

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA

Pablo Enrique Jurado Silvestrin

**DO CONCEITO DE CAMPO À LEI DE AMPÈRE:
uma unidade didática com foco em experimentação**

Porto Alegre

2022

Pablo Enrique Jurado Silvestrin

**DO CONCEITO DE CAMPO À LEI DE AMPÈRE:
uma unidade didática com foco em experimentação**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial e obrigatório para a obtenção do grau de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Ives Solano Araujo.

Porto Alegre

2022

Dedico este trabalho aos alunos da turma 312.

“A formação dos conceitos surge sempre no processo de solução de algum problema que se coloca para o pensamento do adolescente. Só como resultado da solução desse problema surge o conceito.”

Lev Semenovich Vygotsky

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	7
3 OBSERVAÇÕES E MONITORIA	11
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESCOLA	11
3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS TURMAS	14
3.2.1 Turma 215	14
3.2.2 Turma 314	15
3.2.3 Turma 312	15
3.3 CARACTERIZAÇÃO DO TIPO DE ENSINO	16
3.4 RELATOS DE OBSERVAÇÃO E MONITORIA	17
4 PLANEJAMENTO E REGÊNCIA	41
4.1 AULA 1 (ATIVIDADE PRESENCIAL)	44
4.1.1 Plano de Aula	44
4.1.2 Relato de Regência	47
4.2 AULA 2 (ATIVIDADE REMOTA)	51
4.2.1 Plano de Aula	52
4.2.2 Relato de Regência	55
4.3 AULA 3 (ATIVIDADE REMOTA)	56
4.3.1 Plano de Aula	56
4.3.2 Relato de Regência	58
4.4 AULA 4 (ATIVIDADE PRESENCIAL)	59
4.4.1 Plano de Aula	60
4.4.2 Relato de Regência	62
4.5 AULA 5 (ATIVIDADE PRESENCIAL)	68
4.5.1 Plano de Aula	68
4.5.2 Relato de Regência	70
4.6 AULA 6 (ATIVIDADE REMOTA)	75
4.6.1 Plano de Aula	75
4.6.2 Relato de Regência	77
4.7 AULA 7 (ATIVIDADE PRESENCIAL)	78
4.7.1 Plano de Aula	78
4.7.2 Relato de Regência	82
4.8 AULA 8 (ATIVIDADE REMOTA)	88
4.8.1 Plano de Aula	89
4.8.2 Relato de Regência	90
4.9 AULA 9 (ATIVIDADE PRESENCIAL)	92
4.9.1 Plano de Aula	92

4.9.2 Relato de Regência	97
4.10 AULA 10 (ATIVIDADE REMOTA)	104
4.10.1 Plano de Aula	105
4.10.2 Relato de Regência	106
5 CONCLUSÃO	108
REFERÊNCIAS	110
APÊNDICE A - Questionário sobre atitudes em relação à Física e condições de estudo	111
APÊNDICE B - Slides da aula 1	113
APÊNDICE C - Questionário sobre uso da bússola e campo magnético	116
APÊNDICE D - Primeira avaliação	117
APÊNDICE E - Segunda Avaliação	118
APÊNDICE F - Esquemas de domínios magnéticos	121
APÊNDICE G - Vídeos produzidos e/ou utilizados ao longo das aulas	123
ANEXO A - Links disponibilizados durante a primeira avaliação	125

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho consiste no relatório final da disciplina Estágio de Docência em Física III, oferecida no curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), além do Trabalho de Conclusão de Curso do referido curso.

A disciplina de Estágio de Docência em Física III oferece uma oportunidade para os licenciandos desenvolverem habilidades relacionadas à atividade docente de maneira prática, acompanhada por reflexões teóricas realizadas individualmente ou entre professores e alunos da referida disciplina. Desta forma, a construção do relatório final de estágio aborda tanto relatos de experiências como discussões teóricas que apoiam as experiências.

A organização do relatório parte da apresentação dos referenciais teóricos, passando pela descrição do ambiente escolar, das turmas e do ensino que os alunos recebiam da professora supervisora, alcançando os relatos das observações e monitorias realizadas nas aulas da professora supervisora para conhecer o contexto no qual executarei minhas aulas, e enfim culminando com a apresentação dos planos e relatos das aulas de minha regência, acompanhados de reflexões sobre minhas práticas.

Este trabalho foi elaborado durante o primeiro semestre do ano de 2022, dois anos após o início da pandemia de COVID-19, em um cenário no qual as medidas de segurança sanitárias começaram a arrefecer no estado do Rio Grande do Sul, a exemplo do retorno das aulas presenciais nas escolas públicas com a totalidade dos alunos em sala de aula, ainda que algumas medidas de higiene continuassem exigidas, como o uso de máscaras.

A situação de pandemia trouxe impactos para o calendário acadêmico da UFRGS, o qual ficou um semestre defasado com o tempo real. Desta forma, a realização deste trabalho acontece no segundo semestre letivo de 2021 da UFRGS, embora todas as atividades ocorram no ano de 2022. Ainda, estando sob o vigor do Ensino Remoto Emergencial estabelecido para as aulas da UFRGS, realizei minhas práticas de estágio em um colégio estadual do município de Farroupilha, na Serra Gaúcha, local para onde me mudei durante a pandemia.

Minha última experiência em sala de aula antes da realização deste estágio ocorreu durante minha participação como bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), experiência que me proporcionou um grande aprendizado de práticas docentes, e desde então estive ansioso por minha próxima experiência. A passagem pelo estágio aqui relatado, como os leitores poderão perceber, me fez perceber que ainda posso melhorar minhas práticas, e contribuiu enormemente para que eu me torne um professor melhor.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Ao planejar minhas aulas para a etapa de regência do estágio, estabeleci o seguinte objetivo de aprendizagem: ao final desta unidade de ensino os alunos devem saber interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais envolvendo a lei de Ampère, reconhecendo os limites explicativos da Física. Abordarei na seção 4 deste trabalho a forma como esse objetivo foi estabelecido. Agora, partirei dele para justificar meu referencial teórico.

A partir do objetivo enunciado acima, foi imediata a percepção de que eu trabalharia com atividades experimentais em sala de aula. Contudo, mesmo que a utilização desse tipo de atividade em sala de aula seja frequentemente vista como uma alternativa para o ensino tradicional em ciências da natureza, é importante lembrar que, como mostra Crouch *et al.* (2004), as demonstrações experimentais tradicionalmente realizadas em salas de aula não apresentam efeitos significativos no aprendizado dos alunos, e a explicação oferecida por Crouch e seu grupo reside na posição de observação passiva que os alunos permanecem durante a realização dos experimentos. Os mesmos autores sugerem como alternativa para a realização de experimentos que, ao invés de somente observarem, os alunos tomem alguns minutos para prever o que poderia acontecer. Ferreira (1978 *apud* GASPAR; MONTEIRO, 2005, p. 229)¹ expõe outro aspecto para o insucesso das demonstrações experimentais em sala de aula, elas “geralmente negligenciam as interações entre os estudantes e entre eles e o instrumental. São aulas expositivas nas quais o experimento realizado pelo professor equivale a um recurso audiovisual”.

Essas considerações foram respeitadas durante a elaboração dos planos de aula, a exemplo das aulas 7 e 9, nas quais as atividades experimentais são mais proeminentes. Na aula 7, por exemplo, dei a oportunidade para os alunos participarem manuseando os instrumentos e pedi a eles que sugerissem montagens experimentais que pudessem oferecer um resultado esperado. Na aula 9, pedi de maneira direta aos alunos previsões do impacto que determinadas mudanças na montagem experimental trariam ao experimento. Em todas essas atividades os alunos trabalharam em grupos (na aula 7 em grande grupo e na aula 9 em duplas e trios) dentro dos quais eles puderam discutir suas previsões ou questões de outra natureza.

O referencial teórico de aprendizagem o qual sustenta as práticas mencionadas é a teoria de Vygotsky, uma vez que este autor traz contribuições muito importantes para o

¹ FERREIRA, N. C. **Proposta de laboratório para a escola brasileira: um ensaio sobre a instrumentalização no ensino médio de Física**. 1978. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1978.

entendimento de como a interação entre pessoas, e conseqüentemente atividades em grupo, auxiliam no processo de aprendizagem (REGO, 2020).

Antes de mais nada, vale lembrar que segundo Vygotsky² (2009) o desenvolvimento do pensamento e a formação de conceitos ocorre necessariamente durante o enfrentamento de um problema, pois é nessas situações que a pessoa verifica a necessidade e se motiva a modificar seu pensamento. Em meus planos de aula isso pode se ver refletido em vários momentos iniciais onde procuro estabelecer problemas cuja explicação estará no desenvolvimento da aula, a exemplo da aula 4 (na qual ponho em dúvida mecanismos de orientação presentes em animais), da aula 6 (quando pergunto sobre a origem das propriedades magnéticas dos ímãs), ou na aula 7 (quando discuto com os alunos sobre a capacidade de um trem SCMagLev alcançar 600 km/h).

Estabelecida a situação problemática, Vygotsky considera que a interação entre pessoas é valiosa pois em uma situação em que uma delas não saiba solucionar o problema sozinha, talvez possa fazer isso com o auxílio de um parceiro com maiores conhecimentos. O fato de uma criança ser capaz ou não realizar uma dada tarefa é, na teoria de Vygotsky, um indicativo do nível de desenvolvimento cognitivo no qual se encontra.

Existem dois níveis de desenvolvimento cognitivo segundo o autor, o nível de desenvolvimento real, o qual consiste no atual estado de desenvolvimento cognitivo de uma pessoa, e é determinado pela capacidade que um indivíduo tem de realizar atividades com autonomia, sem a necessidade da ajuda de terceiros; e o nível de desenvolvimento potencial, o qual se trata do patamar no qual o indivíduo não consegue realizar atividades sozinho, mas obtém êxito caso tenha ajuda de outra pessoa, desta forma, este conceito indica um nível de desenvolvimento acima do nível de desenvolvimento real (MOREIRA e OSTERMANN, 1999; OLIVEIRA e STOLTZ, 2010). Segundo Oliveira e Stoltz (2010), a diferença entre esses dois níveis é o que Vygotsky chama de zona de desenvolvimento proximal (ZDP), e é nesta região onde a interação entre uma pessoa e seu parceiro deveria ocorrer, pois é onde acontece a aprendizagem que contribui para o desenvolvimento cognitivo de uma pessoa.

A consideração dos níveis de desenvolvimento cognitivos dos alunos feita em meus planos de aula pode ser observada nos momentos em que propus questões as quais exigiam a mobilização de conteúdos já trabalhados, ou conhecimentos de senso comum, e pedi que os alunos fossem um pouco além desses conhecimentos. Um exemplo disso pode ser conferido

² Em algumas obras citadas, tal como esta publicada pela WMF Martins Fontes, o nome do autor é escrito como Vigotski, porém ao longo do desenvolvimento deste trabalho optei pela grafia Vygotsky para qualquer citação indireta, por ser a grafia predominante nos diferentes textos citados. Na seção de referências, os nomes estarão escritos tal como são apresentados em cada obra específica.

na aula 4, na qual foi utilizado um questionário com três questões iniciais com função de clarificar os conhecimentos obtidos até então, para em seguida os alunos responderem uma questão mais complexa onde eles deveriam interpretar as informações que já possuíam e aplicá-las em uma nova situação.

Retornando às críticas às demonstrações experimentais tradicionais, mais algumas ideias por parte de Vygotsky podem ser encontradas no seguinte trecho, onde o autor discorre sobre a formação de conceitos e a influência que experiências (aqui experiências de uma forma geral e não somente demonstrações experimentais) reais têm sobre este processo:

Mas o conceito, em sua forma natural e desenvolvida, pressupõe não só a combinação e a generalização de determinados elementos concretos da experiência mas também a discriminação, a abstração e o isolamento de determinados elementos e, ainda, a habilidade de examinar esses elementos discriminados e abstraídos fora do vínculo concreto e fatural em que são dados na experiência. (VIGOTSKI, 2009, p. 220)

Em meus planejamentos, essas considerações foram respeitadas, por exemplo, na segunda parte da avaliação da aula 9, quando, após uma demonstração experimental, pedi que eles identificassem duas partes determinadas do sistema observado e explicassem como uma modificação em cada uma delas isoladamente poderia afetar os fenômenos observados.

Gaspar e Monteiro (2005) chamam a atenção para os conceitos de “conceitos espontâneos” e “conceitos científicos” estabelecidos por Vygotsky e sua relação com experiências de uma forma geral. Entendendo os primeiros como conceitos os quais as crianças adquirem e utilizam antes de serem capazes de defini-los em palavras, e os segundos como aqueles que normalmente são apresentados à criança primeiramente através de uma definição por palavras e serão dominados pela criança, para que os utilize em qualquer contexto, somente mais tarde. Os autores consideram que demonstrações experimentais em sala de aula podem proporcionar uma aproximação com a realidade vivida pelos alunos, o que pode reforçar conceitos científicos assim como experiências do dia-a-dia reforças conceitos espontâneos.

Também sobre a cientificidade dos conhecimentos trabalhados com os alunos, mas agora do ponto de vista epistemológico, optei como referencial epistemológico para minhas aulas as ideias de Humberto Maturana e Francisco Varela. Tal escolha foi tomada considerando o valor de tais ideias para o florescimento de uma consciência de que o processo de explicar, o que inclui o explicar científico, é algo que está envolvido tanto com a natureza

humana e social de quem formula explicações como com a dos atores (sejam indivíduos ou grupos) que recebem as explicações.

Para Maturana (2014), uma explicação é uma reformulação de experiências que é aceita por alguém³. Existem reformulações que não são explicações, basta que não possuam aceitação. Segundo Maturana e Varela (2001), essa aceitação depende da reformulação de experiência ser realizada num sistema de conceitos previamente aceitos por um grupo de pessoas, as quais compartilham um critério de validação. Assim, o caráter explicativo de uma reformulação depende não de quem monta a reformulação, mas de quem a aceita. Também se percebe que diferentes pessoas ou grupos podem aceitar uma mesma explicação, basta que seus conceitos prévios sustentem a reformulação e esta passe pelo critério de validação dessa pessoa ou grupo.

A noção de critério de validação é fundamental para entender a construção de explicações científicas. Tais critérios são condições que a reformulação deve satisfazer para ser aceita. Como já foi descrito, estes podem variar de pessoa para pessoa. No meio científico, um critério de validação deve ser satisfeito. Este refere-se ao cumprimento de outras quatro condições, não necessariamente sequenciais:

- a. Descrição do fenômeno ou fenômenos a explicar de maneira aceitável para a comunidade de observadores;
 - b. Proposição de um sistema conceitual capaz de gerar o fenômeno a explicar de modo aceitável para a comunidade de observadores (hipótese explicativa);
 - c. dedução, a partir de b., de outros fenômenos não explicitamente considerados em sua proposição, bem como a descrição de suas condições de observação na comunidade de observadores;
 - d. observação desses outros fenômenos, deduzidos a partir de b.
- (MATURANA e VARELA, 2001)

Em meu planejamento, as ideias de Maturana e Varela foram essenciais para a aula 1, na qual trouxe uma discussão sobre a natureza das explicações. Não cabendo apresentar em minhas aulas todos os conceitos mencionados acima, o foco da apresentação da aula 1 manteve-se na característica das explicações como o fato da aceitação de uma explicação depender de um critério específico para cada grupo que a aceita, e o mesmo vale para explicações científicas, com o diferencial de que estas apresentam um critério rigoroso que deve ser cumprido para que uma explicação seja considerada científica.

³ Maturana usa o termo “observador”, todavia, como não pretendo introduzir as partes da teoria que justificam tal termo, utiliza-se termos mais gerais no lugar.

3 OBSERVAÇÕES E MONITORIA

Nesta seção, apresentarei informações sobre o contexto no qual realizei o estágio, assim como relatos de observações e monitorias que ocorreram durante as aulas da professora supervisora. As observações e monitorias realizadas somaram 24 horas-aula.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESCOLA

A escola na qual realizei o estágio foi o Colégio Estadual São Tiago, que está localizado na periferia urbana do município de Farroupilha, no Rio Grande do Sul, município que apresentava mais de 63 mil habitantes em 2010 e teria mais de 73 mil habitantes em 2021 segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística⁴. Uma imagem da fachada do colégio pode ser observada na Figura 1 abaixo.

Figura 1 - Fachada do Colégio Estadual São Tiago



Fonte: GOOGLE (2015)⁵

Mesmo sem um grande número de residências ao seu redor, a escola possui cerca de 1200 alunos das mais diversas partes do município, o que constitui um conjunto de alunos muito heterogêneo, com pessoas de diferentes classes sociais oriundas tanto da zona urbana como da rural. Os 1200 alunos se distribuem nos três turnos nos quais a escola oferece aulas,

⁴IBGE. **Farroupilha**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/farroupilha/panorama>. Acesso em: 4 maio 2022.

⁵GOOGLE. **Colégio Estadual São Tiago**. 2015. Disponível em: <https://goo.gl/maps/3GtsXBZ2YyxuJezJ8>. Acesso em: 4 maio 2022.

com ensino médio regular nos turnos matutino e noturno, e ensino fundamental no turno vespertino.

Em termos de estrutura, o colégio apresenta 15 salas de aula, ginásio coberto, auditório, pátio externo (do qual uma fotografia pode ser verificada na Figura 3), refeitório, laboratório de ciências, biblioteca, e laboratório de informática, porém estes dois últimos não estão em atividade. Sobre o laboratório de ciências, a professora supervisora, revelou que não costuma utilizar esta instalação porque é muito comum que o ambiente seja utilizado para a disciplina de Artes, e, por exemplo, as mesas ou mesmo o chão são utilizados para deixar pinturas secando. Abaixo, na Figura 2, encontra-se uma fotografia de parte do laboratório de ciências.

Figura 2 - Mesas do laboratório de ciências da escola



Fonte: Acervo pessoal

Acerca das salas de aula, todas apresentam um quadro-branco, ventiladores nas paredes, e um mural de recados que podem ser utilizados com o auxílio de alfinetes. Algumas salas também dispõem de climatizadores de ar portáteis e projetores multimídia de uso exclusivo daquela sala. Estes últimos permanecem sobre suportes presos ao teto das salas logo em frente aos quadros-brancos, de forma que a imagem é projetada no quadro. A Figura 4 apresenta uma fotografia do interior da sala na qual realizei minha regência.

Figura 3 - Pátio externo da escola



Fonte: Acervo pessoal

Figura 4 - Interior da sala de aula da turma 312



Fonte: Acervo pessoal

Em conversa com a professora supervisora, ela afirmou que considera o Colégio Estadual São Tiago uma instituição de estrutura física muito boa quando comparada com outras escolas estaduais, e reconheceu o trabalho do Conselho de Pais e Mestre (CPM) do colégio em realizar as melhorias necessárias e manter as boas condições físicas da instituição.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS TURMAS

Foram observadas aulas em três turmas de ensino médio regular, uma de segundo ano (turma 215) e outras duas de terceiro ano (turmas 314 e 312), todas do período matutino. Ao longo das observações, combinei com a professora que minha regência aconteceria na turma 312. Conseqüentemente, esta foi a única turma na qual apliquei o questionário de atitudes em relação à física (presente no Apêndice A), e poderá ser melhor detalhada.

3.2.1 Turma 215

Composta por 29 alunos matriculados, 12 meninos e 17 meninas, observei que cerca de 24 alunos costumavam comparecer às aulas, isto é cerca de 83% da turma. Logo na segunda semana de observação, quando conversei com outros professores e alunos de outras turmas, percebi que a turma 215 tinha a fama de ser muito agitada e por isso difícil de trabalhar.

