décadas e até séculos de aperfeiçoamento no entendimento científico, contribuiu para a modificação das ideias vigentes. As mudanças causadas ao longo das épocas no entendimento de como os fenômenos físicos ocorrem causou profundas mudanças nos sistemas produtivos e econômicos dos povos, e continua ocorrendo até nossos dias já que ainda há uma grande quantidade de problemas não resolvidos, como a busca por uma teoria de física unificada, que seja capaz de explicar os fenômenos quânticos, gravitacionais e eletromagnéticos através de uma única força.

Visando analisar a influência da história da ciência em aulas experimentais de física foi que desenvolvemos este trabalho, em que, por intermédio de um experimento muito conhecido na história do estudo dos fenômenos elétricos e magnéticos, o famoso experimento denominado de Versorium de William Gilbert, foi possível, de forma sucinta, demonstrar o quanto uma descoberta científica, além de não estar desligada dos aspectos sociais, econômicos e políticos, possui em sua origem de descoberta aspectos que revelam o processo histórico-científico que levou a um novo entendimento. Com este objetivo foi que fizemos um vídeo de aproximadamente 20 minutos sobre a importância de William Gilbert (1544-1603) para a investigação e sistematização do estudo dos fenômenos elétricos e magnéticos. O vídeo foi aplicado para 15 alunos do terceiro ano do ensino médio, de uma escola privada, com o objetivo de avaliar se os alunos consideravam relevante entender o contexto histórico relacionado ao uso do Versorium de William Gilbert no estudo dos fenômenos elétricos e magnéticos.

Este trabalho está dividido da seguinte forma: Na primeira seção falaremos da importância da história da ciência no ensino de Física, onde trataremos da necessidade de apresentar aos alunos uma física com mais ênfase na história da ciência. Além de sugerir possíveis possibilidades para ocorra este ensino mais voltado ao contexto histórico-social, tal como os métodos que se devem adotar, assim como os obstáculos de ordem pessoal, didática ou estrutural que podem surgir. Em seguida, na seção 2, falaremos brevemente dos processos de eletrização de um corpo e de suas propriedades magnéticas. Na seção 3 apresentaremos a

metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho. Após isto, na seção 4 discutiremos os resultados obtidos e as devidas discussões. E por fim, na seção 5 iremos apresentar as conclusões e considerações finais do trabalho.

## **1. A IMPORTÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA**

### **1.1. Revisão da literatura sobre o tema**

Cada vez mais se faz necessária a preocupação dos professores de física em ensinar para seus alunos uma física mais contextualizada, além disto, muitos autores defendem que é importante que a física seja contextualizada em sua história, apresentando para o aluno por exemplo como certos modelos físicos sofreram aperfeiçoamentos ao longo da história. Além de um maior enfoque com relação a isto, outras mudanças no currículo das escolas também são necessários, conforme afirma Monteiro:

Uma formação científica e tecnológica que atenda às demandas individuais e coletivas da sociedade contemporânea exige reformulações de diferentes ordens. Dentre as reestruturações a serem empreendidas, as pesquisas indicam que os currículos da área de ciências devem passar a abordar os processos envolvidos na elaboração do conhecimento científico [...] (Monteiro, 2014).

Como um exemplo da importância da história da ciência no ensino de física, podemos citar o trabalho de Neves (1998) em que o autor procura mostrar o quanto é prejudicial para o processo de ensino-aprendizagem em ciências a transmissão de saberes de cunho científico desconectados de seus respectivos contextos históricos. Além disso, Neves critica os modelos de estudo que não incentivam a reflexão acerca dos procedimentos que levam a uma determinada conclusão nas descobertas científicas. A alienação dos saberes observáveis e lidos, a falta de capacidade de aplicar a teoria aprendida ou decorada nas situações práticas, são temas vistos sobre a perspectiva de que esta realidade de separação entre diferentes conhecimentos precisa ser solucionada. Assim, Neves defende que um modelo de ensino pautado pela incorporação da história da ciência pode ser capaz de aprimorar o processo de ensino-aprendizagem.



A superação de antigos paradigmas empregados no ensino de ciências passa por desafios conceituais dos futuros docentes, dos educandos dos ensinos fundamental e médio, e pela iniciativa das instituições de trazer ao ambiente acadêmico novos modelos de transmissão dos conhecimentos científicos (Gatti; Nardi; Silva, 2010). Sobre a exploração da história da ciência no ensino de física, Fábio Rodrigo Lucisano escreve:

Nesse contexto, entendemos que a História da Ciência deve ser explorada de forma que crie possibilidades para que os alunos construam o conhecimento científico de forma contextualizada e ampla, com perspectivas interdisciplinares. Seguindo esse entendimento, percebemos que a História da Ciência é uma estratégia pedagógica muito importante no ensino de Física e deve, portanto, ser utilizada na prática docente. Seu uso, com metodologias adequadas pode “ajudar o estudante a compreender que a busca do conhecimento físico não foi e não é um caminho de direção única, tampouco linear, mas repleto de dúvidas, contradições, erros e acertos, motivado por interesses diversos” (PARANÁ, 2008, p. 71).

Mas a mudança de um modelo de ensino no qual os saberes transmitidos são vistos pelos alunos como algo distante, intangível, de difícil compreensão para os não dotados de uma determinada genialidade, e portanto, cabendo a estes a função de meros reprodutores de fórmulas pré-concebidas e decoradas, para um modelo no qual os contextos são considerados não é uma tarefa fácil, sem dúvida demanda mais tempo na preparação das aulas por parte dos professores visto que em geral os livros didáticos não abordam isto. Cabendo assim ao professor dedicar um tempo extra para realizar este tipo de pesquisa histórica para levar para sala de aula. E isto não irá ocorrer sem uma reestruturação na forma de se pensar o ensino de Física.

A reestruturação na forma de se pensar o ensino da física deve partir de um processo de ensino e aprendizagem, que venha primeiro a ser pensado e executado nos cursos de formação; onde são incentivados os debates e as conclusões acerca do sucesso de um dado modelo de transmissão de conhecimento, com isso há a garantia de que o licenciado, ao receber seu diploma, já esteja familiarizado com modelos pedagógicos que insiram a história das ciências. No entanto, esta abordagem mais profunda do saber científico não é isenta de resistência, pois por não apresentar verdades absolutas, que não necessitem de reflexão ou revisão, impõe ao aluno a necessidade de formular pensamentos críticos sobre o que está sendo estudado ao longo de todo o processo de descoberta. Esta quebra no modelo de

ensino-aprendizagem traz ao aluno, inicialmente, uma estranheza, ou até mesmo uma repulsa a este novo paradigma de transmissão de saberes (Quintal; Guerra, 2009).