Realmente, desde as primeiras observações percebi que nesta turma aconteciam mais conversas paralelas. Acabei observando também que os alunos costumam transitar mais pela sala quando comparados com os discentes de outras turmas, andando de um lado para o outro para falar com colegas, algo especialmente comum entre os alunos do fundo da sala.

Embora eu concorde que esta turma é mais agitada, devo ressaltar que esta era a turma com o maior número de participações durante as aulas. Em termos relativos, nesta turma, mais alunos respondiam perguntas feitas pela professora, mesmo quando pareciam incertos de suas respostas, e expressavam suas dúvidas quando não entendiam algum assunto. Mesmo assim, em termos absolutos, as respostas para as perguntas da professora, por exemplo, surgiam de um ou dois alunos, o que não é um número tão expressivo.

Percebi o número de manifestações de alunos em geral (e alunas mais especificamente) aumentando significativamente em uma aula onde a professora falou sobre sapatos de salto alto para apresentar o conceito de pressão. Nesse momento, de fato um diálogo parecia estar se formando, porém essa parte da aula não foi tão longa, mesmo assim, observei que a turma como um todo ficou mais focada na aula, com menos conversas paralelas, o que mostra como essa turma, embora agitada, podia participar das aulas de diferentes formas.

3.2.2 Turma 314

Esta foi a turma com a maior presença de alunos em termos absolutos entre aquelas que observei. Em média 31 alunos compareciam às aulas, o que representa cerca de 82% dos 38 alunos matriculados (18 meninos e 19 meninas).

Mesmo tendo o maior número de alunos, esta foi a turma menos agitada entre as três observadas. De maneira geral, os alunos conversavam menos entre si, e quando o faziam conversavam somente com colegas que estivessem mais próximos, de forma que não precisassem sair de suas mesas. Quando a turma ficava mais agitada, como no final da aula, as conversas que surgiam eram quase sempre sobre assuntos paralelos.

Esta também me pareceu ser a turma com as divisões mais claras entre grupos de amizade. Alguns grupos eram menos rígidos que outros, e eventualmente conversavam, porém alguns outros muito raramente entravam em contato com outros grupos. Conversando com um aluno, ele me disse que gostaria de ter mais contato com outros colegas, mas as diferenças entre eles pareciam impedir isso.

A participação dos alunos nas atividades foi menor do que na turma 215. Aqui as participações se concentravam em um número muito reduzido de alunos, os quais pareciam ter um melhor entendimento dos conteúdos, pois suas respostas quase sempre estavam certas mesmo para os casos um pouco mais complexos. Com poucos alunos dispostos a interagir com a professora, ela dificilmente estabelecia diálogos.

3.2.3 Turma 312

A turma na qual escolhi realizar minha regência era a turma com a menor média de alunos presentes, 21 apareciam na aula em média, o que significa 60% dos 35 matriculados (16 meninos e 19 meninas). A média de idade na turma é 17 anos.

A percepção que tive em termos de participação da turma foi que, embora tivesse um menor número de alunos, a quantidade de participação aparentava ser igual àquela da turma 314, com a diferença de que aqui não somente alunos que tinham facilidade com o conteúdo respondiam, o que pode significar uma abertura maior da turma para diálogos, algo que seria útil para minha regência.

Ao contrário da turma 314, esta turma não apresentou uma divisão tão rígida entre grupos. É claro que existiam grupos de amizade, porém aqui a turma como um todo parecia

ser mais integrada, e era comum ver alunos “de diferentes grupos” interagindo uns com os outros.

Quanto à agitação da turma, diria que é um pouco maior do que o observado na turma 314, o que significa que a turma 312 não era muito agitada.

Também é importante mencionar que a turma 312 foi aquela que melhor me acolheu. Ainda durante o período de observação e monitoria, alguns alunos já tinham confiança suficiente em mim para tirar dúvidas durante resoluções de listas de exercícios, ou mesmo quando não entendiam o que a professora apresentou durante a aula. Embora seja um fator mais afetivo, este certamente impactou na escolha desta turma para minha regência.

Após aplicar o questionário de atitudes em relação à Física (que pode ser encontrado no Apêndice A), tirei as seguintes conclusões sobre a turma: os alunos gostariam que as aulas tivessem mais atividades práticas, em especial com experimentos, o que eu já vinha deduzindo a partir das reações positivas dos alunos às demonstrações e experimentos feitos em sala de aula; grande parte da turma apresenta dificuldades em fazer cálculos. Considerei ambos os fatos na elaboração de meus planos de aula.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DO TIPO DE ENSINO

Sobre o ensino oferecido pela professora supervisora, ao conversarmos ela reconheceu que suas aulas têm um formato bastante tradicional, e que gostaria de realizar mais experimentos com os alunos, porém tanto a escola não apresenta material para fazer experimentos como a demora na aquisição dos materiais faz com que não seja viável a realização de muitas atividades deste tipo.

Minhas percepções sobre o ensino oferecido pela professora podem ser verificadas de forma sintética a partir do Quadro 1, o qual lista diversos comportamentos da prática docente os quais são pontuadas de 1 a 5, onde 1 significa um comportamento observado mais negativo e 5 um comportamento observado mais positivo.

Quadro 1 - Comportamentos docentes apresentados pela professora supervisora

Comportamentos negativos	1	2	3	4	5	Comportamentos positivos
Parece ser muito rígido no trato com os alunos					X	Dá evidência de flexibilidade
Parecer ser muito condescendente com os alunos			X			Parece ser justo em seus critérios
Parece ser frio e reservado				X		Parece ser caloroso e entusiasmado
Parece irritar-se facilmente					X	Parece ser calmo e paciente
Expõe sem cessar, sem esperar reação dos alunos		X				Provoca reação da classe
Não parece se preocupar se os alunos estão acompanhando a exposição			X			Busca saber se os alunos estão entendendo o que está sendo exposto
Explica de uma única maneira	X					Busca oferecer explicações alternativas
Exige participação dos alunos				X		Faz com que os alunos participem naturalmente
Apresenta os conteúdos sem relacioná-los entre si					X	Apresenta os conteúdos de maneira integrada
Apenas segue a sequência dos conteúdos que está no livro				X		Procura apresentar os conteúdos em uma ordem (psicológica) que busca facilitar a aprendizagem
Não adapta o ensino ao nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos				X		Procura ensinar de acordo com o nível cognitivo dos alunos
É desorganizado		X				É organizado, metódico
Comete erros conceituais				X		Não comete erros conceituais
Distribui mal o tempo da aula					X	Tem bom domínio do tempo de aula
Usa linguagem imprecisa (com ambigüidades e/ou indeterminações)			X			É rigoroso no uso da linguagem
Não utiliza recursos audiovisuais					X	Utiliza recursos audiovisuais
Não diversifica as estratégias de ensino		X				Procura diversificar as estratégias instrucionais
Ignora o uso das novas tecnologias			X			Usa novas tecnologias ou refere-se a elas quando não disponíveis
Não dá atenção ao laboratório				X		Busca fazer experimentos de laboratório, sempre que possível
Não faz demonstrações em aula					X	Sempre que possível, faz demonstrações
Apresenta a Ciência como verdades descobertas pelos cientistas	X					Apresenta a Ciência como construção humana, provisória
Simplesmente “pune” os erros dos alunos				X		Tenta aproveitar erro como fonte de aprendizagem
Não se preocupa com o conhecimento prévio dos alunos			X			Leva em consideração o conhecimento prévio dos alunos
Parece considerar os alunos como simples receptores de informação		X				Parece considerar os alunos como perceptores e processadores de informação
Parecer preocupar-se apenas com as condutas observáveis dos alunos					X	Parece ver os alunos como pessoas que pensam, sentem e atuam

3.4 RELATOS DE OBSERVAÇÃO E MONITORIA

Data: 25/02/2022

Turma: 314

Horário: 07h20min-08h54min (2 horas-aula)

Alunos matriculados na turma: 38 (19 meninos e 19 meninas)

Alunos presentes: 33 (15 meninos e 18 meninas)

Esta foi a primeira aula de física desta turma neste ano. A professora esperou todos os alunos chegarem na sala e tomarem seus lugares, então se apresentou aos alunos e me apresentou em seguida, comentando que sou um estagiário estudante do curso de Licenciatura em Física da UFRGS, e que irei realizar algumas observações nesta turma como parte de meu estágio.

Nos primeiros momentos, a professora falou sobre a mudança do calendário escolar, o qual estava organizado em três trimestres e neste ano passou a ser composto por quatro bimestres, comentando que a principal mudança será a realização de mais provas para fechar as notas dos quatro bimestres. Ela completou o comentário sobre as provas falando que a utilidade delas é instigar os alunos a estudarem, e não ser um instrumento para prejudicar os alunos.

Quando falou sobre o conteúdo previsto para o terceiro ano, a professora disse que a primeira parte do conteúdo é a mais difícil, citando alguns temas de eletrostática e eletrodinâmica, e recomendou que os alunos se empenhem mais nestes primeiros meses de aula.

Antes de iniciar a exposição de conteúdo, a professora falou sobre a realização de cópias no colégio e um experimento o qual pretende realizar com a turma na próxima aula, então pediu que os alunos tragam materiais para a realização do experimento, e fez a chamada.

O conteúdo trabalhado nesta aula foi uma revisão sobre notação científica e potenciação. Quando a professora perguntou à turma o quanto estavam familiarizados com tais assuntos, somente dois alunos lembravam do significado das notações científicas. A revisão iniciou com uma exposição sobre a escala de grandeza da carga elétrica do próton, em que a professora comentou que seria muito difícil trabalhar com números tão pequenos em formato decimal. Em seguida, ela mostrou alguns exemplos de transformações de números para notação científica. Ao final dos exemplos, a professora sintetizou o conteúdo apresentado com um desenho que associava o sentido do deslocamento da vírgula durante uma transformação (entre formatos decimal e notação científica) com a variação do expoente da notação científica.

Quando explicou a potenciação, a professora trouxe alguns enunciados com instruções para operações com potências, tais como “qualquer número elevado ao expoente zero sempre será igual à um” e “na multiplicação, conserva-se a base e somam-se os expoentes”.

A aula encerrou com a professora explicando o conteúdo de potenciação. A aula, de maneira geral, foi realizada verbalmente e com o auxílio do quadro-branco para escrever

principalmente exemplos. A professora fez algumas perguntas aos alunos durante a explicação, principalmente ao resolver os exemplos, mas não estabeleceu um diálogo. Os alunos estiveram relativamente quietos ao longo de toda a aula, ficando um pouco mais agitados próximo ao término dela. Em um momento em que a turma estava mais dispersa, a professora pediu silêncio e criticou o uso desnecessário de celulares na sala de aula.

A aula teve um caráter bastante tradicional, expositiva, com pouco diálogo. É perceptível a tentativa da professora em realizar uma problematização do conteúdo, ao revelar a importância da notação científica na representação de números em certas escalas de grandeza, porém isso não estrutura a situação de aprendizagem, uma vez que a professora revela a solução da situação problemática imediatamente e os estudantes não são envolvidos na procura por esta solução.

A elaboração do desenho que associa deslocamento da vírgula com a variação do expoente da notação científica parece ter um uso unicamente memorístico. Além disso, uma vez que o conteúdo foi apresentado sem mobilizar conhecimentos prévios dos alunos, e os alunos pouco se expressaram acerca de seus conhecimentos ou questionaram sobre o novo conhecimento, tenho dúvidas sobre o quão significativa tenha sido a aprendizagem dos alunos nesta aula.

Frente a esta experiência, vale lembrar, para a realização de minha regência, que a problematização de um conteúdo também deve oferecer a oportunidade para que os alunos se engajem na procura pela solução da situação proposta, e que esquemas que resumem conteúdo, embora possam ser úteis em determinadas circunstâncias, podem contribuir para uma aprendizagem mais mecânica que significativa caso não seja acompanhada de estratégias de ensino adequadas.

Data: 25/02/2022

Turma: 312

Horário: 08h54min-09h41min e 09h56min-10h43min (2 horas-aula)

Alunos matriculados na turma: 35 (16 meninos e 19 meninas)

Alunos presentes: 22 (9 meninos e 13 meninas)

Esta aula também foi a primeira aula de física da turma 312 neste ano. Consequentemente, seu desenrolar ocorreu de maneira muito semelhante à aula anterior, realizada na turma 314. Em suma, a aula iniciou com a apresentação da professora e do estagiário, seguida de recados sobre a realização de cópias no colégio e sobre a utilidade da

realização de provas. A professora também revelou aos alunos a intenção de realizar um experimento na semana seguinte.

Assim como na aula da turma 314, foi realizada uma retomada da notação científica e da potenciação, iniciando com a exposição da carga elétrica elementar em formato decimal e em notação científica. Após escrever no quadro um enunciado que explica o que é uma notação científica, e alguns exemplos de transformações de números para notações científicas, a professora realizou a chamada e a turma saiu para o intervalo.

Ao retornarem do intervalo, a professora resolveu os exercícios no quadro, e ao final desenhou o mesmo esquema que associa deslocamento da vírgula de um número com a variação do expoente da notação científica.

Tratando de potenciação, os mesmos enunciados sobre operações com potências foram escritos no quadro. Contudo, uma vez que o conteúdo foi apresentado mais rapidamente do que na turma 314, a professora passou mais enunciados do que na referida turma, resolveu mais exemplos, e tomou um momento para fazer um comentário fora do assunto da aula.

O comentário em questão foi sobre a guerra na Ucrânia que se iniciou entre os dias 23 e 24 deste mês. Ela pediu que os alunos enviem pensamentos positivos para os afetados, e diz que a Física explica que pensamentos positivos atraem coisas boas.

De maneira geral, os alunos também pareciam relativamente quietos, mas começaram a conversar mais após o intervalo.

O conteúdo é transmitido com maior rapidez aos alunos. Tratando-se do mesmo conteúdo, a professora parece ter tomado os pontos mais importantes de sua explicação na turma anterior e os aplicou na turma 312, o que de fato deixou a aula um pouco mais fluida. O tempo restante de aula, em um caso como este, poderia ser utilizado na realização de uma problematização melhor, e envolvido os alunos com alguma discussão sobre a problematização. Essa experiência pode indicar que a realização de um “treino” de aplicação da aula tem um potencial de diminuir enganos em uma segunda oportunidade.

Sobre o comentário da professora pedindo pensamentos positivos, não acredito que a Física explique que pensamentos positivos atraem coisas boas, e assim que uma declaração como esta se aproxima muito de certos misticismos relacionados à Física, seria prudente que não fosse atribuída à Física a explicações de tais coisas. Esse tipo de atribuição costuma ser feita numa tentativa de credibilizar uma declaração. Não conversei com a professora sobre seu real posicionamento sobre o comentário realizado à turma, mas se sua intenção era motivar os alunos a terem compaixão com os afetados pelo conflito no leste europeu, argumentos ligados a valores humanos os quais os alunos já reconheçam me parecem mais adequados

logicamente e efetivos na sensibilização dos alunos. Enfim, um momento como este alerta para a possibilidade de encontrar argumentos mais adequados para certas questões nas ciências humanas, mesmo que tais questões sejam tratadas dentro de uma aula de Física, e que preciso estar aberto a tomar argumentos de outras ciências, sempre advindo de referências críveis.

Data: 25/02/2022

Turma: 215

Horário: 10h43min-11h30min (1 hora-aula)

Alunos matriculados na turma: 29 (12 meninos e 17 meninas)

Alunos presentes: 25 (10 menino e 15 meninas)

Esta também foi a primeira aula de física da turma 215 neste ano letivo. Assim, na mesma intenção de retomar conteúdos de interesse de anos passados, a professora fez uma revisão sobre transformações de unidade. Ela iniciou com um breve resumo do que será tratado, escrevendo algumas transformações no quadro, e na sequência ela escreveu o conteúdo no quadro de maneira um pouco mais aprofundada. O conteúdo exposto consistiu em oito exemplos de transformações de unidade, tanto entre mesmas unidades com diferentes prefixos como entre diferentes unidades de uma mesma grandeza física.

A professora resolveu os exemplos no quadro, sempre perguntando aos alunos que operação matemática deveria ser feita na transformação entre duas unidades. Comparado com as turmas 314 e 312, a turma 215 foi mais interativa, embora também foi a aquela com mais conversas paralelas. Ainda assim, a maior parte dos alunos prestou atenção na resolução dos exemplos.

Após os exemplos, a aula é encerrada com a realização da chamada.

Desta vez, nenhuma espécie de problematização foi realizada. A meu ver, isso poderia ter tomado o lugar do resumo realizado antes da exposição do conteúdo, porque daria algum significado para os conceitos a serem apresentados posteriormente. Contudo, o breve resumo não fez mais que apresentar rapidamente a mesma coisa que seria explicada mais detalhadamente momentos depois.

A explicação das transformações de unidade foi essencialmente matemática, indicando quais os fatores de multiplicação ou divisão deveriam ser aplicados nas passagens entre cada par de unidades, o que novamente deu um caráter demasiadamente memorístico ao aprendizado. Acredito que o ensino poderia ter se tornado mais significativo a partir do uso de

estratégias mais ilustrativas, especialmente ao tratar de transformações entre unidades com variações não lineares, como entre cm^2 para m^2 , ou cm^3 para m^3 .

Data: 04/03/2022

Horário: 07h20min-08h54min (2 horas-aula)

Turma: 314

Alunos matriculados na turma: 38 (19 meninos e 19 meninas)

Alunos presentes: 33 (15 meninos e 18 meninas)

A aula iniciou com alguns minutos de atraso, pois a professora precisou encomendar cópias de uma lista de exercícios a ser entregue aos alunos.

Iniciando a aula, a professora pediu que os alunos se organizassem em grupos de quatro e cinco pessoas para a realização do experimento anunciado na aula do dia 25/02/2022. Era suposto que os alunos trouxessem materiais para a realização do experimento e, realmente, ao menos um integrante de cada grupo trouxe os materiais requeridos. Enquanto os alunos se arranjavam nos grupos, a professora fez a chamada.

O experimento consistia na montagem e uso de um eletroscópio de folhas, utilizando garrafa PET, arame, papel alumínio e um balão de borracha, este último para ser eletrizado e servir de objeto de teste para o eletroscópio. A montagem consistia em recortar dois pequenos retângulos de papel alumínio e enganchá-los juntos com o arame; esticar o restante do arame e colocar a extremidade com os retângulos de papel alumínio dentro da garrafa PET; furar a tampa da garrafa e passar o arame pelo orifício, fechando a garrafa com a tampa; fazer uma esfera com outro pedaço de papel alumínio; prender a esfera no arame que está passando pelo orifício da tampa e deixar a esfera repousando sobre a tampa.

A professora explicou como preparar os materiais do experimento, e passou entre os grupos entregando pedaços de arame e fazendo buracos nas tampas das garrafas. Alguns alunos, percebendo não precisam da tampa da garrafa para fazer a esfera de alumínio repousar caso a esfera fosse grande o suficiente, finalizaram seus eletroscópios sem a ajuda da professora prendendo os ganchos de arame em grandes esferas de alumínio as quais ficaram sobre o próprio bico da garrafa.

Com os eletroscópios prontos, os alunos encheram os balões de borracha e, sob orientação da professora, os esfregaram em suas roupas, cabelos, e braços. Em seguida, aproximaram os balões dos eletroscópios. Os alunos tanto se empenharam na eletrização dos balões, quanto se divertiram, bagunçando os cabelos dos colegas.

Ao aproximarem os balões dos eletroscópios, os alunos observaram o afastamento das folhas de alumínio e ficaram admirados em um primeiro momento. Vários grupos incorreram em comportamentos que geraram diferentes respostas do eletroscópio, por exemplo: ao invés de somente aproximar o balão eletrizado, o balão foi encostado no eletroscópio, o que fez com que as folhas não se separassem com o afastamento do balão; o balão foi aproximado pelas laterais do eletroscópio e não pelo topo (onde estava a esfera de alumínio condutora), o que não permitiu uma observação adequada do afastamento das folhas. O balão eletrizado foi compartilhado entre os colegas, o que fez o balão descarregar, e o mesmo balão que com um aluno era detectado pelo eletroscópio deixava de ser detectado quando manuseado por outro aluno.

Na medida em que os alunos realizaram o experimento, a professora escreveu algumas questões no quadro referentes ao experimento. Ela pediu que os alunos copiassem e respondessem em seus cadernos, o que foi atendido pela maior parte dos alunos. As questões eram as seguintes: o que você observou? O que vocês acabaram de construir e para que é utilizado? Como explicar esse fenômeno? Descreva a experiência realizada, identificando os materiais utilizados como isolantes e condutores.

Enquanto as questões eram respondidas, a professora foi até a secretaria para pegar as cópias encomendadas no início da aula. Ao retornar, ela respondeu as questões oralmente com os alunos. Todavia, percebendo que os alunos ainda não tinham respondido todas as questões no caderno, foi oferecido mais tempo para que trabalhassem nisso.

Tendo os alunos avançado mais na resolução das questões, a professora explicou oralmente o experimento com maiores detalhes. Para isso, ela retomou conceitos vistos na aula anterior, como o conceito de carga elétrica. Durante a explicação, os alunos permaneceram em silêncio, focados na professora.

Na última parte da aula, com os alunos ainda organizados em grupos, a professora distribuiu as cópias as quais tinha buscado. Estas consistiam em listas de exercícios sobre notação científica e potenciação. A professora pediu que pelo menos um exercício de cada operação com potências presentes na folha seja resolvido, e enquanto os alunos resolvem os exercícios, ela passou pelos grupos sanando eventuais dúvidas dos alunos.

Ao final da aula, conversei com a professora, colocando-me à disposição para auxiliá-la em momentos como aquele da resolução de exercícios, nos quais eu poderia ajudar os alunos a desenvolverem as atividades propostas pela professora.

Sobre o uso do experimento em sala de aula, embora tenha claramente motivado os alunos na realização da atividade experimental, a estratégia tomada pela professora não parece

valorizar possíveis discussões e reflexões sobre o fenômeno observado tanto quanto poderia. Somente uma das quatro questões propostas após a realização do experimento questionou sobre a natureza do evento observado, e, quando a professora responde essa questão, não são estabelecidos diálogos com os alunos sobre a explicação física do fenômeno ou exemplos de outros sistemas onde fenômenos de mesma natureza são detectados, o que pode dificultar a generalização dos conceitos por trás dos eventos observados.

Uma vez que os alunos ainda não tinham entrado em contato com conteúdo suficiente para montar hipóteses alinhadas com o conhecimento científico sobre o funcionamento do eletroscópio de folhas, porque esta foi a primeira aula a trabalhar especificamente conteúdos de eletrostática, não poderia se esperar que os alunos encontrassem explicações para o fenômeno observado condizentes com conhecimentos científicos. Em um contexto como esse, discussões e reflexões guiadas pela professora são ainda mais úteis, pois pode levar a um aprendizado que parte dos conhecimentos prévios apresentados pelos alunos em suas hipóteses iniciais.

Com esta observação, foi possível identificar o grande efeito motivador que uma atividade experimental pode ter na turma 314, além de alertar para a elaboração de questionário mais reflexivos e discussões guiadas pelo docente sobre as atividades experimentais realizadas, principalmente em casos nos quais os alunos ainda não tenham contato aprofundado com o conteúdo relativo ao experimento.

Data: 04/03/2022

Horário: 08h54min-09h41min e 09h56min-10h43min (2 horas-aula)

Turma: 312

Alunos matriculados na turma: 35 (16 meninos e 19 meninas)

Alunos presentes: 22 (10 meninos e 12 meninas)

Esta aula ocorreu de maneira semelhante àquela ministrada na turma 314 nos períodos de aula anteriores desta mesma data, iniciando com o preparo e realização do experimento, seguido da resolução de quatro exercícios acerca do experimento realizado, e finalizando com a resolução de exercícios relativos aos temas da aula anterior, notação científica e potenciação.

Sobre o experimento, a montagem e utilização do eletroscópio de folhas, a professora demonstrou o preparo do experimento com um desenho no quadro, porém vários alunos ficaram com dúvidas sobre o balão de borracha a ser utilizado como objeto teste do

eletroscópio. Vários alunos questionaram a professora sobre quão inflado o balão deveria ser, até que a professora inflou um balão como exemplo para a turma.

Durante a realização do experimento, comportamentos semelhantes aos observados na turma 314 foram observados aqui, como o compartilhamento de balões eletrizados e aproximação dos balões pelas laterais do eletroscópio. Foi observado também um fator novo que causou problemas para a execução do experimento, trata-se da umidade no interior dos eletroscópios. Sendo que a professora pediu que os alunos trouxessem garrafas PET para a montagem dos eletroscópios, e poucos alunos nesta turma trouxeram, alguns grupos montaram seus eletroscópios com as garrafas d'água que costumam levar para a escola. Os alunos esvaziaram as garrafas antes da montagem, porém o interior ainda permaneceu com diversas gotículas de água nas paredes. Em um grupo, o qual estava utilizando um eletroscópio nestas condições, a realização do experimento não foi possível, apesar das inúmeras tentativas ao longo de toda a aula, e mesmo trocando os demais componentes do eletroscópio.

Após a realização do experimento pela maioria dos grupos, a professora escreveu no quadro as mesmas questões relativas ao experimento passadas à turma 314, e pediu que os alunos as resolvessem em seus cadernos. Os alunos ficaram bastante dispersos durante o tempo oferecido para a resolução dos exercícios. Dois dos cinco grupos de alunos permaneceram distraídos com seus balões até soar o sinal para o intervalo.

Ao retornar do intervalo, a professora respondeu as questões propostas anteriormente. Tal como na turma 314, a explicação foi feita oralmente, porém aqui contou com uma pausa para que a professora demonstrasse o experimento aos alunos que não conseguiram realizá-lo. Foram oferecidos mais alguns minutos para que os alunos escrevessem as respostas em seus cadernos, porém poucos alunos pareceram se engajar nesta tarefa.

Em seguida, a professora entregou a mesma lista de exercícios sobre notação científica entregue na turma 314, e, lembrando o conteúdo da aula do dia 25/03/2022, ela desenhou o mesmo esquema elaborado naquela ocasião, uma flecha para a esquerda associada a um sinal positivo, e uma flecha para a direita associada a um sinal negativo. O esquema indica que quando a vírgula em um número se desloca para a esquerda o expoente da notação científica aumenta, e quando ela se desloca para a direita o expoente decresce.

Antes de pedir que os alunos resolvessem os exercícios sobre notação científica e potenciação, a professora resolveu no quadro quatro exemplos envolvendo notação científica semelhantes às atividades da lista. Nos exemplos, a professora transformou números maiores e menores que um do formato decimal para a notação científica.

Após a professora pedir que os alunos iniciem a resolução da lista, alguns deles permanecem dispersos, especialmente usando seus *smartphones*. A professora então passou pela turma instigando e auxiliando individualmente os alunos a iniciarem as atividades, e ofereceu ajuda para aqueles que já começaram. Nesse momento, eu também auxiliei alguns alunos, tomando o lugar da professora quando um aluno a chamava e ela estava ocupada com outra pessoa.

Auxiliando diferentes alunos na realização das atividades de notação científica e potenciação, pude perceber que a turma é muito heterogênea quanto ao entendimento sobre estes conteúdos, embora após algumas explicações, os alunos, em geral, eram capazes de resolver as questões sem mais ajuda. Foram mais comuns os questionamentos sobre a resolução das primeiras questões, e as respostas para sanar as dúvidas dos alunos variava desde uma simples confirmação sobre os métodos que eles já tinham em mente, até explicações mais aprofundadas sobre como realizar as transformações. Na resolução dos exercícios, os alunos utilizavam com frequência o esquema desenhado no quadro pela professora.

Observando a resolução de uma aluna, percebi que ela errou a transformação pois enganou-se na interpretação do tal esquema, atribuindo um expoente negativo a uma notação científica quando na verdade o expoente deveria ser positivo. Contudo, conversando com ela, notei que sabia do significado de uma potência de base dez com expoente positivo, ao mesmo tempo em que não tinha clareza sobre o significado do expoente negativo. Mesmo sabendo interpretar potências de base dez com expoentes positivos, a aplicação do esquema que resume as transformações entre formatos decimal e notação científica foi a primeira ação da aluna. Depois de minha intervenção, ela percebeu que o sinal do expoente estava errado, e verificou a nova resposta com o esquema que tinha lido errado.

A utilização do esquema que associa deslocamento da vírgula em um número com a modificação do expoente da notação científica parece estar levando os alunos a um aprendizado pouco significativo. Alguns alunos apresentam conhecimentos prévios os quais poderiam ser acionados durante a realização dos exercícios sobre notação científica, o que inclusive tenderia a um aprendizado que envolvesse tais conceitos. O uso do esquema que resume as operações para transformações de números desde o início do aprendizado dessas transformações pode estar levando ao aprendizado de uma simples técnica, e não da teoria por trás dela.

Durante minha regência, devo utilizar esquemas mnemônicos com cuidado, para que eles não se sobreponham ao conteúdo teórico o qual pretendo apresentar, mas que sejam

mecanismos que facilitem a retomada de conteúdos aprendidos significativamente. Um cuidado que pode ser tomado quanto a isso, é apresentar esquemas deste tipo somente após os conteúdos serem trabalhados de maneira apropriada, e os alunos terem demonstrado a aquisição dos significados de conceitos e equações então trabalhados.

Data: 07/03/2022

Horário: 07h20min-08h07min (1 hora-aula)

Turma: 215

Alunos matriculados na turma: 29 (12 meninos e 17 meninas)

Alunos presentes: 26 (9 meninos e 16 meninas)

Neste dia entrou em vigor a nova grade de horários do colégio. A turma 215, que anteriormente tinha aula de Física no último período da manhã, passou a ter no primeiro. A professora não estava ciente da mudança de horários e, sendo que tinha planejado entregar uma lista de exercícios na turma 215, ela não tinha as listas impressas no início da aula.

A professora iniciou a aula fazendo a chamada, e em seguida enviou aos alunos um documento com um texto sobre densidade e alguns exercícios do mesmo tema, pedindo que os alunos copiem em seus cadernos os exercícios que estão no documento. Em seguida, a professora saiu para fazer as cópias da lista de exercícios a qual pretendia entregar.

Enquanto a professora estava fora, alguns alunos copiaram as questões tal como requisitado. A maior parte da turma permaneceu conversando durante a ausência da professora, e como ela demorou mais do que o previsto, os alunos que estavam copiando as questões terminaram de fazê-lo antes que ela retornasse, estes então passaram o restante do tempo conversando com os colegas ou usando seus *smartphones*. Os alunos conversam sobre assuntos pessoais, e demonstram insatisfação com a mudança de horários em diversos momentos.

Ao retornar, a professora entregou as listas de exercícios e começou a trabalhar no quadro. Ela escreveu a equação que relaciona densidade, massa e volume, depois a equação isolando a massa e então o volume, frisando o cuidado com as unidades de medidas dos valores a serem inseridos nas equações, uma vez que unidades com diferentes prefixos podem aparecer nos exercícios.

A aula terminou com a professora resolvendo apressadamente o primeiro exercício da lista entregue, uma vez que o sinal do período tocou enquanto ela escrevia a questão no quadro.

É notável como alguns problemas relacionados à organização da escola podem afetar o andamento da aula. Em vista disso, pretendo fazer o possível para minimizar esse tipo de risco durante minhas regências. Em um caso como o enfrentado pela professora na aula recém descrita, ter a lista de exercícios impressa antes da aula seria o caso ideal, o que consequentemente exigiria um planejamento bem estruturado para estimar com antecedência os recursos a serem utilizados em uma aula, e preparar estes recursos o quanto antes.

Data: 07/03/2022

Horário: 08h07min-09h41min (2 horas-aula)

Turma: 312

Alunos matriculados na turma: 35 (16 meninos e 19 meninas)

Alunos presentes: 22 (9 meninos e 13 meninas)

Com o novo horário da escola entrando em vigor na data desta observação, a aula na turma 312 foi afetada por tal mudança, porque tanto os alunos como a professora não estavam cientes da mudança. Até então, as aulas de Física da turma 312 ocorriam na sexta-feira. Nesta situação, a professora decidiu dar prosseguimento ao conteúdo previsto para esta turma utilizando um documento com textos e imagens sobre modelo atômico e eletrização.

Primeiramente, a professora passou alguns minutos conectando seu *laptop* no projetor da sala de aula. Ela projetou no quadro-branco o documento sobre modelo atômico e eletrização, porém percebeu que não conseguia ter nitidez suficiente na imagem projetada, então enviou o arquivo para os alunos, para que estes o acessassem por seus *smartphones*.

A explicação iniciou com uma retomada sobre modelo atômico. O átomo utilizado para ilustração condiz com o modelo de Rutherford. Na explicação, a professora indicou a localização dos prótons, nêutrons e elétrons na composição do átomo, e escreveu no quadro os valores de cargas elétricas do próton e do elétron. A explicação foi feita oralmente, levantando algumas perguntas para os alunos esporadicamente, todavia a professora não ofereceu muito tempo para os alunos pensarem e responderem tais perguntas antes que ela mesma respondesse para continuar a explicação. Essas perguntas eram relativas à terminologia do assunto.

Em seguida, a professora explicou as diferenças entre corpos neutros, negativamente carregados e positivamente carregados. Para isso ela utilizou três imagens de um corpo que se encontrava em cada um dos casos de eletrização citados. Até o momento, toda a turma permaneceu em silêncio, prestando atenção nas explicações da professora. Dois ou três alunos eventualmente respondiam as perguntas que eram feitas durante as explicações.

Finalizada a explicação sobre corpos eletrizados e neutros, alguns fatos históricos sobre o tema são apresentados. A professora falou sobre Tales de Mileto, atribuindo a ele a primeira percepção da existência de cargas elétricas. Depois de comentar que Tales teria observado atração entre uma peça de âmbar e pequenos pedaços de folhas, após Tales atritar o âmbar em um uma tira de couro, a professora tentou fazer um rápido experimento, picando alguns pedaços de papel e tentando atraí-los com uma caneta de plástico atritada em seu cabelo. Alguns alunos tentaram fazer o mesmo, porém nem eles nem a professora tiveram êxito em atrair os pedacinhos de papel. A professora então passou para outro experimento, ela atritou um canudo de plástico em um papel toalha, e aproximou o canudo do quadro-branco. O canudo foi atraído pelo quadro, e mesmo após a professora soltar o canudo este se manteve fixo no quadro por algum tempo. Durante os experimentos, os alunos começam a conversar mais entre si.

Fatos históricos também comentados pela professora foram as contribuições de William Gilbert, que concluiu que o corpo humano era condutor de eletricidade, e Stephen Gray, que descobriu que energia elétrica poderia ser transmitida por longas distâncias após fazê-lo com um fio de 290m de comprimento. Os comentários sobre história da ciência foram feitos oralmente, citando o pesquisador e sua contribuição, e somente o nome de Stephen Gray foi escrito no quadro.

O próximo tópico da aula foi uma retomada dos prefixos de unidades de medida. A apresentação desse conteúdo foi feita utilizando uma tabela associando os prefixos, seus nomes, sinais e equivalências matemáticas.

Finalizada a apresentação de conteúdos, a professora resolveu dois exercícios no quadro, os quais consistiram em calcular a carga elétrica resultante em um corpo dados o número de prótons ou elétrons em excesso e o valor da carga elementar. Resolvidos os exercícios, a professora pediu que os alunos resolvessem a questão seguinte em seus cadernos.

Ao resolverem o exercício, os alunos ficaram dispersos. A maior parte deles, após finalizarem a atividade, começou a conversar com colegas próximos ou ficou entretida em seus *smartphones*. Durante a realização do exercício, a professora transitou pela turma, auxiliando os alunos na realização do exercício. Percebi que alguns alunos ainda apresentavam dificuldades para operar com notação científica, especificamente na multiplicação de uma notação científica por outra. Afinal, a professora terminou a aula respondendo no quadro o exercício que os alunos estavam resolvendo.

Sobre a abordagem tomada pela professora durante a apresentação do modelo atômico, é perceptível a tentativa de estabelecer um diálogo com os alunos, no entanto, teria

sido melhor não somente oferecer mais tempo para que os alunos respondessem as perguntas como realizar perguntas nas quais os alunos tenham de desenvolver um raciocínio mais complexo em torno dos conceitos trabalhados. Perguntas que exigem do aluno somente dizer um termo específico não serão tão úteis para abrir discussões quanto questões mais abertas, sem respostas únicas, as quais poderão ser comparadas e analisadas com toda a turma. Para buscar um maior envolvimento dos alunos nos trabalhos da aula, buscarei proporcionar momentos em que os alunos possam expor suas explicações aos colegas, de forma que a turma como um todo possa refletir e discutir sobre diferentes respostas.

Quanto à apresentação de conteúdo histórico, reconheço a relevância dessa abordagem para, por exemplo, contextualização do conteúdo e para desmistificação da ciência. Da forma como foi apresentado aos alunos, esse conteúdo me pareceu muito reduzido. Saber que uma determinada pessoa realizou uma certa contribuição na construção da ciência não levanta questões as quais podem ser muito frutíferas na formação integral dos alunos, como o conhecimento prévio dos estudiosos ou seus processos de análise para chegarem em suas conclusões. Quando abordar conteúdos de história da ciência, elaborarei uma apresentação que traga questões relevantes cujo cerne depende do entendimento dos aspectos históricos por trás da construção do conhecimento científico.

Data: 07/03/2022

Horário: 09h56min-11h30min (2 horas-aula)

Turma: 314

Alunos matriculados na turma: 38 (19 meninos e 19 meninas)

Alunos presentes: 33 (16 meninos e 17 meninas)

Assim como a turma 312, a turma 314 também foi afetada pela mudança de horários do colégio que entrou em vigor na data desta observação. As aulas de Física da turma 314, as quais ocorriam na sexta-feira, passaram a ocorrer na segunda-feira. O caso é o mesmo da turma 312, que passou a ter aulas de Física nos períodos imediatamente anteriores à turma 314. Conseqüentemente, como as turmas 314 e 312 encontravam-se igualmente avançadas no conteúdo de Física, a aula ministrada na turma 314 foi semelhante àquela ministrada na 312.

A aula iniciou com a professora projetando um documento com textos e imagens sobre modelo atômico e eletrização, o mesmo apresentado anteriormente na turma 312. A professora também enviou o documento para que os alunos o acessassem em seus celulares e pudessem ler as partes que não apareciam com tanta nitidez pelo projetor. Desde o início da

aula, os alunos pareceram bastante dispersos, conversando entre si sobre assuntos sem relação com a aula.

Diferente da sequência que tomou na turma 312, a professora começou apresentando a parte histórica do conteúdo, citando Tales de Mileto, William Gilbert e Stephen Gray. Ela apresentou essa parte do conteúdo oralmente e se deteve em citar os nomes dos estudiosos e uma de suas contribuições dentro da eletrostática. Quando falou de Tales de Mileto, ela eletrizou por atrito um canudo de plástico e o aproximou do quadro-branco, fazendo o canudo ser atraído pelo quadro. Os alunos expressaram grande surpresa quando a professora soltou o canudo e este ficou onde estava no quadro, sem cair.