Projetos com ênfase na inserção da história das ciências nas aulas de física, tema deste trabalho, além da filosofia e da sociologia das ciências, no estudo dos fenômenos científicos, são tentativas de altíssimo potencial didático para ajudar no desenvolvimento de um estudo crítico e contextualizado das ciências em geral, ou, no caso específico deste trabalho, no estudo da física. Esta abordagem aproxima educandos mais ligados à área das Ciências Humanas (História, Filosofia, etc.), ao mesmo momento em que possibilita ao aluno mais voltado à área das Ciências Exatas e Naturais um estudo mais profundo das descobertas científicas. Para o ambiente educacional, o ganho imediato é o de se incorporar mais uma ferramenta pedagógica para trabalhar a interdisciplinaridade, prevista na Lei 9394/96, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, para o Ensino Médio, por meio dos Parâmetros curriculares Nacionais (PCNs).

Um importante ponto para que ocorra uma satisfatória absorção da história da ciência pelo aluno é como ela é apresentada no livro didático. Quanto a isso, Monteiro faz a seguinte reflexão:

Na grande maioria dos livros didáticos, tanto de nível médio quanto de nível universitário, percebe-se que os textos referentes à História da Ciência são extremamente pobres de conteúdos, apresentam uma Ciência que surge como num passe de mágica, sem um contexto histórico, criada por gênios e não por cientistas que, vivendo seu período e seu contexto histórico, se dedicaram na construção do saber científico, induzindo assim, os alunos erroneamente a acreditarem numa Ciência linear (PONCZEK, 2002).

Ao se estudar os fenômenos científicos, é essencial ter o conhecimento acerca dos processos históricos que levaram a uma determinada conclusão dos cientistas, quanto a explicação mais provável para um determinado evento, ou seja, buscar mostrar ao aluno a relevância do conteúdo abordado, identificando a necessidade da época de se encontrar respostas às perguntas vigentes sobre determinado tópico de física (Alencar; Da Silva, 2018). É importante reconhecer que mesmo ideias hoje ultrapassadas, muitas delas foram vistas como verdades inquestionáveis durante séculos, serviram de base para que outras teorias pudessem ser formuladas, inclusive as que são estudadas na física atual. É a este processo que se deve o fato das ciências, como a física, serem conhecimentos verificados, estudados e aperfeiçoados com o passar do tempo.

Cabe também aqui a reflexão sobre o que se considera verdade absoluta nos dias atuais. É inevitável pensar se aquilo que é estudado hoje na física terá no futuro uma nova explicação, um aperfeiçoamento, algo que venha alterar o paradigma vigente. Parece difícil diante do estágio atual de aplicação das ciências na tecnologia, como ferramenta em prol de atender aos anseios humanos relacionados aos meios de produção e consumo, imaginar que algo possa ser mudado. É mais fácil lidar com a possibilidade de algo a mais ser descoberto, como exemplo a conclusão acerca das origens do universo, das partículas fundamentais, da possibilidade de infinitas dimensões, entre outras lacunas. Fazendo com que as teorias atuais sejam incorporadas como caso particulares das teorias mais gerais. Um exemplo disto é o que ocorreu com as equações clássicas do movimento obtidas a partir das leis de Newton, que se tornaram um caso particular das equações do movimento relativistas de partículas se movendo em velocidades muito menores que a da luz no vácuo.

Por fim, ensinar as descobertas científicas para os alunos em seus devidos contextos históricos permite aos alunos entender que a construção do conhecimento é algo dinâmico. Isto ajudará ele a entender melhor a evolução das teorias e paradigmas; como o caso da alteração do conceito de movimento, desde Aristóteles e o conceito de “movimentos naturais” até Newton e suas leis de movimento, passando ainda por Albert Einstein e a teoria da relatividade, onde este apresentou uma visão diferente acerca do tempo, do espaço e da velocidade, e, em consequência, de como os corpos se movem.

A seguir, iremos apresentar o contexto histórico em que ocorreu a descoberta dos fenômenos elétricos e magnéticos. Com especial ênfase ao Versorium de William Gilbert, que foi o instrumento utilizado no vídeo com o experimento que os alunos assistiram, como iremos detalhar mais adiante na seção onde falaremos da metodologia utilizada no desenvolvimento deste trabalho.

## **1.2. O Versorium de William Gilbert**

Levando em conta que as descobertas em física são formulações aperfeiçoadas com o tempo, é fácil visualizar suas teorias e paradigmas como uma série de estudos que ao longo dos séculos foram sendo alterados. É de se esperar que não seja diferente com os fenômenos elétricos e magnéticos. Diante desta perspectiva, Quintal nos apresenta a evolução do

entendimento que humanidade possuía dos fenômenos elétricos e magnéticos, da antiguidade até as descobertas de William Gilbert (1544-1603), que era um médico.

A história do eletromagnetismo começa na Grécia antiga com Tales de Mileto (640-546 a.C), ao atritar em 600 a.C. a pedra de âmbar e perceber que assim ela conseguia atrair outros objetos. Os gregos antigos também tinham conhecimento de certas pedras, chamadas magnetitas, mostradas na Figura 1.1, provenientes da região da Magnésia, na Ásia menor, e que elas possuíam a propriedade de atrair pequenos pedaços de ferro. Estas descobertas da antiguidade são os registros históricos mais antigos acerca do que se sabia sobre os fenômenos elétricos e magnéticos.

Ainda que os antigos não soubessem diferenciar naquela época os fenômenos magnéticos e elétricos, podemos dizer que o representante histórico do fenômeno de eletrização por atrito é o âmbar, e neste caso, o representante histórico dos fenômenos magnéticos são as pedras magnéticas.

**Figura 1.1:** Foto de uma magnetita.



**Fonte:** <https://pt.wikipedia.org/wiki/Magnetita>.

Somente em 1269 d.C Petrus Peregrinus descobre as propriedades do magnetismo e verifica que pólos iguais se repelem e que pólos contrários se atraem. Peregrinus é ainda o responsável por denominar de pólos as extremidades do imã. Aqui é verificado que há uma revolução inicial no entendimento humano do que é o fenômeno magnético. No entanto, até este ponto ainda não havia uma clara distinção das diferenças dos fenômenos elétricos e magnéticos.

Em 1492 d.C., Cristóvão Colombo (1451-1506) descobre que a inclinação da agulha da bússola varia de acordo com a região da terra. Hoje sabemos que a agulha da bússola aponta para o polo norte magnético da bússola em direção ao pólo sul magnético da terra, localizado aproximadamente no polo norte geográfico da terra.

Antes de citar William Gilbert e sua imensa contribuição para a diferenciação dos fenômenos elétricos e magnéticos, é necessário falar de outro médico, Girolamo Cardano, e de sua obra *De subtilitate*, pois serviram de base para as formulações de Gilbert. Cardano, na metade do século XVI, reconhece 5 diferenças entre o âmbar e o ímã. São elas:

- 1) O âmbar consegue atrair uma maior variedade de objetos, enquanto o ímã só atrai ferro;
- 2) A atração entre o ímã e o ferro, diferente do que ocorre com o âmbar, é mútua;
- 3) A ação do ímã independe da interposição de algum objeto, enquanto no caso do âmbar a atração não ocorreria;
- 4) Os ímãs se atraem quando estão entre pólos opostos, já no âmbar a posição não importa;
- 5) O âmbar tem sua força de atração aumentada devido a um aquecimento ou atrito, mas o mesmo efeito não se verifica nos ímãs.