Na sequência, a professora falou do modelo atômico, utilizando uma figura semelhante ao átomo de Rutherford para apresentar os componentes do átomo e a carga elétrica do próton e do elétron. Em seguida ela explicou o que é um corpo neutro, um carregado positivamente e um carregado negativamente. Assim como na turma 312, a professora fez algumas perguntas sobre terminologia durante a explicação, porém somente um aluno respondeu. Os demais alunos permanecem em silêncio durante a explicação.

Terminada a explicação, a professora resolveu no quadro o primeiro exercício sugerido no documento que estava projetando e pediu que os alunos resolvessem os demais em seus cadernos. Um aluno perguntou se era possível resolver os exercícios em dupla, a professora respondeu que sim, então os alunos se reuniram em quartetos e trios e a professora não se opôs a isso. Outro aluno perguntou se era necessário escrever só a resposta ou a resolução também, a professora respondeu enfatizando a importância da resolução das questões. Percebendo a dificuldade dos alunos em resolver as questões, a professora respondeu o segundo exercício no quadro.

Enquanto os alunos respondiam os exercícios restantes, a professora saiu para anotar as presenças dos alunos da turma 312, pois tinha esquecido de fazer isso enquanto estava na outra turma. Enquanto ela estava fora da sala, a maior parte dos alunos permaneceu realizando os exercícios requisitados, poucos alunos conversaram sobre assuntos alheios à aula. Quando retornou, e percebeu que alguns alunos ainda apresentavam dúvidas nas resoluções dos exercícios, a professora resolveu no quadro o quarto exercício proposto. Depois disso, a professora tirou dúvidas dos alunos individualmente.

Restando oito minutos para acabar a aula, os alunos começaram a guardar seus materiais e a conversar mais entre si. A professora deixou os alunos livres até o final do período.

Embora simples, a realização do experimento com o canudo chamou muito a atenção dos alunos. Uma vez que não se voltou a falar desse experimento, uma alternativa interessante para a aula seria ampliar a importância do experimento na aula, utilizando-o como uma problematização dos fenômenos a serem estudados, e não somente como uma demonstração de fenômenos eletrostáticos. Com esta observação, imagino que a motivação de experimentos pode ser administrada para não somente chamar a atenção dos alunos para a explicação, mas para propor questionamentos aos alunos baseados em eventos observáveis, o que pode gerar um engajamento maior por parte dos alunos, além de oferecer a aula um tema central que conecta os assuntos abordados.

A realização de trabalhos em grupos pode ser muito proveitosa, no entanto é importante manter alguns cuidados. Resolver uma lista de exercícios em um quarteto pode resultar em muitos alunos somente copiando as respostas dos colegas. A professora agiu bem em exigir que as resoluções, e não somente as respostas, fossem apresentadas, porém poderia ter sido mais firme quanto à formação de duplas somente. Para minhas aulas, caso sejam realizadas atividades em grupo, estas podem consistir em momentos nos quais os alunos necessariamente dialoguem sobre o conteúdo.

Data: 14/03/2022

Horário: 07h20min-08h07min (1 hora-aula)

Turma: 215

Alunos matriculados na turma: 29 (12 meninos e 17 meninas)

Alunos presentes: 23 (9 meninos e 14 meninas)

A aula iniciou com a professora realizando a chamada. Em seguida, a pedido de uma aluna, a professora decidiu corrigir todos os exercícios de uma lista entregue na aula do dia 11/03/2022, o que acabou se prolongando durante toda a aula.

O assunto dos exercícios era densidade, todos envolvendo cálculos de propriedades físicas de algum objeto com base em valores fornecidos no enunciado - na maioria das vezes de maneira direta. Por exemplo, o primeiro exercício pedia que fosse calculada a massa de um objeto sabendo que este tinha uma determinada densidade e um determinado volume. O segundo exercício, por outro lado, oferecia um complicador, apresentando o valor da aresta de um objeto cúbico ao invés de seu volume, e, também apresentando o valor de sua massa, pedia que fosse calculada a densidade. O complicador, afinal, foi o conceito de aresta. No quarto exercício, os alunos também precisaram calcular o volume de um prisma de base retangular, para o qual, sendo apresentados explicitamente o valor de cada lado juntamente a

um desenho do objeto, foi aparentemente mais fácil para os alunos resolverem do que somente partindo da indicação do valor da aresta de um cubo.

A correção dos exercícios foi feita oralmente e com o auxílio do quadro. Em diversos momentos a professora frisou a importância de “combinar” as unidades de medida, especificamente antes de realizar os cálculos. Por exemplo, transformando um valor dado em quilogramas para gramas antes de calcular um valor de densidade em gramas por centímetro cúbico.

A aula terminou enquanto a professora corrigia a última questão da lista, a qual apresentava um enunciado mais extenso, falando de produção industrial de chapas metálicas. A questão apresentava os valores de massa e densidade do material de uma chapa, assim como sua espessura, e pedia que fosse descoberta a área da chapa. Assim como no caso do segundo exercício, o uso de um conceito específico dificultou a resolução de alguns alunos. No caso do sexto exercício, esse conceito foi o de espessura. A professora questionou os alunos sobre o significado dessa palavra durante a correção, e os alunos estavam muito inseguros ao responder o questionamento, ou então não sabiam o que responder.

Ficou claro ao longo da aula que existem conceitos não relacionados ao conteúdo que podem representar empecilhos na realização de exercícios. Embora seja importante que os alunos tenham conhecimentos de outras áreas, e uma aula que aborda conceitos além daqueles da própria disciplina possa auxiliar numa consciência interdisciplinar por parte dos alunos, deve-se ter o cuidado de manter claros os problemas que os alunos responderão, para que um conceito específico não impeça a solução da questão como um todo.

Data: 14/03/2022

Horário: 08h07min-09h41min (2 horas-aula)

Turma: 312

Alunos matriculados na turma: 35 (16 meninos e 19 meninas)

Alunos presentes: 23 (9 meninos e 14 meninas)

Sendo que a turma 312 foi aquela que escolhi para a realização de suas atividades de regência, em acordo com a professora supervisora, foi aplicada nessa turma o questionário sobre atitudes em relação à Física na data desta observação. A aplicação do questionário foi feita nos primeiros momentos da aula, logo após a realização da chamada por parte da professora. Dentro de 18min todos os 23 alunos presentes entregaram o questionário. Somente três alunos deixaram alguma questão em branco, e mesmo estes responderam a maioria do questionário. O questionário tal como aplicado pode ser observado no Apêndice A.

Quando a professora retornou, todos os alunos já tinham entregue seus questionários, então ela decide dar prosseguimento nas atividades previstas para esta aula.

A professora corrigiu alguns exercícios presentes em um documento enviado aos alunos na última aula. Todos os exercícios envolviam cálculos, e eram relativos ao conteúdo de eletrização. Mais especificamente, eles envolviam a equação que relaciona quantidade de carga de um objeto, número de elétrons perdidos ou recebidos, e a carga elementar. Boa parte dos exercícios pedia que fosse determinada a carga elétrica de um objeto, sabendo a quantidade de elétrons que esse objeto perdeu ou recebeu. Apesar disso, as questões apresentavam uma progressiva complexificação da matemática envolvida, iniciando com variações de número de elétrons dadas em formato decimal, depois em notação científica, e então com notações científicas de números com vírgula.

O quarto e último exercício corrigido em aula pedia que fosse encontrado o número de elétrons recebidos ou perdidos, sabendo a carga elétrica do objeto. A carga do objeto era negativa, então a professora comenta sobre esse detalhe. Ela diz que o sinal negativo é apresentado somente para identificar se elétrons estão sobrando ou faltando, e que cargas positivas e negativas não serão distinguidas matematicamente em suas aulas.

Após a correção dos quatro primeiros exercícios, a professora disponibilizou alguns minutos da aula para que os alunos que não concluíram os exercícios pudessem fazê-lo. Contudo, como alguns alunos já tinham concluído os exercícios, poucos utilizaram o tempo disponibilizado para trabalhar nas questões, e a turma ficou bastante dispersa. Enquanto isso, a professora arrecadou dinheiro dos alunos referente aos documentos impressos que ela trará para eles ao longo do ano de 2022. Este acordo para que cada aluno interessado em receber cópias impressas entregasse dois reais para a professora foi estabelecido na aula do dia 25/02/2022.

Nos últimos minutos da aula a professora continuou a apresentação de conteúdo sobre eletrostática. O tema foi “Princípios da Eletrostática”, dentro do qual ela abordou a atração e repulsão entre cargas elétricas, e a conservação da carga elétrica. A apresentação desse conteúdo foi feita com o auxílio de desenhos no quadro. A atração e repulsão foi ilustrada com cargas esféricas se aproximando e afastando, e a conservação da carga foi ilustrada com desenhos de objetos isolados de diferentes cargas dentro de objetos maiores, os quais mantêm-se com a mesma carga sempre.

A aula terminou enquanto a professora falava sobre neutralização de carga elétrica, estabelecendo um diálogo com os alunos acerca da função do aterramento em eletrodomésticos.

Acerca do não uso do sinal negativo ao trabalhar com carga elétrica, acredito que não seja a melhor abordagem caso se planeje trabalhar com equações onde o sinal da carga elétrica acrescenta mais significados aos sistemas analisados. Por exemplo, um valor de campo elétrico ou força elétrica tem interpretações físicas diferentes sendo positivo ou negativo, e o sinal permite uma rápida verificação da qualidade em questões, que no caso seria o sentido do vetor campo ou da força.

No último momento da aula, quando se estabeleceu um diálogo com os alunos, nem todos estes participaram ativamente. Certamente um dos motivos que dificultaram a participação de todos foi o tempo, porque esse momento aconteceu nos últimos minutos da aula. Mesmo assim, foi perceptível que os alunos estavam acanhados em suas respostas, mesmo para aquelas perguntas que questionavam os alunos sobre uma situação de encostarem em um eletrodoméstico com a superfície externa eletrificada. Durante minha regência, buscarei formas alternativas dos alunos informarem respostas para algumas perguntas, utilizando, por exemplo, questionários escritos ou plataformas digitais como *Google Forms* ou *Mentimeter*.

Data: 14/03/2022

Horário: 09h56min-11h30min (2 horas-aula)

Turma: 314

Alunos matriculados na turma: 38 (19 meninos e 19 meninas)

Alunos presentes: 31 (14 meninos e 17 meninas)

A aula iniciou com a realização da chamada. Na sequência um aluno perguntou à professora sobre o pagamento das cópias por parte dos alunos, o que foi combinado entre a professora e a turma na aula do dia 25/02/2022. Foi aberto um momento para que os alunos interessados em receberem cópias impressas de documentos relativos à aula entregassem o dinheiro acordado. O valor por aluno era de dois reais, e garantia cópias impressas durante todo o ano letivo.

Dando prosseguimento aos trabalhos na turma, a professora escreveu no quadro as respostas dos exercícios que os alunos deveriam ter feito desde a última aula, e falou que, caso algum aluno tenha ficado com dúvidas ou não tenham conseguido resolver os exercícios propostos, poderia chamá-la para que ela auxiliasse na resolução. Como nenhum aluno se manifestou sobre isso, a professora continuou a aula escrevendo no quadro alguns exemplos de operações com notação científica e potenciação.

Os exemplos escritos no quadro eram provenientes da lista de exercícios entregue na aula do dia 04/03/2022, e foram resolvidos pela professora rapidamente aplicando um procedimento para resolver exercícios de notação científica, o qual poderia ser descrito pelos seguintes passos: verificar se o número está em notação científica; deslocar a vírgula para que ele fique no formato adequado à notação científica; contar quantas casas a vírgula deslocou; modificar o expoente da potência da base dez.

Terminados os exemplos sobre notação científica e potenciação, a professora resolveu a sétima questão da lista a qual ela escreveu as respostas no quadro no início da aula. Isso foi feito a pedido de uma aluna, e sem mais pedidos por resoluções de exercícios, a professora conectou seu laptop no projetor da sala e apresentou um documento com textos e imagens aos alunos.

O documento tinha como título “Princípios da Eletrostática”, e apresentava ilustrações muito semelhantes às desenhadas no quadro para a turma 312 anteriormente, na mesma data desta observação.

Por se tratar do mesmo conteúdo, explicações semelhantes às feitas na turma 312 foram feitas na 314. Como a professora estava utilizando figuras projetadas no quadro-branco, ela também desenhava sobre as figuras, dando mais explicações sobre os eventos tratados.

Assim como na turma 312, foram trabalhadas a repulsão e atração entre cargas elétricas e a conservação da carga elétrica, de maneira semelhante como aconteceu na turma 312. Contudo, dispondo de mais tempo nesta aula na turma 314, também foram apresentados exemplos de objetos e materiais isolantes e condutores, o que a professora procurou fazer dialogando mais com os alunos, verificando se eles conheciam bons isolantes ou condutores. Sobre isso, a professora também falou sobre a segurança no trabalho de operadores de rede elétrica, especialmente de seus equipamentos de segurança. Em seguida, foi comentado sobre os “televisores de tubo” e a capacidade isolante do vidro desses televisores, porém a maioria dos alunos ficou confusa ou não respondeu quando a professora perguntou quantos já tinham entrado em contato com um televisor desse tipo, o que pode indicar que esse artefato tecnológico não fez parte da vida de boa parte dos alunos.

Terminando a aula, a professora entregou uma lista de exercícios sobre processos de eletrização, e deixou os alunos livres até soar o sinal do fim do período matutino.

Embora o procedimento aplicado pela professora para a resolução dos exercícios da lista de exercícios do dia 04/03/2022 seja útil para resolver as questões rapidamente a partir do momento que se aprende a operar com o método, o foco no procedimento pode acabar ofuscando o significado da notação científica, uma vez que os alunos ficam preocupados

somente em transformar números em formato decimal para notação científica e vice-versa. Acredito que alunos que exercitam o uso de notações científicas somente a partir de transformações por esse procedimento poderiam ter problemas no momento de interpretar uma notação científica sem transformá-la antes. Durante minha regência, caso ofereça listas de exercícios para os alunos, criarei questões nas quais os alunos terão que interpretar os conceitos envolvidos, além de operar com os mesmos.

No momento final da aula, quando a professora comentou sobre “televisores de tubo”, e alguns alunos pareciam confusos com essa menção, percebi que, a exemplo deste objeto, será importante para minhas aulas pensar em exemplos mais próximos da experiência dos alunos. Sendo que poucos alunos pareceram identificar o termo “televisor de tubo”, isso pode ser um indicador de que meus exemplos deverão priorizar tecnologias mais atuais que esse televisor ou que permaneceram em uso até anos mais recentes.

Data: 21/03/2022

Horário: 07h20min-08h07min (1 hora-aula)

Turma: 215

Alunos matriculados na turma: 29 (12 meninos e 17 meninas)

Alunos presentes: 21 (7 meninos e 14 meninas)

A professora iniciou a aula realizando a chamada. Feito isso, deu continuidade à correção da lista de exercícios sobre densidade iniciada na aula do dia 14/03/2022, e tal como na aula anterior, fez a correção oralmente e com o auxílio do quadro-branco.

As questões resolvidas nesta aula tinham como objetivo exercitar a aplicação de fórmulas, assim como as questões da mesma lista respondidas no dia 14/03/2022, porém apresentando uma menor complexidade de maneira geral. Por exemplo, um dos exercícios corrigidos nesta aula pedia que fosse determinada a massa de uma esfera de ouro a partir de valores oferecidos para densidade e volume. Mesmo sendo um objeto de formato diferente daqueles já apresentados, essa questão não trás uma situação para a qual os alunos tenham que buscar métodos diferentes para encontrar a solução daqueles métodos já conhecidos, como foi feito na aula anterior.

A professora respondeu cinco questões no quadro, e ao final disso a professora disse que ela trará questões “mais elaboradas” as quais também serão um trabalho para avaliar os alunos. Continuando a falar sobre avaliações, a professora fala sobre a necessidade dos alunos se esforçarem mais nas provas e prestarem mais atenção na aula, apontando o uso do celular em momentos inapropriados como um dos motivos para o mau desempenho dos alunos, uma

vez que os alunos utilizam os aparelhos durante a aula. A fala da professora durou alguns minutos, e além do já citado, também mencionou a necessidade dos alunos agirem com maior seriedade de uma maneira geral, dizendo que eles devem fazer escolhas boas ao invés de ruins. Nessa última parte, ela parece remeter a algum incidente que aconteceu na escola, mas eu não soube do que se tratava.

Na última parte da aula, a professora deu início ao próximo conteúdo, pressão. Para isso, ela buscou uma contextualização falando sobre o uso de salto alto por mulheres. Além, de mostrar que a sola deste calçado possui uma área menor do que outros, e por isso poderia gerar uma maior pressão, ela fala sobre o uso desse tipo de calçado de uma maneira geral, um diálogo no qual as meninas presentes interagiram mais do que em outros momentos. Durante minha regência, caso perceba que a turma apresente uma diferença significativa na participação de moças e rapazes, procurarei por temas com os quais as meninas possam se identificar e participar mais das aulas.

Data: 21/03/2022

Horário: 08h07min-09h30min e 09h40min-09h51min (2 horas-aula)

Turma: 312

Alunos matriculados na turma: 35 (16 meninos e 19 meninas)

Alunos presentes: 19 (9 meninos e 10 meninas)

Ocorreu uma mudança no sistema de horários da escola nesta semana. Após perceber que um intervalo com todos os alunos liberados ao mesmo tempo não estava sendo viável, pois o colégio está com um número reduzido de funcionários na cantina, o que impossibilita que todos os alunos recebam seus lanches antes do fim do intervalo, a opção adotada foi criar uma espécie de rodízio de horários para o intervalo das turmas. Foram criados cinco períodos de intervalo para cada manhã, cada um com duração de 10min, e durante os quais três turmas são liberadas por vez. Para não prejudicar professores com aulas em períodos os quais seriam interrompidos pelo intervalo, a cada semana o horário do intervalo de cada trio de turmas muda.

Entre os dias 21/03/2022 e 25/03/2022, a turma 312 terá seus intervalos entre 09h30min e 09h40min. Apesar de ser o sistema adotado para permitir que os alunos possam aproveitar seu intervalo, surgem casos em que um período de aula é dividido de forma que reste somente 11min de aula após o retorno do intervalo. Este é um fator que considerarei em minhas aulas, de forma que não poderei planejar atividades que exijam execução ininterrupta, como avaliações, em semanas nas quais meu período será interrompido pelo intervalo.

A aula iniciou com a professora fazendo a chamada. Ela interrompeu a chamada para falar sobre a avaliação formativa a qual será realizada com os alunos neste dia, a qual consiste em uma exigência da SEDUC e pretende avaliar conhecimento que os alunos ainda apresentavam de conteúdos do ano escolar anterior, e apesar de não valer nota pela resolução de respostas corretas, os alunos ganharão nota por participarem dessa avaliação. Após terminar a chamada, a professora perguntou aos alunos se eles possuem acesso à plataforma digital utilizada pela escola. Um aluno não possuía acesso, então a professora foi até a secretaria para imprimir uma cópia da avaliação. Quando a professora retornou os alunos iniciaram a avaliação, a qual é realizada pela maioria dos alunos através de um Formulário Google.

A professora escreveu algumas equações no quadro relacionadas com conteúdos de segundo ano do ensino médio, e pediu que quem terminasse a avaliação realizasse uma pesquisa sobre blindagem eletrostática na internet, na qual os alunos deveriam estar atentos às seguintes informações de quem demonstrou este fato, de um experimento importante para o estudo da blindagem eletrostática, e de aplicações atuais sobre blindagem eletrostática.