É importante ressaltar que Girolamo Cardano não dispunha de objetos de verificação mais precisos que pudessem verificar as intensidades da força elétrica no qual o âmbar atritado exercia sobre os objetos, tão pouco a medição da força magnética com que os ímãs atraíam os pedaços de ferro. No entanto, já é percebido aqui que há uma formulação mais bem detalhada das possibilidades e circunstâncias de atração do âmbar e do ímã do que o que havia até então.

Tendo como base as 5 contribuições de Cardano, Gilbert formulou 3 afirmações autorais. São elas:

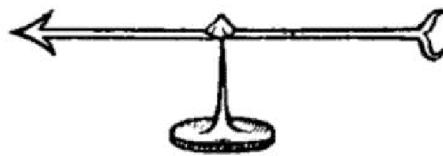
- 1) O ímã tem a capacidade de atrair corpos mais pesados do que o âmbar;
- 2) Uma superfície úmida inibe a ação elétrica, mas não inibe a ação magnética;
- 3) A ação atrativa do âmbar, diferente do ímã, age sobre uma vasta variedade de substâncias.

Vale ressaltar mais uma vez, devido a limitação experimental da época, que Gilbert não possuía instrumentos tecnológicos precisos que permitisse que ele fizesse as medições das

intensidades das forças elétricas e magnéticas com que o âmbar e o imã atraíam os objetos, para por exemplo provar a primeira afirmação desta lista. Toda forma de “medição” era realizada pelo método da observação.

No nosso trabalho tivemos ênfase especial ao Versorium de William Gilbert. Mostrado na Figura 1.2. O nome Versorium é uma palavra de origem latina cujo significado é “girar”. Gilbert deu este nome ao equipamento porque ele girava quando colocado na presença de corpos eletrizados, assim como ocorre com a agulha de uma bússola. Este importante instrumento marcou a história do estudo sobre os fenômenos elétricos e magnéticos, pois foi com ele que Gilbert procurou explicar as causas do fenômeno elétrico, além de tentar com isto diferenciar o fenômeno elétrico do magnético. Mas detalhes dele há no vídeo produzido pela UNIVESP no link <https://www.youtube.com/watch?v=47hDMWh89RE>. Este foi um dos vídeos que colocamos para os alunos assistirem antes de responder ao questionário que foi aplicado e cujos resultados discutiremos mais adiante.

**Figura 1.2.** Imagem clássica do Versorium de William Gilbert.



Fonte: <https://www.researchgate.net/>.

## **2. O PROCESSO DE ELETRIZAÇÃO DE CORPOS E CARACTERÍSTICAS MAGNÉTICAS DOS CORPOS**

Todos os corpos possuem propriedades físicas, como a massa e a carga. A massa mede a quantidade de matéria que um corpo possui, enquanto a carga é uma propriedade intrínseca da própria matéria. As partículas básicas estudadas desde o ensino médio; os nêutrons, os prótons e os elétrons são componentes dos átomos, sendo os prótons partículas portadoras de cargas positivas, os elétrons partículas portadoras de cargas negativas e os nêutrons partículas sem carga. Sendo assim, um corpo é dito eletrizado quando há um excesso de portadores de cargas não compensadas no átomo. Se este excesso for de portadores de cargas negativas, o

corpo estará carregado negativamente, e se o excesso for de portadores de cargas positivas, o corpo estará carregado positivamente.

Um corpo neutro (Com a mesma quantidade de portadores de cargas positivas e negativas) se torna eletrizado quando perde ou ganha elétrons. Para este nível de estudo, será considerado que um corpo jamais perde prótons, somente elétrons. Existem três processos que levam um corpo a ser eletrizado: Contato, atrito e indução. Para o experimento que foi mostrado no vídeo para os alunos (citado na seção anterior quando falamos do Versorium) foi mostrada a eletrização por atrito. Como dito anteriormente, a ideia de William Gilbert era, a partir do uso do Versorium, diferenciar os fenômenos elétricos e magnéticos. No referido vídeo, foram utilizados diferentes materiais para observar a ocorrência ou não do fenômeno magnético.

Em relação ao fenômeno do magnetismo, é interessante saber o que ocorre a nível atômico. Os elétrons de um material se encontram ao redor do núcleo do átomo, e ao entrarem em contato com um campo magnético sofrem a influência deste campo externo. De acordo com a forma que os elétrons de um determinado material se comportam quando estão na presença de um campo magnético, ele pode ser classificado como diamagnético, paramagnético ou ferromagnético. Os materiais diamagnéticos são aqueles que não são atraídos por um campo magnético externo pois seus elétrons se alinham de tal forma que produzem um campo magnético interno contrário ao sentido do campo externo; já os materiais paramagnéticos e os ferromagnéticos são atraídos por um campo magnético externo, com a diferença que os ferromagnéticos são atraídos com mais intensidade e também mantêm as propriedades magnéticas mesmo após a retirada do campo magnético externo.

### **3. METODOLOGIA**

Para verificar o que os alunos acham do uso da história da ciência no ensino da física foi proposto um questionário a um grupo de 15 alunos de uma escola particular da cidade de Arapiraca. Todo o processo foi feito online, ou seja, enviamos para o professor de física da referida turma os vídeos que os alunos deveriam assistir antes de preencher o questionário (via Formulários do Google). Interessante frisar que este trabalho extraclasse foi enviado aos

estudantes em um momento do ano letivo em que se espera que estes conteúdos não tenham sido abordados em sala de aula. Além disso, a aplicação foi feita fora do horário de aula, os alunos puderam assistir os vídeos e responder ao questionário no momento que acharam mais conveniente. Foi enviado o seguinte texto para os alunos:

Prezado(a) aluno(a), inicialmente gostaríamos de agradecer a sua participação como voluntário neste trabalho. Assista aos vídeos descritos abaixo e depois acesse o questionário no link disponibilizado.

**1) Assista ao vídeo sobre William Gilbert (20 minutos de duração):**

<https://youtu.be/EU55pQ8rY38>

**2) Assista ao vídeo do experimento (3 minutos de duração):**

<https://www.youtube.com/watch?v=47hDMWh89RE>

**3) Responda ao questionário (você levará cerca de 5 minutos para responder):**

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSe7LBIMhTw5O-LOrL1rSzDSCpulnmWfJeJRbsEFu\\_ASuL31-g/viewform](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSe7LBIMhTw5O-LOrL1rSzDSCpulnmWfJeJRbsEFu_ASuL31-g/viewform)

Inicialmente, os alunos deveriam assistir ao vídeo (gravado por mim) de aproximadamente 20 minutos, com o título “A importância de William Gilbert (1544-1603) para a investigação e sistematização do estudo dos fenômenos elétricos e magnéticos”. No referido vídeo fiz uma breve explanação sobre a importância de William Gilbert (1544-1603) para a investigação e sistematização do estudo dos fenômenos elétricos e magnéticos. Foi apresentado aos alunos a evolução do conhecimento acerca dos fenômenos elétricos e magnéticos, partindo de Tales de Mileto até a descoberta do âmbar, falando também da descoberta da magnetita, pedra proveniente da cidade de Magnésia, na Ásia menor, como falamos aqui em seções anteriores. Além disto, foi tratada da variação da inclinação da agulha da bússola conforme a região da terra, descoberta que foi feita por Cristóvão Colombo, e finalmente sobre as descobertas de William Gilbert, que haviam sido muito influenciadas pelas descobertas do também médico Girolamo Cardano.

O segundo vídeo que os alunos deveriam assistir tratava de um experimento (de aproximadamente 3 minutos) produzido pela UNIVESP sobre a utilização do Versorium. Por fim, os alunos deveriam responder ao questionário composto por 15 perguntas, divididas em três categorias: (1) perguntas acerca dos aspectos socioeconômicos deles; (2) perguntas relacionadas aos vídeos que eles assistiram e (3) perguntas relacionadas ao que os alunos



pensavam sobre o uso de vídeos em aulas de física. Em particular, achamos importante perguntar aos alunos sobre o uso de vídeos em aulas de Física devido a pandemia de COVID-19, período na qual a pesquisa foi realizada, para assim aproveitar e averiguar o que os alunos estavam achando de não poder fazer experimentos, apenas assisti-los através de vídeos. Outro fator importante a se destacar é a verificação da homogeneidade do grupo, visto que as perguntas sobre gênero, idade e cor, mostram que apesar de ser um grupo pequeno existem uma variedade nestes aspectos, o que é de importante observação. O questionário completo se encontra no Apêndice 1 (além do link informado na página anterior).

Com relação ao vídeo sobre o experimento com o uso do Versorium, embora tenhamos disponibilizado um vídeo para os alunos assistirem, como discutimos anteriormente, elaboramos um roteiro experimental que poderá ser usado por professores de física do ensino médio que desejarem realizar este experimento em sala de aula. O roteiro experimental que desenvolvemos se encontra no Apêndice 2.

A seguir, iremos passar a analisar as respostas que obtivemos dos alunos ao responderem o referido questionário.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As primeiras perguntas do questionário se referem ao perfil dos alunos. As duas primeiras questões do questionário se referiam a qual escola os alunos estudavam e se era pública ou particular. Não tivemos tempo hábil de aplicar em mais de uma escola, assim, todos os 15 alunos que responderam ao questionário pertenciam a uma escola privada de Arapiraca. Para mantermos o anonimato da escola, não colocamos aqui o nome dela, guardamos o nome da escola apenas para registros internos nossos. É importante destacar também que eram alunos do terceiro ano do ensino médio e que estes 15 alunos foram selecionados pelo professor da referida escola entre os alunos de uma das turmas que ele ministrava aulas.

A terceira pergunta do questionário se referia a qual era o gênero dos alunos. Como se pode ver na Figura 4.1, 46,67% dos alunos que responderam ao questionário são do sexo masculino e 53,33% do sexo feminino.

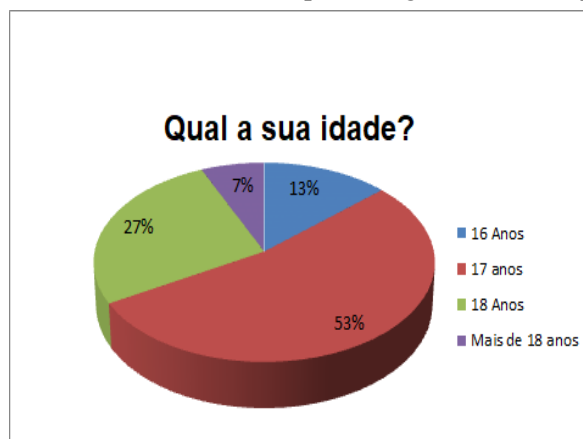
**Figura 4.1.** Gráfico mostrando a percentagem de alunos do sexo masculino e feminino que responderam ao questionário.



**Fonte:** Autor, 2021.

Na pergunta de número 4 do questionário, foi verificada a percentagem de alunos por idade, onde encontramos que 53% dos alunos tinham idade de 17 anos, 27% tinham 18 anos, 13% afirmaram ter 16 anos e 7% disseram ter mais de 18 anos, como mostrado na Figura 4.2.

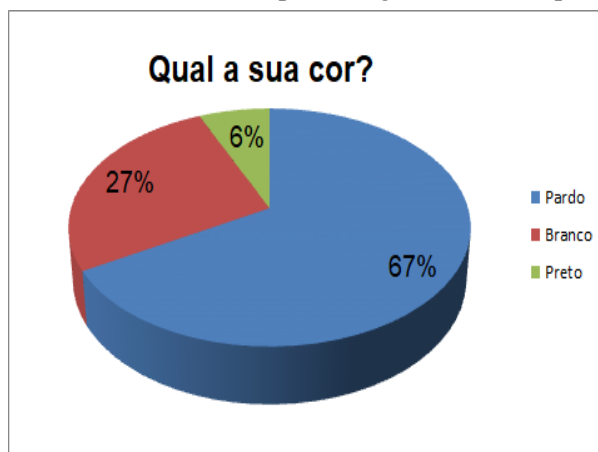
**Figura 4.2.** Gráfico mostrando a percentagem de alunos por idade.



**Fonte:** Autor, 2021.

A quinta pergunta era sobre a cor de pele dos alunos. As respostas obtidas nos mostram que 67% se consideram pardos, 27% brancos e 6% pretos, como apontado na Figura 4.3.

**Figura 4.3.** Gráfico mostrando a percentagem de alunos por cor de pele.



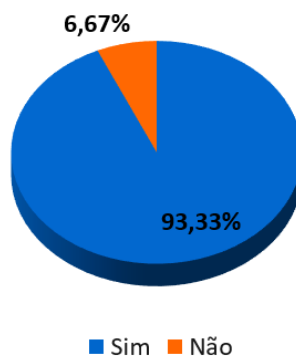
**Fonte:** Autor, 2021.

O outro conjunto de perguntas do questionário buscava analisar o que os alunos achavam de aprender sobre o contexto histórico em que as descobertas ocorreram e sobre o

uso de vídeo de experimentos em sala de aula. No caso, a sexta pergunta era se os alunos gostaram de conhecer um pouco da história por trás das descobertas da eletrostática e do magnetismo. Neste item apenas um aluno assinalou que não gostou. Na Figura 4.4, vemos esta representação em porcentagem. Portanto, vemos que praticamente todos os alunos gostaram da proposta de ter nas aulas experimentais um pouco de história da ciência. Assim, conforme discutido na primeira seção deste trabalho, acreditamos que esta abordagem ajudou os alunos a entenderem melhor o contexto em que as descobertas da eletrostática e do magnetismo ocorreram. Na discussão do próximo resultado veremos que estes mesmos alunos já tinham tido experiência com este tipo de abordagem, o que provavelmente propiciou que eles gostassem desta proposta.