Ao terminarem a avaliação formativa, a professora toma alguns minutos para realizar uma fala muito semelhante a aquela realizada na turma 215 no período anterior a este. Ela falou sobre empenho nas avaliações, uso do celular e a realização de boas escolhas por parte dos alunos.

Terminada a fala, a professora projetou no quadro o documento intitulado Princípios da Eletrostática apresentado na aula do dia 14/03/2022 e falou brevemente sobre materiais isolantes e condutores. Em um dado momento ela comentou que, um “choque é a passagem de corrente elétrica pelo corpo”. Apesar do fenômeno do choque elétrico estar relacionado com a passagem de corrente elétrica por um corpo, ele envolve não somente a passagem da corrente, mas sim uma reação fisiológica. Para aulas futuras, terei cuidado com o uso de termos que possam envolver não somente fenômenos físicos, mas que mesclam conhecimentos de outras áreas, como a biologia.

Data: 21/03/2022

Horário: 09h51min-11h30min (2 horas-aula)

Turma: 314

Alunos matriculados na turma: 38 (19 meninos e 19 meninas)

Alunos presentes: 28 (13 meninos e 15 meninas)

A primeira atividade dos alunos foi a realização da avaliação formativa. E assim como na turma 312, a professora escreveu no quadro algumas equações relativas a conteúdos de segundo ano do ensino médio. Enquanto os alunos faziam a avaliação, a professora fez a chamada e escreveu no quadro as mesmas perguntas sobre blindagem eletrostática passadas para a turma 314, e disse que quem terminasse a avaliação poderia fazer a pesquisa para responder a essas perguntas.

Depois que os alunos terminaram a avaliação, a professora comentou sobre a falta de merendeira na escola, o que levou a mudança dos horários de intervalo.

Iniciando a apresentação de conteúdo, a professora retomou as perguntas as quais pediu para os alunos pesquisarem, ela passa rapidamente pelas respostas, anotando alguns termos importante como “gaiola de Faraday” no quadro.

Ao falar sobre campo elétrico, ela diz que se trata de uma “ação elétrica”. Ela também diz que são as cargas elétricas que geram campos magnéticos e que o campo magnético “é como se fosse a aura de um anjo”. Em minha regência, retomarei o termo “aura” utilizado pela professora para definir campo elétrico, uma vez que pretendo discutir sobre campos de uma maneira geral. Pretendo fazer algumas ressalvas sobre o uso do termo em questão pela professora, assim que “aura” não é um conceito com rigor científico para ser utilizado nesse contexto.

Ao projetar o documento sobre princípios da eletrostática, a professora fez uma breve explicação sobre neutralização de carga, então iniciou a correção de uma lista de exercícios na própria projeção. Um dos experimentos falava sobre a atração entre dois corpos um neutro e outro eletrizado. a professora chamou a atenção para esta questão, porém não explicou o que estava acontecendo, somente disse que tanto corpos positivos como negativos podem atrair corpos neutros.

4 PLANEJAMENTO E REGÊNCIA

Após o período de observações e monitorias iniciou-se o período de regência, mas é claro que o planejamento das aulas regidas por mim iniciou muito antes do fim das observações. Mais precisamente, iniciou com uma tarefa da disciplina de estágio, na qual foi requisitado aos estagiários que estabelecessem um objetivo de aprendizagem para a unidade didática que montaram. Isto é, estabelecer o que eu gostaria que meus alunos fossem capazes de fazer ao final de minha sequência de aulas.

Para estabelecer o objetivo de aprendizagem, considerei o conteúdo o qual a professora supervisora e eu acordamos que eu trabalharia, que seriam tópicos de magnetismo. Então, buscando ideias para um objetivo de aprendizagem, recorri à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a qual estabelece competências e suas relativas habilidades que alunos do ensino básico deveriam adquirir ao final desta etapa de educação. Porém, percebendo que nenhuma das habilidades propostas para o ensino de ciências no ensino médio mencionava tópicos de magnetismo, mobilizei outra expectativa que eu tinha para este planejamento de aulas, que seria a preferência por trabalhar com atividades experimentais. Assim, encontrei a seguinte habilidade enunciada na BNCC para o ensino de ciências no ensino médio:

(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências. (BRASIL, 2019, p. 557)

Fazendo algumas modificações no enunciado da habilidade (EM13CNT205) para se adequar a realidade de conteúdo que será apresentado e de tempo disponível para trabalhar essa habilidade, o objetivo de aprendizado adotado em meu planejamento foi enunciado da seguinte forma: ao final desta unidade de ensino os alunos devem saber interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais envolvendo a lei de Ampère, reconhecendo os limites explicativos da Física.

Uma particularidade para a elaboração do plano de aulas de minha unidade didática reside na necessidade de realizar atividades fora do período de Física disponibilizado pela escola, porque foi necessário somar 15 horas-aula de regência para o estágio, e a defasagem do calendário da UFRGS levou a um estreitamento do período para as atividades de regência. Então, em conversa com a professora supervisora, foi estabelecido que eu enviaria atividades remotas aos alunos como uma forma de somar ao período de regência.

Quase todas as atividades remotas realizadas consistiram na gravação de vídeos a serem enviados aos alunos, sendo assim também uma atividade assíncrona. A exceção foi a aula 8, na qual foi realizada uma transmissão ao vivo, porém esta também foi gravada e disponibilizada aos alunos que não puderam assistir à transmissão. Desta forma, existiram atividades remotas tanto síncronas como assíncronas.

O próximo passo no planejamento das aulas foi a elaboração de um cronograma de regência, o qual oferece uma perspectiva geral da unidade didática, este cronograma pode ser observado no quadro 1.

Quadro 2 - Cronograma de regência

Aula/Data	Tópicos a serem trabalhados	Objetivos docentes	Estratégias de Ensino
Aula 1 (Atividade Presencial): 04/04/2022 2 horas-aula	<ul style="list-style-type: none"> • Ação à distância; • Cientificidade de uma explicação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentar os conteúdos a serem trabalhados ao longo desta unidade didática; • Coletar significados pessoais dos alunos sobre como ocorrem ações a distância. Em especial, questioná-los sobre a ocorrência do campo elétrico; • Apresentar a ação a distância dentro da construção histórica fenomenológica do conceito de campo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição dialogada; • Abordagem histórico-epistemológica.
Aula 2 (Atividade Remota): 1 hora-aula	<ul style="list-style-type: none"> • Concepções atuais do conceito de campo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentar o conceito de campo de uma perspectiva mais conceitual; • Conectar as ideias de ação à distância construídas ao longo da história com concepções atuais do conceito de campo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vídeo; • Abordagem histórico-epistemológica.
Aula 3 (Atividade Remota): 1 hora-aula	<ul style="list-style-type: none"> • polos magnéticos; • Campo magnético; • História da bússola. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentar as ligações entre polos magnéticos e o campo magnético gerado por um ímã; • Apresentar algumas diferenças entre campos magnéticos gerados por polos magnéticos e campos elétricos gerados por cargas elétricas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vídeo; • Exposição dialogada;
Aula 4 (Atividade Presencial): 18/04/2022 2 horas-aula	<ul style="list-style-type: none"> • Campo magnético; • Campo magnético Terrestre • Interpretação de 	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentar algumas explicações proeminentes para a origem do campo magnético terrestre ao longo 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição dialogada; • Simulações; • Experimentos.

	resultados (simulados)	<p>da história</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apresentar a explicação atual para a origem do campo magnético terrestre; • Oferecer idéias introdutórias sobre campos magnéticos gerados por corrente. • Questionar os alunos sobre a relação entre os polos geográficos e magnéticos da Terra. 	
Aula 5 (Atividade Presencial): 25/04/2022 2 horas-aula	<ul style="list-style-type: none"> • Revisão de conceitos das aulas anteriores; • Aplicação da primeira avaliação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar com os alunos os assuntos trabalhados na aula anterior; • Avaliar os significados dados pelos alunos aos principais conceitos já apresentados; 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição dialogada; • Problemas abertos
Aula 6 (Atividade Remota): 1 hora-aula	<ul style="list-style-type: none"> • Domínios magnéticos • Ímãs permanentes e temporários 	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentar os conceitos de domínio magnético; • Aprofundar a classificação dos ímãs entre permanentes e temporários; 	<ul style="list-style-type: none"> • Vídeo • Exposição dialogada; • Experimentos.
Aula 7 (Atividade Presencial): 25/04/2022 2 horas-aula	<ul style="list-style-type: none"> • Lei de Ampère (com foco na corrente elétrica); • Previsões experimentais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentar conceitualmente a lei de Ampère; • Montar circuitos em conjunto com os alunos, variando componentes e observando suas consequências na corrente elétrica; • Questionar os alunos sobre a natureza de um campo magnético gerado por uma espira; 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição dialogada; • Experimentos;
Aula 8 (Atividade Remota): 04/05/2022 1 hora-aula	<ul style="list-style-type: none"> • ímãs; • Campo magnético; • Magnetização; • Lei de Ampère. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sanar dúvidas dos alunos sobre os conteúdos trabalhados nas aulas 1 à 4. 	<ul style="list-style-type: none"> • Transmissão ao vivo; • Exposição dialogada;
Aula 9 (Atividade Presencial): 06/05/2022 2 horas-aula	<ul style="list-style-type: none"> • Lei de Ampère; • Aplicação da segunda avaliação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Articular os principais conceitos apresentados ao longo da unidade didática; • Avaliar a aplicação dos conceitos pelos alunos em uma atividade prática. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição dialogada; • Experimentos;
Aula 10 (Atividade Remota): 1 hora-aula	<ul style="list-style-type: none"> • Soluções para as questões da primeira avaliação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentar possíveis resoluções para as questões abertas que compunham a primeira avaliação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vídeo • Exposição dialogada;

As quatro colunas do cronograma de regência ofereceram bons direcionamentos para os planos de cada uma das 10 aulas previstas, os quais encontram-se na sequência, com seus

respectivos relatos de regência. Para as aulas assíncronas, mantive sem identificação de data, uma vez que os alunos poderiam assistir às aulas a qualquer momento, porém a disposição dessas aulas ao longo da unidade didática corresponde de fato à sequência na qual as aulas foram apresentadas ou disponibilizadas. Uma vez que todas as aulas assíncronas consistiram em vídeos disponibilizados aos alunos, *links* para acessar estas aulas de minha autoria, assim como vídeos de terceiros utilizados ao longo de minhas aulas, encontram-se em notas de rodapé nas seções de suas respectivas aulas, e de maneira integrada no Apêndice G.

4.1 AULA 1 (ATIVIDADE PRESENCIAL)

Data: 04/04/2022

Horário: 08h07min-09h00min e 09h10min-09h56min (2 horas-aula)

Turma: 312

Alunos matriculados na turma: 35 (16 meninos e 19 meninas)

Alunos presentes: 24 (10 meninos e 14 meninas)

4.1.1 Plano de Aula

Conteúdo:

Conceito de campo, o que é uma explicação e de onde vem sua cientificidade.

Objetivos de ensino:

Apresentar os tópicos a serem trabalhados ao longo da unidade de ensino ministrada pelo estagiário; coletar significados pessoais dos alunos sobre o conceito de campo; apresentar a construção histórica e diferentes expressões atuais do conceito de campo.

Procedimentos:

Atividade Inicial (30min):

Apresentarei uma sequência de *slides* (que pode ser verificada no Apêndice B) com o panorama geral da unidade didática a ser aplicada por mim. Apresentarei resumos das

respostas mais proeminentes coletadas no questionário de atitudes em relação à Física (pode ser encontrado no Apêndice A) e como as aulas planejadas pelo estagiário refletem essas respostas. Por exemplo, a resistência informada pelos alunos à realização de exercícios matemáticos tem como consequência atividades voltadas para o trabalho com conceitos de Física; a demanda por experimentos e exemplos mais práticos, também expressos no questionário, se refletem nas atividades experimentais a serem realizadas nas aulas 4 e 5; e a disponibilidade para assistir vídeos ou ler textos em período extraclasse alegada pelos alunos levou ao planejamento de conteúdos que não excederão os limites impostos pelos alunos, e embora seja muito recomendada a realização das atividades extraclasse, os tópicos principais serão trabalhados em sala de aulas. Também apresentarei os tópicos que serão assuntos das próximas aulas e sobre como será feita a avaliação dos alunos.

Desenvolvimento (40min):

Dando início à apresentação de conteúdo nesta aula, estabeleço um diálogo com os alunos sobre “tabu”. O termo é definido como um assunto o qual é evitado ou mesmo banido por certos grupos, seja porque é visto como repulsivo ou mesmo como sagrado. Perguntarei aos alunos se eles conhecem alguns tabus, estes são então listados no quadro. Caso os alunos não tenham muitas ideias, o estagiário pode adicionar mais alguns termos à lista, como “religião” ou “política”. Questionarei os alunos se eles acham que esses assuntos são tabus em qualquer contexto, oferecendo alguns instantes para que expressem suas respostas. Concluirei o diálogo com a consideração de que o julgamento de um assunto como um tabu depende das especificidades de cada grupo. Questionarei os alunos se eles acreditam que existam tabus no meio científico, e após algumas respostas, denotarei para eles que sim, esses temas podem existir no meio científico. Então revelarei aos alunos que nesta aula será trabalhado especificamente a definição de campo, um tema científico que pode ser tratado como tabu em certos contextos.

Disponibilizarei duas questões a serem respondidas pelos alunos através da plataforma *Mentimeter*. As duas questões foram apresentadas no Apêndice do artigo de Da Silva e Krapas (2007) como propostas para iniciar discussões sobre a natureza das interações físicas à distância, ambas pedindo que os alunos ofereçam explicações pessoais sobre a ocorrência de diferentes interações entre dois objetos distantes. A primeira questão fala sobre interação gravitacional, conseqüentemente, pode ser feita a lembrança de que, neste tema é tratado o chamado “campo gravitacional”.

Algumas respostas de alunos serão lidas para a turma. As respostas lidas deverão demonstrar que existem interpretações diferentes entre os alunos para a ocorrência das interações à distância. Em seguida, será oportunizado que os alunos falem sobre suas respostas. Comentarei sobre a posição de Isaac Newton em não descrever a natureza da interação gravitacional, como um exemplo de que essa questão gerou discussão mesmo no sentido do estabelecimento ou não de explicações físicas para os fenômenos. Também lembrarei que, até o início dos anos 1800, a posição dominante era de não explicar a natureza das interações a distância, importando-se somente com sua interpretação matemática (ROCHA, 2009).

Enfatizarei o quão desafiador é estabelecer uma explicação científica sobre a natureza dos fenômenos de interação à distância, uma vez que não vemos agentes mediadores nessas interações, muito embora elas possam acontecer através de grandes distâncias. Questionarei os alunos se algum deles se viu convencido por alguma proposição dada por um colega para as duas questões sobre a natureza das interações à distância. Caso alguém não se manifeste, perguntarei a essa pessoa porque ela não se identificou com nenhuma das proposições e se ela imagina que a ciência daria uma explicação mais adequada que qualquer uma dada pelos colegas.

Apresentarei uma descrição do que é uma explicação científica na perspectiva de Maturana e Varela (2001; MATURANA 2014). Ao longo da explicação, farei comparações entre as constituições de tabus e explicações, mais especificamente, mostrarei como algo é considerado um tabu a partir do momento que alguém o aceita como tal, da mesma forma que acontece com uma explicação, e que o reconhecimento de um tabu varia de grupo para grupo pois cada um representa um domínio conceitual (ou explicativo) diferente. As explicações científicas, por outro lado, apresentam algo em especial, que é um critério de aceitabilidade rigoroso, que a diferencia de outras explicações ou mesmo dos tabus.

Fechamento (20min):

Concluirei a aula falando sobre explicações científicas atuais para os fenômenos de campo eletromagnético. Partirei da noção de “aura” introduzida pela professora titular para explicar o conceito de campo elétrico de um corpo carregado, lembrando os alunos que aura não é uma definição científica, mas uma analogia para ilustrar que campo é algo que está em ao redor do objeto que o gera, então agregarei a ela as qualidades de ser extremamente sutil, porém real, ocupando o espaço em torno dos objetos que produzem essa aura e dando a cada

ponto do espaço uma nova propriedade. A título de comparação, é comentado que o campo gravitacional, na relatividade geral, pode ser interpretado como uma curvatura do espaço. Com essa comparação, finalizarei a aula dizendo que para diferentes domínios conceituais, como o eletromagnetismo e a relatividade geral, pode ser interessante explicar a ocorrência de um mesmo conceito, o campo (de uma maneira geral), de diferentes formas, assim que faz mais sentido para os conceitos pré-existentes nestes domínios que o campo seja interpretado de diferentes formas.

Lembrarei os alunos de que um vídeo será disponibilizado como atividade assíncrona, no qual será tratado de maneira mais aprofundada a natureza dos campos elétrico e magnético.

Recursos:

Laptop, quadro-branco, canetas para quadro-branco, extensão de tomada.

4.1.2 Relato de Regência

Ao chegar na sala de aula, percebi que estavam presentes mais alunos do que o de costume. Quando perguntei a eles o motivo eles declararam que ocorreria uma avaliação de outra disciplina neste dia.

Acabei tomando cerca de 5min para ligar o computador e o projetor, e exibir a apresentação de *slides* preparada. Iniciada a apresentação, relembrei algumas informações sobre mim aos alunos, o que acabou sendo também uma primeira apresentação aos alunos que apareceram hoje excepcionalmente.

Em seguida, expus a unidade didática a ser trabalhada nas próximas semanas, iniciando esta parte com a sintetização de algumas informações coletadas com o questionário de atitudes em relação à Física. Os alunos pareceram um pouco surpresos quando foi mostrada a porcentagem de pessoas que declarou algum problema relativo à realização de cálculos, e alguns deram a entender que seria necessário acabar com as aulas de Física para resolver essa situação, o que chama a atenção para o quanto os alunos tem consolidada a ideia de que aulas de Física se resumem a cálculos.

Quando apresentei resumos do que será tratado nas as aulas da unidade didática, os alunos não fizeram muitos comentários, porém demonstram uma boa expectativa para a aula 2, na qual se pretende falar sobre alguns comportamento curiosos de animais e sua relação

com o campo magnético da Terra, e para a aula 5, cuja expectativa seria trabalhar o tema do magnetismo partindo de cenas de uma série televisiva conhecida pelos alunos.

Ao apresentar as avaliações previstas para o conjunto de aulas, enfatizei a importância da participação dos alunos durante as aulas, uma vez que ocorrerão vários momentos em que mesmo a exposição de ideias sem grande exatidão ou rigor científico serão componentes essenciais para a execução das aulas. Os alunos também não fizeram comentários ou perguntas, mesmo após ser perguntado aos alunos se eles teriam alguma dúvida.

Então, iniciei a apresentação de conteúdo. Perguntei aos alunos se eles conheciam alguns tabus, ou mesmo se eles sabiam o que é um tabu. Os alunos listaram os seguintes exemplos: aborto, casamento de pessoas do mesmo sexo, legalização da maconha, comunismo e religião. Quando perguntei a eles se um tabu depende do contexto, eles pareceram incertos com suas respostas, mas boa parte da turma acabou se expressando dizendo que sim, embora um pouco insegura, então perguntei aos alunos se o aborto seria mais provavelmente tratado como tabu por um pastor ou por um médico, e eles rapidamente responderam que para um pastor seria muito mais provável que o assunto fosse um tabu. Faço mais alguns exemplos de como um tabu pode depender do contexto, e os alunos prontamente enunciaram grupos que seriam mais propensos a ver outros dos temas listados como tabu.