**Figura 4.4.** Gráfico mostrando a porcentagem das respostas dos alunos acerca de terem gostado ou não de conhecer um pouco mais sobre a história por trás das descobertas da eletrostática e do magnetismo.

Você gostou de aprender um pouco da história por trás da descoberta da eletrostática e do magnetismo?

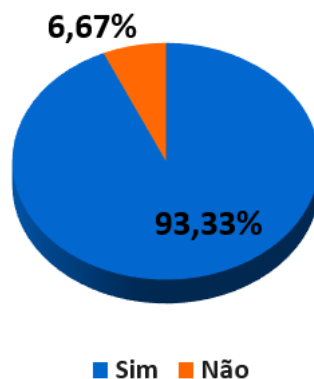


**Fonte:** Autor, 2021.

A questão número sete perguntava ao aluno se o professor de física deles costumava abordar a parte histórica dos experimentos, ou seja, de como ocorreram as descobertas científicas. Apenas um aluno assinalou que não. A Figura 4.5 nos mostra em termos percentuais as respostas dos alunos. Este resultado foi bastante satisfatório, pois mostrou que o professor da referida escola já busca contextualizar as descobertas científicas para os seus alunos durante as aulas.

**Figura 4.5.** Gráfico mostrando a porcentagem das respostas dos alunos acerca de o docente utilizar ou não a parte histórica no estudo dos experimentos.

**O seu professor de física costuma abordar a parte histórica dos experimentos, ou seja, como ocorreram as descobertas científicas?**

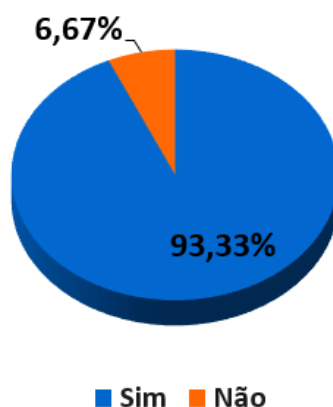


**Fonte:** Autor, 2021.

A pergunta oito questionava, de uma forma mais geral do que a pergunta 6, se os alunos gostavam de aprender sobre a parte histórica das descobertas científicas. Apenas um aluno respondeu não gostar de aprender sobre a parte histórica das descobertas científicas, conforme mostrado na Figura 4.6. O que era um resultado relativamente esperado, visto que também na pergunta 6 um único aluno havia dito que não havia gostado.

**Figura 4.6.** Gráfico mostrando a porcentagem das respostas dos alunos acerca de gostarem de aprender sobre a parte histórica das descobertas científicas.

**Você gosta de aprender sobre a parte histórica das descobertas científicas?**



**Fonte:** Autor, 2021.

A pergunta nove questionava aos alunos se o professor deles de física, durante o período de pandemia, utilizou vídeos de experimentos de física. Apenas um aluno respondeu

não ter tido aula de vídeo com experimentos, o que foi um resultado um tanto contraditório, visto que todos os alunos eram de uma mesma escola, e portanto, provavelmente tiveram todos apenas aulas online. Talvez o aluno não tenha observado corretamente qual era a pergunta e marcou a resposta “induzido” pela resposta “não” que já havia colocado nas duas últimas perguntas anteriores, que discutimos anteriormente. A Figura 4.7 mostra este resultado em porcentagem. Um último ponto a se destacar destas respostas, é que os 93,33% que responderam “sim” disseram que gostaram muito de terem visto os vídeos dos experimentos, o que foi um resultado bastante interessante, por tantos alunos terem dito que gostaram.

**Figura 4.7.** Gráfico mostrando a porcentagem das respostas dos alunos acerca de se durante o período da pandemia o professor de física deles havia usado vídeos com experimentos de Física.

**Durante o período de pandemia, seu professor usou vídeos com experimentos de Física?**



Fonte: Autor, 2021.

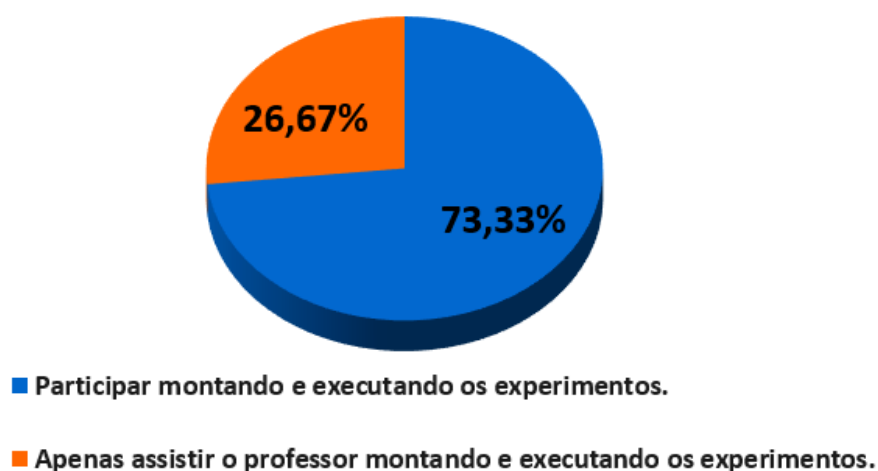
As perguntas dez e onze tiveram unanimidade de respostas. A pergunta 10 perguntava se o aluno considerava importante a utilização de vídeos sobre experimentos de física. Assim, isto mostrou que o uso de vídeos durante o período de pandemia de COVID-19 foi de fato uma importantíssima ferramenta didática. A pergunta 11 buscava avaliar se os alunos já haviam participado antes de experimentos de física em sala de aula, e como já falamos antes, todos responderam sim a esta pergunta. Era uma resposta relativamente esperada quando

levamos em conta o fato de que eram alunos do terceiro ano e de escola privada, onde em geral há bons laboratórios para a realização de experimentos, e que como a pandemia começou em meados de março de 2020, estes alunos haviam cursado todo o primeiro ano do ensino médio, durante o ano de 2019, de forma totalmente presencial.

A pergunta doze questionava aos alunos se preferiam participar da montagem e execução dos experimentos ou se preferiam apenas assistir ao professor montando e explicando, ou se preferiam apenas assistir aos vídeos dos experimentos. Os resultados estão mostrados na Figura 4.8, onde vemos que 73,33% dos alunos afirmaram que não se contentavam só em observar o professor montando e executando o experimento, mas sim, que gostavam de participar da fase de montagem deles. Isso foi um resultado muito bom, pois mostrou como grande parte destes alunos gostavam de participar dos experimentos. Apenas 26,67% afirmaram preferir que o professor montasse e executasse o experimento. E nenhum deles, preferiu ver vídeos de experimentos ao invés do experimento mostrado na prática em sala de aula, mesmo que fosse montado pelo professor e ele apenas assistisse, como vimos na resposta anterior deles. Isto evidencia que embora os vídeos tenham sido uma ferramenta muito útil para auxiliar o professor durante o período da pandemia de COVID-19, esta ferramenta jamais pode ser usada em substituição aos experimentos feitos em sala, pelo menos é o que podemos afirmar com relação a estes alunos.

**Figura 4.8.** Gráfico mostrando a percentagem das respostas dos alunos acerca de se preferiam montar experimentos de física e executá-los, apenas assistir ao professor montando e explicando o experimento, ou apenas assistir vídeos de experimentos.

**Com relação aos experimentos de física, você  
prefere:**



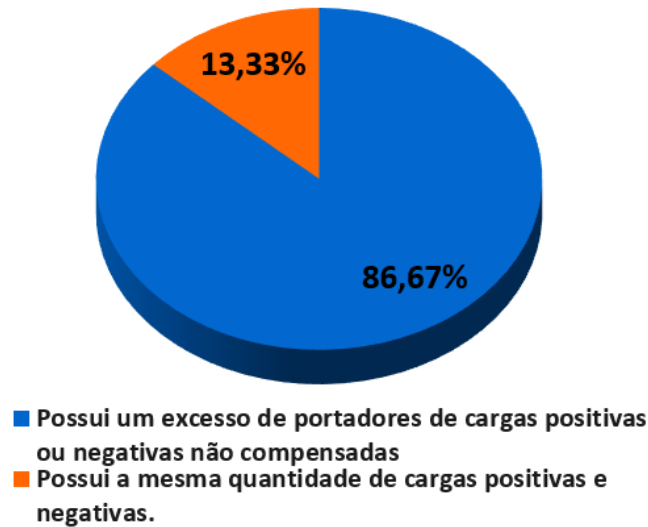
Fonte: Autor, 2021.

Por fim, tínhamos no questionário uma terceira categoria de perguntas, neste caso, relacionadas ao que os alunos sabiam sobre os fenômenos elétricos e magnéticos. Estas perguntas estavam relacionadas aos conceitos físicos que os alunos haviam visto nos vídeos que havíamos enviado para eles assistirem, conforme apresentamos na seção 3, quando tratamos da metodologia deste trabalho. A pergunta treze perguntava quando um corpo é considerado eletrizado. A Figura 4.9 mostra o percentual das respostas dos alunos a esta pergunta. Como podemos ver, praticamente todos (86,67%) acertaram, afirmando que é quando um corpo possui um excesso de carga positiva ou negativa. Apenas dois alunos (13,33%) erraram, dizendo que era quando um corpo possuía a mesma quantidade de carga positiva e negativa.

**Figura 4.9.** Gráfico mostrando a percentagem das respostas dos alunos acerca de quando um corpo se encontra eletrizado.



### Um corpo é dito eletrizado quando:

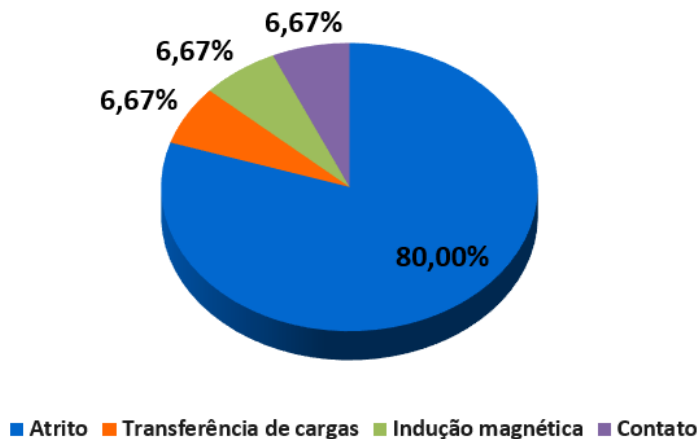


Fonte: Autor, 2021.

Pelo que discutimos na pergunta anterior, vimos que um percentual bem pequeno dos alunos tinha dúvida acerca do processo de eletrização de um corpo. Uma pequena parcela deles também não sabiam o que levou o tubo de PVC (mostrado no vídeo do experimento) ficar eletrizado. Quando questionados sobre isto na pergunta 14, eles tinham 4 alternativas, nossa intenção era haver apenas uma resposta correta, mas, duas das 4 respostas ficaram mal formuladas e podem ter induzido os alunos ao erro no momento de escolher a correta. Vemos na Figura 4.10 que 80,00% marcaram a alternativa que havíamos colocado como a correta, afirmando que o tubo de PVC havia ficado eletrizado por atrito. Um outro aluno (6,67%) afirmou que havia ocorrido transferência de carga. Talvez esta resposta não tenha ficado bem formulada, nossa intenção era se referir a transferência de carga entre condutores carregados. E de certa forma afirmar na situação do vídeo que houve transferência de carga não é errado, visto que um corpo ficou com excesso de carga positiva e o outro negativa. Assim, a resposta deste aluno poderia ser incluída entre as corretas. Outro aluno disse que havia sido por indução magnética, esta sim completamente equivocada, e um último aluno disse que por contato. Novamente, esta resposta não ficou bem formulada, pois o aluno pode ter entendido o contato entre o papel e o cano de PVC como o responsável pela eletrização do corpo. Não haveria a eletrização do corpo apenas com o contato, mas sem o atrito, assim, esta resposta poderia ser enquadrada como parcialmente correta.

**Figura 4.10.** Gráfico mostrando a percentagem das respostas dos alunos acerca do processo que levou o tubo de PVC do experimento a ser eletrizado.

**O processo eletrostático utilizado no experimento para que o canudo seja eletrizado é conhecido como eletrização por:**



Fonte: Autor, 2021.

Por fim, na última pergunta do questionário, na pergunta 15, foi apresentada uma lista com alguns materiais (Canudo de plástico, papel toalha, serra de ferro e fio de cobre) e foi perguntado aos alunos quais destes seriam atraídos por um ímã. Eles poderiam marcar mais de uma opção. Mas, todos acertaram, marcando que apenas a serra de ferro seria atraída por um ímã, provando que sabiam o conhecimento básico acerca do magnetismo, que o ímã atrai materiais de ferro ou ferromagnéticos.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na revisão bibliográfica que fizemos aqui sobre o tema deste trabalho, podemos afirmar que é muito importante inserir nas aulas de física o devido contexto histórico em que as descobertas científicas ocorreram. Pois, através disto, acreditamos que o aluno tem uma visão melhor acerca de como determinada descoberta ocorreu, e além disso, ajuda o aluno a entender que o conhecimento científico é algo dinâmico, não é algo fechado, mas, em constantes mudanças a cada nova descoberta. Em geral, não excluindo as teorias anteriores, mas, apenas colocando elas como um caso especial de uma teoria mais geral.