Quando perguntei se existem tabus no meio científico, os alunos responderam que seria possível, então peço que a turma cite alguns tabus do meio científico. Um dos alunos rapidamente falou que assuntos os quais não conhecemos são tabus, então pedi que ele fosse um pouco mais preciso, o aluno respondeu questionando sobre “o que existia antes do Big Bang”, então acrescentei este assunto à lista já iniciada de assuntos tabus, porém enfatizei que este não é um tabu tão proeminente quanto parece, ao menos na comunidade científica, e justifique esta última afirmação acrescentando que a comunidade de físicos em geral aceita que, assim como o tempo como conhecemos passou a existir após o Big Bang, não faz sentido questionar o que existia antes desse evento. Outros alunos citaram Terra Plana e Aquecimento Global como tabus do meio científico, então esclareci essa situação enfatizando que tais assuntos não são tabus no meio científico exatamente porque praticamente a totalidade da comunidade científica entende que a Terra não é plana, e o aquecimento global tem sido de fato acelerado pela ação humana. Ao final, acrescentei na lista de tabus mais alguns tabus científicos, as definições de energia, entropia e campo, revelando que o conceito de campo será o grande tema da presente aula.

Disponibilizei o questionário planejado para os alunos responderem por seus celulares. 15 alunos responderam a primeira questão, porém alguns não perceberam que existia uma

segunda questão, e somente 9 responderam à segunda questão. Alguns dos alunos aparentemente copiaram textos de sites na internet, o que foi perceptível pelas respostas serem desconexas com as questões, e porque alguns colegas delatam outros. Frisei antes dos alunos responderem que não se esperava respostas muito rigorosas ou "corretas", uma vez que as perguntas questionavam sobre a natureza dos campos, uma questão complexa e que ainda trabalharemos ao longo das aulas. O questionário foi iniciado às 08h50min e o intervalo dos alunos foi entre 09h00min e 09h10min, o que provavelmente estimulou que alguns alunos sequer iniciassem a responder o questionário.

No retorno do intervalo, discutimos as questões respondidas pelos alunos, iniciando pela questão referente à interação gravitacional. Essa questão perguntava “como você acha que o Sol age sobre a Terra mesmo estando distante dela?”, porém, mesmo com uma rápida leitura das respostas, verifiquei que muitas delas não se preocupavam em discutir sobre a natureza da interação entre os dois corpos. Por exemplo, surgiram respostas que de alguma forma atribuem a causa da interação a coisas que são efeitos dessa interação, tal como respostas considerando que a “força gravitacional” é a “causa” da ação entre os dois corpos, ou em respostas que sequer propõem causas para essa interação e somente citam efeitos como a órbita da Terra em torno do Sol. Durante a discussão, além de enfatizar a presença de respostas muito diferentes, esclareci que nem todas as respostas de fato discorriam sobre a natureza da interação entre Sol e Terra, indicando quais respostas estavam mais alinhadas com este objetivo. Sobre estas respostas, destaquei a presença de algumas que apresentavam analogias ao descrever a atração entre a Terra e o Sol como a tendência de dois corpos dispostos em um tecido esticado se aproximarem após deformarem o tecido.

Como era objetivo de momentos posteriores da aula entrar em mais detalhes sobre a interpretação da relatividade para o campo gravitacional, não prolonguei mais o diálogo sobre estas respostas, e prosseguimos para a segunda questão, a qual perguntava “como vocês acham que eles [os ímãs] podem fazer força um sobre o outro, mesmo estando distantes um do outro?”. Assim como na questão anterior, observei algumas respostas atribuindo a interação entre os ímãs à força existente entre eles. Contudo, aqui existiam mais respostas envolvendo as características que proporcionam a interação entre os objetos, como cargas elétricas e polos magnéticos, o que pode indicar que uma parte significativa da turma atribuiu as interações magnéticas às qualidades elétricas de um corpo. Também ocorreram menções ao termo “campo”, em alguns casos sendo indicado como a causa da interação à distância, porém sem suposições sobre a natureza deste campo.

Após discutir as respostas do questionário, perguntei aos alunos se algum deles se viu convencido pela resposta de algum dos colegas. Como alguns alunos afirmaram não entenderam a pergunta, coloquei a pergunta em outros termos, frisando que se trata de uma questão pessoal de aceitação entre o que os colegas escreveram, então alguns alunos disseram estarem satisfeitos somente com as próprias respostas. Quando perguntei se alguém não se sentiu satisfeito com nenhuma das propostas, uma aluna declarou que não se via convencida por nenhuma das respostas. Ao perguntar a ela se gostaria de explicar sua posição, ela preferiu não explicar.

Comentando que a questão das interações a distância é algo que intriga a humanidade há séculos, apresentei a posição de Isaac Newton, que preferiu não explicar a natureza da interação gravitacional, muito embora ao longo da história muitas explicações tivessem surgido para os diferentes fenômenos de interação a distância. Durante essa apresentação, os alunos não fizeram perguntas, embora permanecessem focados na apresentação, sem conversas paralelas com colegas. Quando perguntei se alguém estava com dúvidas, ninguém se manifestou.

A próxima parte da aula consistiu na apresentação de algumas características de explicações de senso comum e explicações científicas. Para isso utilizei uma tabela a qual comparava tabus, explicações comuns e explicações científicas, sendo enfatizado que tabus e explicações não são conceitos opostos, mas possuem algumas características semelhantes por serem ambas construções sociais. Também ressalté o diferencial das explicações científicas em possuírem critérios bastante rigorosos para serem aceitas.

Em seguida, apresentei alguns detalhes do conceito de campo, como o fato de surgir ao redor da fonte que o gera e dar propriedades ao espaço. Completei a apresentação de conteúdo comentando que a explicação do conceito de campo, assim como outras explicações, pode variar de acordo com o contexto, então apresentei uma ilustração de um plano se curvando, representando a interpretação da relatividade para o campo gravitacional como uma curvatura do espaço. Tal interpretação do campo gravitacional foi comparada com algumas respostas oferecidas pelos alunos no questionário respondido anteriormente, as quais envolviam analogias com o encurvamento de tecidos esticados.

Durante as últimas apresentações de conteúdo, os alunos permaneceram focados na apresentação, sendo que alguns faziam anotações ou fotografias do quadro após ser reforçado que o conteúdo poderia ser importante para as aulas seguintes. Também não ocorreram mais perguntas por parte dos alunos, então assim a aula se encerrou, cinco minutos antes do final do período.

Após a execução desta aula, em conversa com meu orientador, percebi que iniciei a discussão sobre o conceito de campo de maneira inapropriada. Ao questionar os alunos sobre a existência de “tabus no meio científico”, ofereci uma ideia de que o conceito de campo é um tabu dentro da comunidade científica, o que não é certo e de alguma forma ainda contradiz o que apresentei posteriormente, mencionando diferentes explicações aceitas para o conceito de campo na comunidade científica. Não esclareci que a visão da definição de campo como um tabu pode surgir em contextos de ensino, em especial no ensino básico, uma vez que se trata de um conceito significativamente complexo.

A errata deste equívoco será apresentada aos alunos na aula 3 síncrona, no momento de recapitulação dos assuntos vistos nas aulas anteriores. No caso de abordar outros assuntos de forma semelhante, partindo de um diálogo sobre tabus, serei mais cuidadoso com a expressão “tabus no/do meio científico” ou outras que atribuam a existência do tabu dentro dessa comunidade, não porque esse ambiente está livre de desenvolver tabus, mas porque o assunto em questão pode não ser um tabu nesse ambiente, o que pode exigir também uma pesquisa mais aprofundada sobre esse assunto.

As duas questões respondidas pelos alunos através da plataforma *Mentimeter* evidenciaram um problema o qual pode reaparecer em atividades de mesmo formato, a chance que os alunos têm de, durante o uso de seus *smartphones* para responder às questões, copiar respostas prontas da internet. Mesmo que o objetivo destas atividades seja mais fazer um levantamento de ideias para serem discutidas posteriormente, sendo aceitas as mais diferentes ideias, é preferível que os alunos criem suas próprias respostas, pois respostas copiadas de outras fontes podem contribuir menos com a discussão, uma vez que os alunos que oferecem respostas copiadas têm menores chances de entender sua própria respostas e consequentemente estarem apto a discutir sobre ela.

Para a realização de atividades semelhantes no futuro, pretendo deixar mais claro aos alunos a natureza da atividade, a qual consiste em fazer um levantamento de ideias para serem discutidas, e que a proximidade das respostas dos alunos com uma possível resposta “certa” não será avaliada, mas sim a participação da turma em responder as questões e discutir em seguida.

4.2 AULA 2 (ATIVIDADE REMOTA)

Duração: 34min58s (1 horas-aula)

Turma: 312

Alunos matriculados na turma: 35 (16 meninos e 19 meninas)

4.2.1 Plano de Aula

Conteúdo:

Conceito de campo ao longo da história e na atualidade.

Objetivos de ensino:

Apresentar o conceito de campo de uma perspectiva mais conceitual; conectar as ideias de ação à distância construídas ao longo da história com concepções atuais do conceito de campo.

Procedimentos:

Atividade Inicial (10min):

Apresentarei alguns exemplos de “campo de forças” provenientes de histórias de super-heróis de quadrinhos, pontuando que, nas revistas de quadrinhos ou mesmo em filmes, somos capazes de observar tais campos, ou mesmo identificar a natureza dos campos, existindo exemplos de campos de força produzidos magia, telecinese e “energia”. Lembrarei então que também temos entidades chamadas “campos” na Física (tema da primeira aula síncrona), existindo de fato três campos diferentes, os quais também guardam relações importantes com a entidade física “força”, porém não se costuma observar os campos em si tal como nos quadrinhos, embora seja possível observar seus efeitos. Apresentarei alguns efeitos ligados à presença de campos muito intensos, como a existência de objetos que aprisionam até mesmo a luz (os buracos negros) e grandes descargas elétricas entre o céu e a terra (os raios). Questionarei então qual é a natureza dessa entidade chamada campo, a qual possibilita esses efeitos.

Desenvolvimento (15min):

Iniciarei mencionando que, embora esteja buscando falar de campos de uma maneira geral, durante boa parte da história, e mesmo até a atualidade, os campos gravitacional, elétrico e magnético foram estudados separadamente, então é importante estar atento aos momentos em que são mencionados campos específicos.

Comentarei como desde a antiguidade já se identificavam as interações à distância, seja através do âmbar atritado ou da magnetita. É apresentada a visão de Lucrecio Caro sobre a origem das interações magnéticas da pedra magnetita, que, segundo Rocha (2009), considerava que da pedra saiam vários “elementos de corrente” em direção aos pedaços de ferro a serem atraídos, um movimento por sua vez dissiparia o ar no caminho e criava vácuo entre os objetos, nesse momento começaria uma corrente inversa, do ferro para a magnetita, que de alguma forma puxaria o ferro em direção à magnetita (GILBERT, 1991, p.5, apud ROCHA, 2009).

Revelarei que as ideias de Lucrecio tiveram influência entre estudiosos durante vários séculos, mas que acabava descrevendo somente a questão do magnetismo, enquanto outras interações a distância recebiam outras explicações. Também comentarei que até a era moderna outras ideias surgiram para explicar interações à distância, muitas delas pautadas em uma perspectiva de que os objetos estavam envoltos por alguma estrutura.

Apresentarei as ideias de Michael Faraday, que traz a concepção de linhas de força, a qual foi muito influenciada pela observação de experimentos com limalha de ferro sendo atraída por ímãs e foi importantíssima para interpretações mais matemáticas sobre o fenômeno de interação a distância, em especial os casos do magnetismo e da eletricidade. Lembrarei, no entanto, que mesmo com esse importante avanço em termos de representação da interação, a origem delas não foi muito explorada por Faraday. Ele reconhecia estados de “tensão” no meio criado pelas linhas de força, e essa tensão seria a responsável por realizar a interação entre os corpos.

Apresentarei Maxwell como aquele que, partindo das ideias de Faraday, ofereceu uma estrutura matemática para as mesmas, e permitiu conclusões como a de que o meio no qual ocorrem as interações eletromagnéticas é o mesmo no qual a luz se propaga. Esse meio era então conhecido como éter luminífero, o qual, apesar de ser idealizado desde a antiguidade, sofreu modificações conceituais especialmente durante a era moderna. Até as descobertas de Maxwell, o éter era visto como um meio sólido elástico, porém extremamente tênue, que poderia ocupar todo o espaço, e principalmente permitia a propagação da luz, a qual era entendida como uma onda. Com os trabalhos de Maxwell, o éter deixou de ter uma natureza mecânica, isto é, ser pensando como algo semelhante à matéria como a conhecemos, embora

já tivesse propriedades muito contraditórias. Isso acontece justamente porque a luz passa a ser entendida como uma onda eletromagnética, e não mecânica. Lembrarei que este éter luminífero passou a ser visto como o meio o qual permite a propagação das ações dos campos elétrico e magnético.

Comentarei que a ideia de éter luminífero sofreu grandes mudanças entre o fim do século XIX e início do XX, o que envolveu uma progressiva redução de seu uso após a publicação da teoria da relatividade especial de Einstein. Vale lembrar que Einstein não nega completamente a existência do éter. Ele considera que, tal como formulada na época, a ideia de éter não era necessária para explicar a propagação da luz no espaço, porém ele admite que um éter luminífero diferente daquele descrito até então poderia ser compatível com a relatividade, e poderia mesmo ajudar a entender fenômenos como a propagação da luz. Na perspectiva de Einstein, o mediador das interações físicas à distância era o próprio campo, o qual agora é entendido como uma entidade que possui energia e momento, é capaz de interagir com a matéria e se propaga no espaço com velocidade finita. Essas características deram ao campo aspectos de realidade, não mais somente de uma representação.

Abordarei outra consequência da teoria da relatividade. Uma vez que era o campo é entendido como algo que possui energia, e para a relatividade existe uma equivalência entre massa e energia, deve existir alguma conexão entre matéria e campo, muito embora até então parecesse claro que matéria possuía massa, enquanto campo não possuía. Afinal, a matéria passou a representar grandes concentrações de energia, enquanto o campo representaria regiões de baixa concentração. Posteriormente, Einstein propõe que a matéria poderia ser vista como regiões onde o campo é extremamente intenso.

Fechamento (5min):

Concluirei a discussão mencionando que ainda hoje não existe uma interpretação unificada bem estabelecida para a origem dos campos, mas que no caso do campo elétrico, por exemplo, é possível interpretar o campo como uma estrutura formada por fótons, os quais são absorvidos e emitidos pelas partículas com cargas elétricas, e possibilitam uma interação com efeito de força.

Recursos:

Microfone, *softwares* de gravação de voz, edição de vídeo, e criação de *slides*.

4.2.2 Relato de Regência

Embora eu tenha dito aos alunos durante a apresentação da unidade didática, na aula presencial do dia 04/04/2022, que os vídeos enviados a eles teriam entre 5 e 10min, e em alguns casos poderia enviar até dois vídeos ainda dentro deste limite de duração, esta estimativa claramente não correspondeu à real duração desta aula, a qual alcançou 34min58s ocorreu tal como descrita no planejamento. Para manter a aula em seções menores as quais pudessem ser assistidas em partes, esta foi dividida em cinco vídeos com os seguintes títulos:

O Conceito de Campo (Parte 1): considerações iniciais e as ideias de Lucrecio⁶

O Conceito de Campo (Parte 2): Michael Faraday e as linhas de força⁷

O Conceito de Campo (Parte 3): James Maxwell e o éter⁸

O Conceito de Campo (Parte 4): Albert Einstein e a realidade do campo⁹

O Conceito de Campo (Parte 5): algumas ideias mais atuais de campo¹⁰

Os cinco vídeos foram postados no Youtube e unidos em uma *playlist* cujo *link* foi enviado a um dos alunos, o qual se comprometeu a compartilhar o *link* com os demais colegas.

A aula recebeu visualizações somente nos dias 10/04/2022 e 11/04/2022, respectivamente o dia anterior à segunda aula presencial e o próprio dia desta aula antes de ocorrer a mudança de horário na escola. A audiência de cada vídeo foi diferente, acumulando nos dois dias mencionados seis visualizações para a parte 1, cinco para a parte 2, quatro para a parte 3, uma para a parte 4 e duas para a parte 5.

A audiência da aula deixou a desejar, um possível motivo para isso pode ser a ausência de avaliação com base na visualização da aula. Antes da aula 5 (25/04/2022), na qual ocorreu uma avaliação, eu avisei os alunos que alguns tópicos dos vídeos disponibilizados até então poderiam surgir na avaliação, mesmo que fosse pouco, o que explica várias visualizações que aconteceram no dia anterior, quando a parte 1 recebeu cinco visualizações, a parte 2 recebeu duas visualizações, a parte 3 recebeu duas, e as partes 4 e 5 receberam uma visualização cada. Embora o conteúdo da aula 1 assíncrona pudesse auxiliar na resolução dessa avaliação, ele não era essencial.

⁶ Disponível em: <https://youtu.be/pYNTsSvgSBI>

⁷ Disponível em: https://youtu.be/25ytOG_1Nak

⁸ Disponível em: <https://youtu.be/e2q0PAXO13c>

⁹ Disponível em: <https://youtu.be/VJsVQo-49m4>

¹⁰ Disponível em: <https://youtu.be/iU5Ir9fJapE>

4.3 AULA 3 (ATIVIDADE REMOTA)

Duração: 29min04s (1 horas-aula)

Turma: 312

Alunos matriculados na turma: 35 (16 meninos e 19 meninas)

Inicialmente, era previsto que uma aula presencial ocorreria no dia 11/04/2022, mas devido uma mudança de horários na escola não pude apresentar esta aula presencial. Optando por enviar uma aula remota aos alunos antes da próxima aula presencial, a qual ocorreu no dia 18/04/2022, a aula 3 acabou apresentando um caráter diferente das demais, pois ao anteceder uma aula presencial acabou abordando tópicos os quais são mais importantes para a desenvoltura da unidade didática quando comparada com outras aulas remotas.

4.3.1 Plano de Aula

Conteúdo:

Polos magnéticos, campo magnético, e história da bússola.

Objetivos de ensino:

Apresentar as ligações entre polos magnéticos e o campo magnético gerado por um ímã; apresentar algumas diferenças entre campos magnéticos gerados por polos magnéticos e campos elétricos gerados por cargas elétricas.

Procedimentos:

Atividade Inicial (15min):

Apresentando a bússola como um instrumento que tem auxiliado o ser humano há muito tempo e ainda hoje tem sua importância, darei exemplos de bússolas atuais, deixando claro que existem bússolas com diferentes formatos ou instrumentos extras acoplados. Ênfase que mesmo *smartphones* podem ser utilizados como bússolas através de softwares

adequados, mas nem por isso se deixou de usar bússolas analógicas, sendo estas ainda instrumentos comuns em aeronaves e embarcações pelo exato motivo de não dependerem de eletricidade para seu funcionamento.

Apresentarei alguns fatos importantes sobre a história da bússola, uma vez que esse instrumento foi criado mesmo antes de se ter um entendimento estruturado sobre o fenômeno do magnetismo. Comentarei que a bússola foi criada pelos chineses ainda na era antiga, mas foi somente na idade média que ela se popularizou no ocidente, então enfatizarei a importância da bússola para a orientação, especialmente para as grandes navegações.

Afinal, revelarei que o funcionamento da bússola se dá porque a sua agulha (ou análogos à agulha para casos mais específicos) trata-se de um ímã, o que também nos revela que a bússola pode ter mais utilidades além de apontar em direção ao norte.

Desenvolvimento (15min):

Lembrarei da questão respondida pelos alunos na aula 1, a qual perguntava sobre a natureza da interação entre os ímãs, e revelarei que essa interação se dá pela presença de campos magnéticos.