Em relação aos resultados obtidos a partir das respostas dos alunos ao questionário que foi aplicado, vimos que praticamente todos os alunos gostaram da proposta de ter nas aulas experimentais um pouco de história da ciência. Com relação ao uso de vídeos sobre experimentos de física, obtivemos que praticamente todos gostaram do fato de que durante a pandemia de COVID-19 o professor deles havia utilizado vídeos sobre experimentos. Contudo, quando perguntados se preferiam participar de experimentos em sala ou apenas assisti-los em vídeos, eles foram unânimes em dizer que preferiam os experimentos em sala. Mostrando assim que, para este grupo de alunos, os vídeos jamais deveriam ser usados em substituição às aulas experimentais, quando elas fossem possíveis de ocorrer.

Em se tratando das perguntas sobre o conteúdo de eletrostática e magnetismo relacionadas aos vídeos que os alunos haviam assistido, praticamente todos acertaram as perguntas relacionadas a isso, mostrando que entendiam bem a física relacionada ao experimento que haviam assistido.

Por fim, diante de tudo que foi exposto neste trabalho, é perceptível que a utilização da história das ciências como instrumento pedagógico para um processo de ensino e aprendizagem em física mais efetivo, traz ao estudante uma percepção mais abrangente do conteúdo estudado. Sendo assim, esperamos que as reflexões aqui discutidas possam inspirar professores de física do ensino médio a inserirem mais de história da ciência em suas aulas de física.

## REFERÊNCIAS

NEVES, Marcos Cesar Danhoni. A história da ciência no ensino de física. **Ciência da educação**, Universidade estadual de Maringá, v.5, n.1, 73-81, 1998.

QUINTAL, João Ricardo; GUERRA, Andréia. A história da ciência no processo ensino-aprendizagem. **Física na escola**, Rio de Janeiro, v.10, n.1, p.21-25, 2009.

GATTI, Sandra Regina Teodoro; NARDI, Roberto; SILVA, Dirceu da. História da ciência no ensino de física: um estudo sobre o ensino de atração gravitacional desenvolvido com futuros professores. **Investigações em ensino de ciências**, Universidade estadual paulista, v.15, n.1, p.7-59, 2010.

MAGNETITA. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Magnetita>. **Wikipedia**, 2021  
Acesso: 15 de nov. de 2021.

MENEZES, Ebenezer Takuno de; SANTOS, Thais Helena dos. Verbetes interdisciplinaridade. **Dicionário interativo da Educação Brasileira - EducaBrasil**. São Paulo: Midiamix Editora, 2001. Disponível em <<https://www.educabrasil.com.br/interdisciplinaridade/>>. Acesso em 11 out 2021.

MONTEIRO, Abigail Vital de Goes. História da ciência no ensino: obstáculos enfrentados por professores na elaboração e aplicação de materiais didáticos. **Dissertação de mestrado- Centro federal de educação tecnológica Celso Suckow da Fonseca**. Rio de Janeiro: Biblioteca central do CEFET/RJ, 2014.

LUCISANO, Fábio Rodrigo. O uso da história da ciência como estratégia de ensino de física: Uma proposta para a construção do conhecimento científico sobre o Eletromagnetismo a partir do experimento de Ørsted. **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor- PDE/ Artigos**. Paraná, 2014. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/28347049-Os-desafios-da-escola-publica-paranaense-na-perspectiva-do-professor-pde-artigos.html>>. Acesso em 11 nov 2021.

ALENCAR, Renan de Mello; DA SILVA, Sérgio Yury Almeida. A utilização da história da ciência como instrumento facilitador para o aprendizado da Física clássica no ensino médio. – **Revista de História**, V. 10, n. 1, (jan./abr. 2018).

Base nacional comum curricular-BNCC: Etapa do ensino médio. **Ministério da educação**, 2021. Disponível em: < <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase>>. Acesso em 11 nov 2021.

## **APÊNDICE 1: Questionário aplicado aos alunos.**

### **Perfil do aluno.**

#### **1. Você estuda em qual escola?**

Nome da escola: \_\_\_\_\_

#### **2 Esta escola é pública ou privada?**

Escola pública                       Escola privada

#### **3 Qual o seu gênero?**

Masculino       Feminino       Prefiro não informar

#### **4 Qual sua idade?**

16 anos     17 anos     18 anos     Acima de 18 anos

#### **5 Qual a sua cor?**

Branco     Preto     Pardo     Amarelo     Outros

### **Perguntas sobre o conteúdo da apresentação**

#### **6. Você gostou de aprender um pouco da história por trás da descoberta da eletrostática e do magnetismo?**

Sim                                       Não

**7. O seu professor de física costuma abordar a parte histórica dos experimentos, ou seja, como ocorreram as descobertas científicas?**

Sim  Não

**8. Você gosta de aprender sobre a parte histórica das descobertas científicas?**

Sim  Não

### **Perguntas relacionadas ao uso de vídeo de experimentos de Física**

**9. Durante o período de pandemia, seu professor usou vídeos com experimentos de Física?**

Sim  Não

**10. Você considera importante a utilização de vídeos sobre experimentos de física?**

Sim, pois ajuda no entendimento do conteúdo

Não, prefiro apenas a explicação do professor sobre o conteúdo.

**11. Você já participou alguma vez de experimentos de física em sala de aula?**

Sim  Não

**12. Com relação aos experimentos de física, você prefere:**

Participar montando e executando os experimentos.

Apenas assistir o professor montando e executando os experimentos.

Assistir vídeos de experimentos.

**13. Um corpo é dito eletrizado quando:**

Possui a mesma quantidade de cargas positivas e negativas.

Não possui portadores de cargas.

Possui um excesso de portadores de cargas positivas ou negativas não compensadas.

**14. O processo eletrostático utilizado no experimento para que o tubo de PVC seja eletrizado é conhecido como eletrização por:**

Indução magnética    Transferências de cargas    Contato    Atrito

**15. Quais dos seguintes materiais seriam atraídos por um ímã? (Você pode marcar mais de um).**

Canudo plástico    Papel toalha    Serra de ferro    Fio de cobre

## **APÊNDICE 2: Roteiro experimental proposto.**

**Nome do experimento:** O Versorium de Gilbert.

I – **Objetivo:** Mostrar relações e diferenças entre a atração eletrostática e a magnética.

II – **Materiais Utilizados:**

1. Duas hastes metálicas em forma de seta: uma de cobre e outra de ferro;
2. Uma base isolante com uma agulha;
3. Um ímã;
4. Um tubo de PVC;
5. Papel toalha.