Reconhecendo o valor do estabelecimento de um problema que motive os alunos a modificarem seu pensamento (VIGOTSKI, 2009), estabecerei um problema apresentando um vídeo de um experimento realizado pelo por mim, mostrando dois ímãs se atraindo e repelindo, e lançarei um questionamento sobre como é possível que os mesmos dois ímãs que em uma posição se atraem podem em uma outra posição se repelir.

Falarei dos polos magnéticos fazendo paralelos com as cargas elétricas, dizendo que os polos dão origem ao campo magnético tal como as cargas elétricas dão origem ao campo elétrico, e polos semelhantes se repelem e polos diferentes se atraem assim como cargas de mesmos sinais se repelem e de sinais diferentes se atraem. Durante essa comparação, mostrarei uma imagem que coloca lado a lado representações de ímãs e cargas elétricas se atraindo e repelindo. Para saber se um dos polos magnéticos de um ímã é norte ou sul, podemos usar uma bússola, então apresentarei um vídeo mostrando o uso de uma bússola para encontrar os polos norte e sul de um dos ímãs, além de que a bússola muda de direção na medida em que muda sua posição em relação ao ímã.

Este último vídeo procura ilustrar os conceitos de polos norte e sul, mostrando como é possível determinar suas posições em um ímã utilizando instrumentos simples como uma

bússola, assim reforçando os conceitos científicos de polos magnéticos dentro aconselhado por Gaspar e Monteiro (2005) para uso de demonstrações experimentais.

Fechamento (5min):

Lembrarei que não existem monopolos magnéticos isolados, ao contrário do que é observado com cargas elétricas isoladas. Enfatizarei que apesar de não ser previsto por teorias clássicas e nunca termos encontrado um monopolo magnético, ainda existem pessoas buscando por essa entidade, então ilustrarei este tópico apresentando alguns artigos de notícias¹¹ comentando sobre possíveis descobertas de monopolos magnéticos.

Recursos:

Smartphone com câmera para gravação dos experimentos, tripé para *smartphone*, ímãs, bússola, microfone, *softwares* de gravação de voz, edição de vídeo, e criação de *slides*.

4.3.2 Relato de Regência

A elaboração da aula ocorreu como planejado, embora ela tenha resultado com 29min ao invés dos 35min planejados. Mesmo assim, dividi a aula em três partes e postei todas no Youtube, compartilhando os vídeos com os alunos através do link de uma *playlist* que agrupava as três partes. Abaixo estão os títulos de cada vídeo.

Sobre a Bússola e Outros Ímãs (Parte 1): Usos e História da Bússola¹²

Sobre a Bússola e Outros Ímãs (Parte 2): Características dos Ímãs¹³

Sobre a Bússola e Outros Ímãs (Parte 3): Monopolos Magnéticos¹⁴

Até a aula presencial seguinte (18/04/2022), as três partes não apresentaram qualquer visualização. Entretanto, assim como no caso da primeira aula remota, visualizações aconteceram no dia anterior a aula 5, na qual ocorreu uma avaliação. Nesse período, a parte 1

¹¹ REDAÇÃO DO SITE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. **Monopolos magnéticos quânticos são criados em laboratório**. 2014. Disponível em: <https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=monopolos-magneticos-quanticos&id=010110140206>. Acesso em: 15 abr. 2022.

¹² Disponível em: <https://youtu.be/3Y01j-ShmMs>

¹³ Disponível em: <https://youtu.be/PDq7TU3RBmI>

¹⁴ Disponível em: <https://youtu.be/M-bdf4nkCNI>

da aula recebeu sete visualizações, a parte 2 recebeu quatro, e a parte 3 recebeu seis visualizações.

O fato do vídeo da parte 3 desta aula ser o menor de todos, com aproximadamente metade da duração dos demais, pode ter feito com que os alunos se sentissem mais a vontade de assisti-lo, o que infelizmente pode ter ocorrido em detrimento das visualizações da parte 2, na qual foram abordados temas de maior interesse para a compreensão da aula 4. Durante a própria aula 4 foi frisada a importância dos alunos assistirem a aula 3, especialmente a parte 2, o que parece não ter surtido muito efeito.

Acredito ter sido um erro apresentar nesta aula remota conteúdos importantes para o entendimento de outras aulas, isto é, a explicação sobre os polos magnéticos dos ímãs. Já era esperado que as atividades remotas tivessem uma menor participação dos alunos, e por isso foram inicialmente planejadas para abordar conteúdos de menor importância para o desenvolvimento das aulas presenciais e das avaliações, porém a situação imposta pela mudança de horário me fez pensar que enviar uma aula remota até a ocorrência da próxima aula presencial seria mais adequado para não saturar os alunos de informação, mesmo que esta aula remota envolvesse tópicos os quais seriam abordados em aulas presenciais. Caso eu tivesse apresentado a segunda aula presencial e depois enviasse a segunda aula remota, mantendo o planejamento anterior, eu teria mantido o conteúdo principal na aula presencial, e teria garantido que um maior número de alunos tivesse entrado em contato com uma apresentação mais detalhada do conteúdo, o qual acabou sendo abordado de maneira mais superficial na aula 4. Caso precise modificar a ordem de aulas presenciais e remotas no futuro, farei o possível para manter os tópicos principais na aula presencial, a não ser que tenha alguma garantia que a aula remota contará com uma audiência significativa por parte dos alunos.

Tive problemas durante a gravação dos experimentos, uma vez que o telefone celular utilizado nas gravações dispunha de pouco espaço para armazenar os vídeos, os quais eram interrompidos prematuramente pelo próprio dispositivo. Para aulas posteriores com gravações de experimentos, utilizarei um dispositivo que apresente maior espaço para armazenamento de dados.

4.4 AULA 4 (ATIVIDADE PRESENCIAL)

Data: 18/04/2022

Horário: 08h07min-09h45min (2 horas-aula)

Turma: 312

Alunos matriculados na turma: 35 (16 meninos e 19 meninas)

Alunos presentes: 18 (9 meninos e 9 meninas)

4.4.1 Plano de Aula

Conteúdo:

Campo magnético, campo magnético terrestre, interpretação de resultados em simulações.

Objetivos de ensino:

Questionar os alunos sobre a relação entre os polos geográficos e magnéticos da Terra; apresentar algumas explicações para a origem do campo magnético terrestre que surgiram ao longo da história; oferecer ideias introdutórias sobre campos magnéticos gerados por corrente elétrica; apresentar a explicação atual para a origem do campo magnético terrestre.

Procedimentos:

Atividade Inicial (15min):

Iniciarei a aula falando sobre alguns comportamentos de animais, como a migração de algumas aves no eixo norte-sul, o fato de que uma espécie de tartaruga é capaz de retornar à praia onde nasceu anos depois para pôr seus ovos, e a preferência que alguns cachorros parecem apresentar de evacuar alinhados com o eixo norte-sul. Apresentarei aos alunos que esses comportamentos possuem origens parecidas, então darei a oportunidade para que os alunos apresentem ideias para essa origem. Depois de algumas falas, confirmarei que todos os comportamentos listados estão relacionados com a capacidade de sentir o campo magnético terrestre. Comentarei que, embora tenha-se descoberto nos últimos anos que mesmo o ser-humano pode sentir involuntariamente campos magnéticos, o que não significa que essa sensação seja suficiente para que possamos nos orientar com o campo magnético terrestre, o ser-humano criou a bússola, uma ferramenta que se orienta muito bem com o campo magnético terrestre e que tem utilidade para a humanidade até hoje.

Revelarei que desde o funcionamento da bússola como os mecanismos de orientação dos animais estão ligados ao funcionamento dos ímãs, uma vez que tanto a agulha da bússola é um ímã como as substâncias que permitem que aqueles animais se orientem também se comportam como ímãs.

Partindo do conhecimento que a Terra possui um campo magnético, questionarei os alunos se podemos identificar nela, assim como em ímãs comuns, polos Norte e Sul. E caso alguém responda que isso é possível, perguntarei como podemos fazer tal coisa.

Desenvolvimento (60min):

Mostrarei uma simulação de um ímã envolto de bússolas, a qual permite que o ímã seja movimentado, e observa-se a movimentação das agulhas das bússolas. Uma vez que o ímã identifica seus polos norte e sul, proponho algumas questões aos alunos: qual a cor de cada polo das bússolas em torno do ímã da simulação? O que acontece com as agulhas de bússola quando movimentamos o ímã? (E após trocar o ímã da simulação por um globo terrestre o qual simula o campo magnético da Terra) O polo norte da bússola aponta para que polo geográfico do globo? Qual a relação entre os polos magnéticos e geográficos da Terra?

As perguntas serão abordadas uma por vez, e serão disponibilizados alguns minutos para que os alunos reflitam sobre a resposta da pergunta apresentada, diminuindo assim a posição de passividade dos alunos perante a atividade, alvo das críticas de Crouch *et al.* (2004).

Durante o uso da simulação, será possível também usar a bússola e os ímãs levados para a sala de aula para mostrar como a agulha da bússola tanto se move quando o ímã gira ao redor da bússola como quando a bússola gira ao redor do ímã.

Trarei também alguns detalhes sobre o campo magnético terrestre, como o fato dos polos magnéticos não serem alinhados perfeitamente com os polos geográficos, e ainda assim os polos magnéticos mudarem de posição ao longo do tempo. Então abrirei a seguinte pergunta: de onde vem o campo magnético terrestre?

Apresentarei a questão do campo magnético terrestre como algo que vem chamando a atenção do ser humano há muito tempo, e que gerou explicações sobre esse fenômeno envolvendo desde grandes montanhas magnéticas nos polos geográficos até uma espécie de atração gerada pelas estrelas mais setentrionais.

Comentarei sobre grandes eletroímãs, e como eles podem ser “ligados e desligados”, dando ênfase para o fato de existirem campos magnéticos muito intensos e que tem alguma

relação com eletricidade. Perguntarei aos alunos se eles conhecem outros contextos em que eletroímãs podem ser utilizados. Após receber algumas respostas, revelarei que as chamadas fechaduras eletrônicas, tal como aquela do portão do Colégio São Tiago, funcionam graças a eletroímãs. Apresentarei também o experimento de Oersted com o auxílio de um vídeo¹⁵ que mostra um ímã sendo desviado por um fio através do qual é estabelecida uma corrente elétrica, atribuindo a esse experimento as primeiras observações de que uma corrente elétrica poderia gerar um campo magnético.

Com o auxílio de uma ilustração representando um recorte da Terra, apresentarei as camadas geológicas da Terra, assim como suas composições e os movimentos das partes fluidas dessas camadas (em especial o movimento de convecção no núcleo líquido). Será atribuído ao movimento de cargas elétricas no núcleo líquido a origem do campo magnético terrestre.

Fechamento (10min):

Comentarei que o campo magnético terrestre também está relacionado com alguns fenômenos naturais como as auroras boreais e austrais, e protege a vida na terra do vento solar, um jato de partículas carregadas ejetadas pelo Sol que chegam à Terra com velocidades que podem passar de 106 km/h.

Mencionarei também que outros astros possuem campos magnéticos com origens semelhantes, como estrelas, em especial as estrelas de nêutrons.

Recursos:

Laptop, quadro-branco, canetas para quadro-branco, extensão de tomada, bússola, conjunto de ímãs.

4.4.2 Relato de Regência

Em vista das mudanças na grade de horários da escola que entraram em vigor no dia 11/04/2022, as aulas de Física da turma 312 foram transferidas da segunda-feira para a sexta-feira, o que fez com que eu não apresentasse aulas síncronas na semana entre os dias

¹⁵CG-PHYSICS-GLOBAL. **Oersted's experiment - Real-life footage of the experiment**. 2019. Youtube. Disponível em: <https://youtu.be/fCljKZXmaU8>. Acesso em: 17 abr. 2022.

11/04/2022 e 15/04/2022, pois a sexta-feira dessa semana foi um dia não letivo (Sexta-feira Santa). Com a ajuda da professora titular, foi acordado com quatro professores os quais passaram a lecionar para a turma 312 nas segundas e terças-feiras que eu ocuparia um período de cada professor, então dois períodos no dia 18/04/2022 e outros dois no dia 19/04/2022. Sendo assim, esta aula foi realizada em períodos cedidos por professores de disciplinas que não a Física.

Antes de mais nada, um recado foi dado pela professora que cedeu o primeiro período, durante o qual esperei do lado de fora da sala de aula até a professora sair. O recado durou cerca de 2min, então agradei a professora pelo período quando ela se retirou.

Ao entrar na sala de aula, preparei meu *laptop* e o conectei no projetor. Enquanto eu terminava estes arranjos de equipamentos, a professora titular de Física apareceu e passou alguns recados para a turma. Embora os alunos já estivessem a par da situação, ela reforçou que eu tomarei alguns horários de outras disciplinas em vista do atraso que eu teria em meu estágio caso não tomasse essa medida. Depois que a professora se retirou a aula iniciou.

Primeiramente, mostrei nos *slides* comportamentos curiosos por parte de algumas espécies de pombos, tartarugas e cachorros, todos relacionados com a capacidade desses animais se orientarem em determinadas direções ou saberem se guiar por longas distâncias até chegarem em locais bastante específicos. Evitei falar em magnetismo durante esta parte inicial, pois assim que os fatos foram apresentados perguntei aos alunos se saberiam explicar tais comportamentos. Depois de alguns instantes pensando, alguns alunos começaram a falar.

Surgiu ainda no início do diálogo uma fala relacionando os comportamentos listados com alguma entidade do magnetismo, porém o próprio aluno falou em voz baixa, e rapidamente desacreditou a própria ideia. Outro aluno trouxe uma fala lembrando de habilidades de outros animais, como a ecolocalização dos morcegos, porém ele admitiu que não saberia explicar a forma como a orientação dos pombos, tartarugas e cachorros mencionados acontecem. Afinal, uma aluna disse que não seria possível encontrar uma explicação para os fenômenos em questão, pois para isso seria necessário entender a forma como os animais pensam. Vários alunos se pronunciaram em resposta à colega, de maneira geral dizendo que não seria necessário entender a forma como os animais pensam para dar explicações aos seus comportamentos. Com estes últimos comentários, o diálogo acabou desviando de assunto, então chamei a atenção dos alunos e comentei as respostas que eles já tinham apresentado.

Enfatizei que embora a explicação de como os pombos, tartarugas e cachorros executam tais façanhas de orientação não seja tão clara como a explicação para a

ecolocalização dos morcegos, existem teorias proeminentes as quais dizem que tais comportamentos se devem a capacidade desses animais sentirem campos magnéticos, e serem capazes de utilizar este sentido para se orientarem com base no campo magnético terrestre.

Depois de reforçar que os animais mencionados conseguem sentir qualquer campo magnético, pois não existem distinções entre naturezas de diferentes campos magnéticos, falei sobre a provável fonte desta habilidade, a qual se encontra na existência de moléculas que se comportam como ímãs no organismo destes animais.

Quando perguntei aos alunos o que eles pensavam sobre a possibilidade de humanos sentirem campo magnético, quase todos os alunos responderam que humanos não podem sentir campos magnéticos, mesmo que tenham respondido com um tom de incerteza. Então revelei que alguns estudos recentes têm indicado que o cérebro humano responde a variações de campos magnéticos externos, porém são respostas fracas e não resulta em uma consciência da mudança nesses campos magnéticos externos¹⁶. Contudo, pontuei que o ser humano foi capaz de criar a bússola, um instrumento capaz de se alinhar com o campo magnético terrestre e assim auxiliar na orientação espacial das pessoas. Com isso, mencionei que tanto as substâncias com propriedades magnéticas presentes em animais quanto a bússola se comportam como ímãs, e por consequência podem nos guiar a partir do campo magnético terrestre.

Ressaltando a importância do campo magnético terrestre, e lembrando que tanto a Terra como ímãs possuem campos magnéticos, questionei os alunos sobre a possibilidade de identificação dos polos magnéticos na Terra, assim como é possível identificar nos ímãs. Os alunos pareceram muito incertos frente a essa pergunta, e aqueles que se pronunciaram disseram que não saberiam dar uma resposta. Nesta situação, apresentei uma simulação computacional sobre ímãs e eletroímãs¹⁷.

Na simulação, uma bússola e um ímã permanente em formato de barra estão postos em um ambiente preenchido por outras agulhas de bússolas igualmente espaçadas, as quais se movem em resposta ao movimento do ímã, e tanto a bússola quanto o ímã podem ser movimentados no ambiente. Enquanto iniciava a simulação, pedi a um aluno que entregasse uma lista de questões (a qual pode ser observada no Apêndice C) aos colegas. A lista é composta pelas quatro questões enunciadas no plano de aula, e possui como objetivo guiar o estudo utilizando a simulação computacional. Iniciando o uso da simulação. Chamei atenção

¹⁶ VERITASIAM. **Can Humans Sense Magnetic Fields?**. 2019. Disponível em: <https://youtu.be/dg3pza4y2ws>. Acesso em: 17 abr. 2022.

¹⁷ DUBSON, M.; MALLEY, C.; WIEMAN, C. **Magnets and Electromagnets**. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/en/simulations/magnets-and-electromagnets>. Acesso em: 17 abr. 2022.

para o fato do ímã apresentar as letras “N” e “S” em suas extremidades, indicando os polos norte e sul do ímã. As extremidades também apresentavam cores diferentes, sendo o Norte em vermelho e o Sul em branco. A bússola móvel e as agulhas de bússola fixas no ambiente também apresentam as mesmas cores para identificar os mesmos polos magnéticos.

Iniciando a atividade com a simulação, durante as três primeiras perguntas enunciei em voz alta cada pergunta oferecendo alguns instantes para que os alunos pensassem sobre a questão e apresentassem suas respostas. Depois disso eu mostrava na simulação a resposta da questão e pedia que os alunos escrevessem respostas em suas folhas. Durante a resolução dos exercícios, também apresentei conteúdo relacionado a repulsão e atração de polos magnéticos, conteúdo que foi apresentado na aula 3, a qual que recebeu poucas visualizações por parte dos alunos. Apresentei a repulsão e a atração de polos magnéticos através de desenhos de ímãs se aproximando e se afastando. Também fiz comparações com a atração e repulsão de cargas elétricas, porém enfatizei que polos magnéticos e cargas elétricas são coisas diferentes, ainda que apresentem comportamentos semelhantes.

Para a quarta e última pergunta do questionário, eu esperei que os alunos escrevessem suas respostas na folha do questionário antes que eu desse a solução. A pergunta era a seguinte: “qual a relação entre os polos magnéticos e geográficos da Terra?”. Antes dos alunos iniciarem a resolução, escrevi no quadro que polos magnéticos e geográficos são coisas diferentes, muito embora sejam ambos chamados de polos. A maioria dos alunos trocou ideias com colegas sobre a resposta desta questão, e dentro de 5 min todos tinham respondido a questão. Antes de apresentar a solução, recolhi as folhas dos alunos, o que já me permitiu perceber que muitos alunos não responderam a pergunta da forma como era esperada. Analisando as respostas depois da aula, concluí que quatro alunos responderam que os polos magnéticos e geográficos são investidos, três alunos responderam que os polos coincidem norte com norte e sul com sul, dez alunos deram respostas que não estavam relacionadas com a orientação dos polos, surgindo, por exemplo, respostas dizendo que ambos recebem o nome de “polos”, e um aluno não respondeu esta questão.

Antes de apresentar a solução da questão, apresentei aos alunos uma bússola analógica que trouxe para o colégio, e a entreguei aos alunos para que, um a um, pudessem observar a forma como ela se movimenta e sempre volta a direcionar as pontas da agulha para os mesmos sentidos. Enquanto a bússola passava entre os alunos, apresentei a solução da quarta questão. Como a simulação computacional utilizada apresentava também um globo terrestre para análise do campo magnético da Terra, o qual permaneceu exposto durante a resolução da

última questão, escrevi no quadro sobre a imagem do globo terrestre a localização dos polos magnéticos da Terra, e enfatizei que eles estão invertidos em relação aos polos geográficos.