### **Introdução Teórica**

Todos os corpos possuem propriedades físicas, como a massa e a carga. A massa mede a quantidade de matéria que um corpo possui, enquanto a carga é uma propriedade intrínseca da própria matéria. As partículas básicas estudadas desde o ensino médio; os nêutrons, os prótons e os elétrons são componentes dos átomos, sendo os prótons partículas portadoras de cargas positivas, os elétrons partículas portadoras de cargas negativas e os nêutrons partículas sem carga. Sendo assim, um corpo é dito eletrizado quando há um excesso de portadores de cargas

não compensadas no átomo. Se este excesso for de portadores de cargas negativas, o corpo estará carregado negativamente, enquanto se o excesso for de portadores de cargas positivas, o corpo estará carregado positivamente.

Um corpo neutro (Com a mesma quantidade de portadores de cargas positivas e negativas) se torna eletrizado quando perde ou ganha elétrons. Para este nível de estudo, será considerado que um corpo jamais perde prótons, somente elétrons. Existem três processos que levam um corpo a ser eletrizado. Contato, atrito e indução. Para o experimento que será realizado vamos observar a eletrização de um corpo atritado e verificar seu comportamento quando uma carga é gerada pelo processo de eletrização e a seguir veremos sua propriedade magnética; onde será utilizado diferentes materiais para observar a ocorrência ou não do fenômeno magnético.

Em relação ao fenômeno do magnetismo, é interessante saber o que ocorre a nível atômico. Os elétrons de um material se encontram ao redor do núcleo do átomo, e ao entrarem em contato com um campo magnético sofrem a influência deste campo externo. De acordo com a forma que os elétrons de um determinado material se comportam quando estão na presença de um campo magnético, ele pode ser classificado como diamagnético, paramagnético ou ferromagnético. Os materiais diamagnéticos são aqueles que não são atraídos por um campo magnético externo pois seus elétrons se alinham de tal forma que produzem um campo magnético interno contrário ao sentido do campo externo; já os materiais paramagnéticos e os ferromagnéticos são atraídos por um campo magnético externo, com a diferença que os ferromagnéticos são atraídos com mais intensidade e também mantêm as propriedades magnéticas mesmo após a retirada do campo magnético externo.

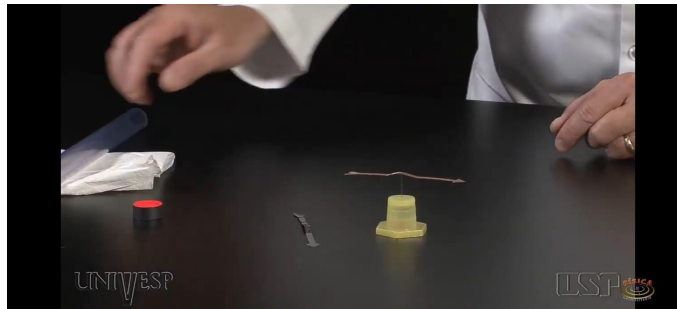
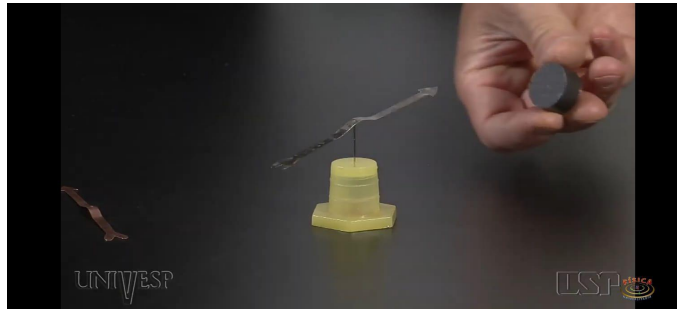
## **Procedimentos experimentais**

### **Parte I**

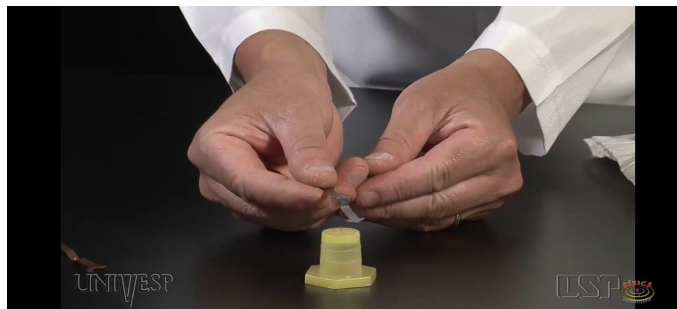
1. Primeiro se coloca a haste em forma de seta de material de cobre sobre a agulha na base isolante, como descrito na Figura A.1;
2. Atrite o tubo de PVC com o papel toalha e seguida aproxime da seta de cobre;
3. Depois troca-se a seta de cobre pela seta de ferro (Figura A.2) e em seguida aproxima-se, mais uma vez, o tubo de PVC atritado;
4. Em ambos os casos, tem que se observar o comportamento das setas de cobre e de ferro ao aproximar o tubo de PVC atritado.



**Figura A.1.** Haste de cobre suspensa pela agulha.  
Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=47hDMWh89RE>



**Figura A.2.** Colocação da haste de ferro sobre a agulha na base isolante.  
Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=47hDMWh89RE>



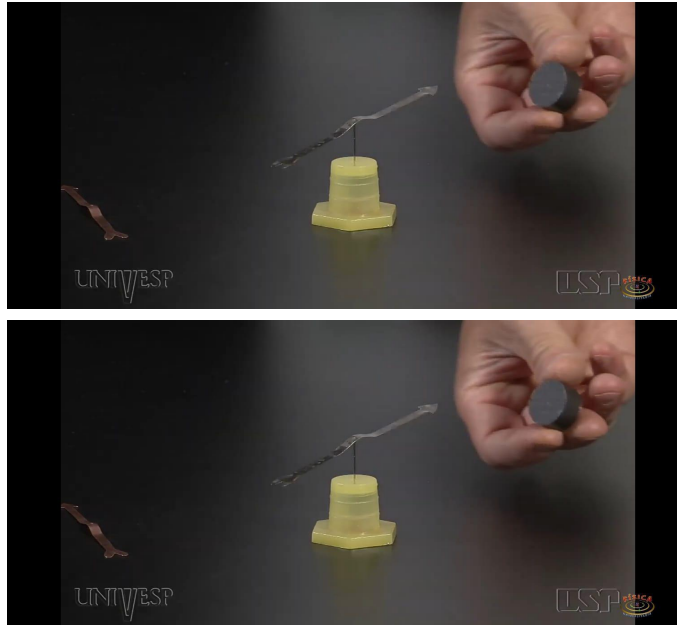
## Parte II

1. Ainda com seta de ferro sobre a agulha na base isolante, aproximar agora um ímã (Figura A.3);

2. Agora troca-se a seta de ferro pela seta de cobre e mais uma vez aproxima-se o ímã (Figura A.4);
3. Em ambos os momentos verificar o comportamento das setas ao aproximar o ímã.

**Figura A.3.** Aproximação do ímã da seta de ferro.

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=47hDMWh89RE>



**Figura A.4.** Aproximação do ímã da seta de cobre.

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=47hDMWh89RE>