Enquanto eu solucionava a última questão, a diretora da escola fez um pronunciamento para todas as turmas a partir dos alto-falantes presentes nas salas de aula. O pronunciamento falava sobre a ameaça de massacre na escola que estava circulando entre a comunidade escolar, e atos de vandalismo dentro e fora da escola que aconteceram nas semanas anteriores. Ela disse que os envolvidos nessas ações ainda não tinham sido identificados, porém investigações estavam ocorrendo e a polícia poderia ser acionada a qualquer momento. Pediu a colaboração dos alunos para que informem qualquer conhecimento que possa ajudar na solução desta questão. A diretora também disse que os alunos poderão ser dispensados caso os pais e responsáveis que não se sentirem confortáveis em mantê-los na escola.

Enquanto ocorria o pronunciamento, o qual durou entre cinco e dez minutos, escrevi no quadro descrições para os polos magnéticos e geográficos, para esclarecer a diferença entre eles. Ao término do pronunciamento, apresentei que os polos magnéticos são propriedades magnéticas de um corpo, ao passo que os polos geográficos são regiões definidas em termos do eixo de rotação da Terra e não apresentam propriedades magnéticas. Então, continuando a apresentação de conteúdo, pontuei que os polos magnéticos e geográficos da Terra não estão nos mesmos locais na superfície da Terra, além disso já percebemos que os polos magnéticos variam sua posição ao longo do tempo. É chamando a atenção para estas características peculiares dos polos magnéticos da Terra que se colocou a pergunta: de onde vem o campo magnético terrestre? Questionei os alunos se poderia existir um gigantesco ímã permanente dentro do nosso planeta gerando o seu campo magnético, ideia a qual os alunos rapidamente responderam que não poderia corresponder à realidade, porém quando pedi que fossem apresentadas outras ideias os alunos pareceram inseguros e não responderam.

Antes de responder sobre a origem do campo magnético terrestre, apresentei com o auxílio de ilustrações algumas hipóteses que surgiram ao longo do tempo como explicações para a origem deste campo magnético. Todavia, devido à baixa resolução do projetor, alguns detalhes das ilustrações não puderam ser adequadamente apresentados, o que não impediu que as ideias essenciais das hipóteses fossem apresentadas.

Em seguida, encaminhado para a explicação atual sobre a origem do campo magnético terrestre, apresentei os eletroímãs. Eu disse que tais ímãs na maior parte das vezes são encontrados como construções artificiais, e conseqüentemente podemos encontrar eletroímãs dos mais variados tamanhos e em especial gerando campos magnéticos relativamente

intensos, além de que podemos iniciar ou interromper a geração de campo magnético por tais ímãs a partir do estabelecimento de uma corrente elétrica.

Os alunos pareceram bastante impressionados com as imagens apresentadas mostrando eletroímãs de grandes dimensões, e questionaram como seria possível realizar o transporte de um ímã como o Múon G-2 (um dos eletroímãs apresentados), presente no Fermilab, sem danificar equipamentos elétricos nas proximidades, então enfatizei que, sendo possível “desligar” este eletroímã, este certamente não possuía nenhuma corrente elétrica quando foi transportado, então não estava gerando nenhum campo magnético durante o transporte.

Para finalizar a apresentação sobre eletroímãs, abri um questionário com uma questão na plataforma *Mentimeter*. A questão perguntava “onde mais podemos encontrar eletroímãs”. 15 alunos responderam à pergunta. Algumas respostas bastante recorrentes foram as menções a telefones e motores. Confirmei ambas as respostas, e acrescentei que eletroímãs são bons instrumentos para produzir movimentos a partir de corrente elétrica, o que pode ser observado em motores elétricos e nos alto-falantes de telefones. Ao final, apresentei também uma imagem de uma fechadura magnética, similar àquela presente no portão da escola, e indiquei que seu funcionamento depende de um enrolamento de fio, o qual se transforma em um eletroímã quando a fechadura é acionada eletronicamente, o que movimenta uma trava de metal e abre a fechadura. Terminada a explicação, o período de aula se encerrou e os alunos foram liberados para o recreio.

Não foi possível finalizar a apresentação de conteúdo prevista no planejamento desta aula. Não foram apresentadas a menção ao experimento de Oersted, a explicação atual para a origem do campo magnético terrestre, e menções a outros fenômenos ligados ao campo magnético terrestre. Acredito que um motivo para esta situação podem ser o tempo tomado apresentando a atração e repulsão de ímãs, o que não estava previsto no plano de aula, porém considerei como algo necessário para a aula uma vez que poucos alunos assistiram o vídeo disponibilizado como atividade remota o qual tratava do assunto. Outro possível motivo foi a interrupção da aula causada pelo pronunciamento da diretora. Esta experiência ressalta aquilo que foi adiantado no relato de regência da aula 3. Para experiências futuras, garantirei que o conteúdo das aulas presenciais não esteja subordinado ao conteúdo das aulas remotas, de forma que a não audiência da aula remota por parte dos alunos não tenha impacto significativo na aula presencial.

Quanto às respostas da questão sobre a relação entre os polos magnéticos e geográficos da Terra, mais da metade dos alunos trouxeram respostas que não diziam sobre a

orientação dos polos. Isso pode ter sido ocasionado por uma falta de especificidade no enunciado da questão, o qual não mencionava o tipo de relação que se gostaria de analisar. Ainda, a minha fala sobre a diferença entre os polos magnéticos e geográficos momentos antes da resolução da questão por parte dos alunos parece ter induzido respostas que diziam respeito à nomenclatura utilizada para essas entidades, afastando ainda mais as respostas do fato que se buscava analisar. Para práticas futuras aumentarei a especificidade das questões, deixando mais claras as grandezas físicas ou objetos de interesse das questões.

4.5 AULA 5 (ATIVIDADE PRESENCIAL)

Data: 25/04/2022

Horário: 09h51min-11h30min (2 horas-aula)

Turma: 312

Alunos matriculados na turma: 35 (16 meninos e 19 meninas)

Alunos presentes: 23 (10 meninos e 13 meninas)

4.5.1 Plano de Aula

Conteúdo:

Revisão dos principais conceitos das aulas anteriores.

Objetivos de ensino:

Revisar com os alunos os assuntos trabalhados na aula anterior; avaliar os significados dados pelos alunos aos principais conceitos já apresentados.

Procedimentos:

Atividade Inicial (30min):

Relembrei alguns tópicos das aulas anteriores. O conceito de campo será reapresentado enfatizando-se o fato de que a descrição de sua natureza não é uma unanimidade em todas as áreas da ciência, e que, na verdade, o tema é algumas vezes tratado

como um tabu por causa de sua complexibilidade. Contudo, diferente de um tabu real, um assunto que não pode ser discutido em determinado contexto, as explicações científicas passam por critérios rigorosos para serem aceitas, e por isso recebem mais credibilidade do que explicações de senso comum. Completarei a retomada da primeira aula com a consideração de que estamos tratando o campo como uma entidade real e que dá propriedades especiais para o espaço no entorno das fontes de campo.

Relembrei os conceitos de campo magnético e polos magnéticos partindo do conhecimento adquirido na aula anterior de que a Terra possui um campo magnético em torno de si. Perguntarei aos alunos onde ficam os polos norte e sul magnéticos da Terra, e então perguntarei à turma qual é o polo de um ímã se este atrai a extremidade da bússola que aponta para o sul geográfico. Lembrarei que ímãs são sempre formados por dois polos, não existindo monopolos magnéticos, ao contrário do que podemos observar com cargas elétricas.

Terminarei a discussão sobre a origem do campo magnético terrestre conforme planejamento da aula 4.

Desenvolvimento (60min):

Organizarei os alunos em duplas ou trios, então entregarei a cada grupo uma folha com as seguintes questões abertas a serem trabalhadas por eles: “desenhe um possível sistema capaz de manter o ímã flutuando utilizando interações magnéticas. (Escreva juntamente com o desenho os componentes do sistema)”. “É possível aproximar um ímã retangular de uma bússola, até que os dois se toquem, mas sem que a agulha da bússola se mova? Justifique sua resposta”. “Explique o que pode acontecer se mantivermos próximos cabos de tensão e cabos elétricos de dados em funcionamento.” (As folhas desta avaliação podem ser verificadas no Apêndice D.)

As respostas deverão ser entregues de forma escrita no final da aula. Pedirei que os alunos escrevam as respostas nas próprias folhas entregues com as questões.

É permitido que os alunos pesquisem informações utilizando seus telefones celulares, porém eles devem evidenciar as fontes juntamente com as respostas. Caso os alunos tenham dificuldade em encontrar fontes, darei sugestões de algumas.

Fechamento (5min):

Aproximando-se o fim da aula, farei a demonstração experimental da segunda questão. Passarei de grupo em grupo fazendo a demonstração enquanto os alunos terminam a atividade. Caso essa demonstração possa ser feita com mais tempo após todos os alunos terminarem a avaliação, os próprios alunos podem tentar fazer a experiência de aproximar um ímã de uma bússola até que eles se toquem e sem que a agulha se mova.

Recursos:

Laptop, quadro-branco, canetas para quadro-branco, extensão de tomada, bússola, conjunto de ímãs.

Avaliação:

Avaliarei as respostas dos alunos com base na quantidade e qualidade de argumentos qualitativos e quantitativos, suposições tomadas ao longo das respostas, e justificativas para a adoção de tais argumentos e suposições. Também é avaliada a forma como são aplicados os conceitos apresentados nas aulas anteriores.

4.5.2 Relato de Regência

Em virtude dos acontecimentos narrados no relatório da aula do dia 18/04/2020, esta aula, que estava prevista para acontecer no dia 19/04/2022, foi transferida para o dia 25/04/2022, também para horários cedidos por professores de outras disciplinas. Porém, o professor do primeiro que cedeu o primeiro dos dois períodos para a realização desta aula precisava que alguns alunos, que não se fizeram presentes na sua aula do dia 18/04/2022, realizassem a sua avaliação aplicada naquele dia. Sendo esta a condição para a tomada do horário desse professor, e meu plano para a primeira meia hora desta aula seria realizar uma revisão do conteúdo até então apresentado, antes da aula iniciar, o professor que cedeu o horário buscou os sete alunos que precisavam fazer sua prova e levou os mesmos para outra sala. Feito isso, iniciei minha aula.

Conforme planejado, a aula iniciou com uma revisão dos conteúdos trabalhados em aulas anteriores. Durante a revisão na primeira aula, a qual tratava sobre o conceito de campo e explicações científicas, corrigi parte da apresentação daquela aula, na qual enunciei o conceito de campo como um “tabu no meio científico”. A correção foi feita frisando que o

conceito de campo é um tema científico o qual pode ser visto como tabu em contextos específicos, em especial, contextos relacionados ao ensino, uma vez que se trata de um conceito de maior complexidade, e por isso acaba sendo evitado em certos níveis de ensino.

A revisão do conteúdo da segunda aula ocorreu de acordo com o planejado, com a diferença que foi mais rápido do que eu esperava. Os alunos tiveram grande facilidade em responder às questões propostas, identificando quais polos se atraem e quais se repelem. Ao final da revisão da segunda aula, comentei também que, mesmo que saibamos que o polo norte geográfico da Terra está mais próximo de seu polo sul magnético, eventualmente podemos encontrar situações em que o polo norte magnético é considerado como aquele mais próximo do norte geográfico, porém esta nomenclatura é utilizada por questões de conveniência quando pessoas precisam comunicar sua orientação utilizando a bússola. Enfatizei que a nomenclatura cientificamente correta é que o polo sul magnético é aquele mais próximo do polo norte geográfico da Terra, e que é esta a forma aceita em nossas aulas.

Terminadas as revisões, apresentei o conteúdo da aula 2 síncrona que não foi apresentado na referida aula. A sequência dos conteúdos seguiu tal como planejado para a aula 2. Sendo assim, iniciei com alguns comentários sobre o experimento de Oersted, seguida da apresentação do vídeo¹⁸ com a demonstração do experimento. Em seguida apresentei a teoria mais atual para a origem do campo magnético terrestre, porém, para não tomar muito tempo desta aula com o conteúdo da anterior, preferi não falar sobre a composição e movimentos de todas as camadas geológicas da Terra, acabando por centrar somente no núcleo da Terra, mas breves comentários sobre o manto também foram feitos. Encerrando a apresentação de conteúdo, comentei sobre a importância do campo magnético terrestre para a proteção da vida na terra contra o vento solar, e apresentei um vídeo que ilustra a chegada do vento solar na Terra, mas o vídeo apresentava detalhes muito pequenos, o que dificultou a visualização devido a baixa resolução do projetor utilizado para a apresentação. Também foi comentado sobre a existência de campos magnéticos fora da Terra, indicando as estrelas de nêutrons como objetos cuja intensidade do campo magnético podem chegar a ser trilhões de vezes maior que a intensidade do campo magnético terrestre.

Neste momento já tinham passado cerca de 30min da aula, e coincidentemente todos os alunos que estavam realizando a avaliação do outro professor já tinham voltado. Então perguntei aos alunos se alguém estava com dúvidas sobre o que acabava de ser revisado ou apresentado pela primeira vez, e como ninguém se manifestou, iniciei a aplicação da

¹⁸ CG-PHYSICS-GLOBAL. **Oersted's experiment - Real-life footage of the experiment**. 2019. Youtube. Disponível em: <https://youtu.be/fCijKZXmaU8>. Acesso em: 17 abr. 2022.

avaliação prevista para esta aula. Pedi que os alunos se juntassem em duplas e trios, e assim que estavam organizados entreguei a folha com as questões da avaliação, a qual se encontra no Apêndice B. Enquanto os alunos respondiam as questões, mantive o enunciado nas mesmas em um slide durante todo o período da avaliação, facilitando assim a discussão dos enunciados frente a perguntas que os alunos poderiam realizar.

Vale lembrar que foi permitido que os alunos utilizassem seus telefones celulares para buscar informações na internet. Muito embora em mesmo tenha criado as questões desta avaliação, para garantir que não seriam encontradas "respostas prontas" na internet, fiz alguns testes de busca de trechos dos enunciados das questões e algumas variações dos enunciados no mecanismo de busca do Google, e de fato não existiam respostas diretas para as questões que criei. Para oferecer algumas fontes de informações na internet que pudessem ajudar os alunos, mais especificamente através de exemplos de aplicação da teoria vista em sala de aula, e que tivessem uma mínima semelhança com os problemas tratados nas questões, disponibilizei uma lista de *links* aos alunos (a qual pode ser verificada no Anexo A).

Os alunos se mantiveram conversando dentro de seus grupos por alguns minutos, até que surgiram as primeiras perguntas, onde os alunos demonstraram ter dificuldades em interpretar o enunciado da questão 2. A dificuldade dos alunos residia em visualizar o evento descrito na questão. Neste caso, utilize um ímã e uma bússola para demonstrar experimentalmente aos alunos com dúvidas que, quando aproximamos o ímã com um de seus polos voltado para a lateral da agulha da bússola, a agulha se move. Então esclareci a esses alunos que a questão 2 da avaliação pergunta se existe orientação entre bússola e ímã que permita fazer esta aproximação entre os dois objetos sem que a agulha da bússola gire. Os alunos expressaram estarem esclarecidos desta dúvida, mesmo assim desenhei no quadro a demonstração que fiz experimentalmente, para que os alunos pudessem lembrar da explicação que dei.

Depois de algum tempo de avaliação, quando mais questões já tinham sido respondidas, percebi que alguns grupos apresentaram problemas semelhantes em suas respostas para a primeira questão. Eles buscaram ideias na internet para responder a primeira questão, e embora eles não tenham copiado desenhos encontrados (o que verifiquei pedindo que eles me mostrassem suas fontes), seus desenhos não satisfaziam o enunciado da questão, em especial por não utilizarem um ímã em formato de barra como o objeto que flutua. Aparentemente, ao buscarem ideias para fazerem um objeto qualquer flutuar utilizando de interações magnéticas, acabaram adotando como objeto flutuante aqueles dos exemplos que encontraram prontos. Para estes alunos, deixei claro que a avaliação perguntava por um ímã

em formato de barra, e que caso encontrassem na internet sistemas com ímãs de outros formatos, poderiam buscar formas de trazer um mecanismo semelhante para o contexto da avaliação. Também indiquei alguns dos links disponibilizados os quais considerei mais pertinentes para que esses alunos encontrassem melhores ideias partindo do que eles já tinham avançado na questão da avaliação.

Mais tarde, quando o foco passou para a terceira e última questão da avaliação. Percebi que alguns grupos responderam esta questão falando sobre uma possível atração ou repulsão entre os cabos de tensão e elétrico de dados. Embora não tenha sido este meu objetivo inicial para a resposta desta questão, eu disse que essa resposta seria aceitável frente a uma suposição extra, de que a corrente elétrica no fio é muito grande. Decidi "entregar" esta suposição pronta para os alunos que buscavam resposta envolvendo atração e repulsão dos fios pois não acredito que eles teriam a percepção do quão grande teria que ser uma corrente elétrica através de dois fios esticados para que eles interajam desta forma. De qualquer forma, enfatizei que mesmo aqueles que buscaram este outro tipo de resposta, poderiam também mencionar eventos como aqueles apresentados em alguns dos links oferecidos por mim, que discutiam sobre a interferência no fluxo de informações de um cabo de dados próximo a um cabo de tensão.

Alguns grupos ficaram até o final da aula realizando a avaliação, e muitos realizaram a prova em uma sequência diferente de questões que 1, 2 e 3, deixando a segunda questão por último, por exemplo. Assim, não realizei a demonstração planejada para o fechamento da aula.

Dois duplas não responderam nenhuma das questões da avaliação. As mesmas duplas eram compostas por alunos que foram realizar a avaliação de outra disciplina no primeiro período. Sobre essa situação, em conversa com a professora supervisora, concordamos em dar a possibilidade para que esses alunos realizem a avaliação em casa, a partir do dia 29/04/2022 e para ser entregue no dia 06/05/2022.

Corrigindo a avaliação, alguns problemas encontrados nas respostas dos alunos foram os seguintes: na terceira questão, surgiram afirmações como "não acontece nada pois os cabos são isolados" e "não pode ter nada que cause interferência próximo a cabos de rede", mas embora estas afirmações partam do princípio que os cabos possam gerar alguma interferência um no outro (em especial no cabo elétrico de dados), elas respondem a questão anulando o problema proposto, então atribui metade da nota dessa questão para estas respostas.

Na segunda questão, vários alunos responderam que não seria possível fazer a aproximação dos objetos sem que a agulha da bússola se movesse, mas todos, inclusive

aqueles que responderam que é possível fazer a aproximação, justificaram lembrando que polos opostos se atraem e diferentes se repelem, no entanto, aqueles que responderam que era possível aproximar ímã e bússola como proposto também escreveram um exemplo de como isso poderia ser feito. Assim, os alunos que disseram que não seria possível aproximar os dois objetos, porém justificaram expressando conhecimentos sobre a relação entre polos magnéticos, receberam 70% da nota desta questão.

Na primeira questão, um problema recorrente nas respostas dos alunos foi a elaboração de sistemas instáveis para fazer o ímã em formato de barra flutuar. Grande parte das respostas na primeira questão consistiram em sistemas compostos por um simples ímã em formato de barra posicionado abaixo do ímã flutuante, ambos dispostos horizontalmente, e com polos iguais alinhados, de forma a se repelirem. Para resposta onde este foi o único erro observado, a nota atribuída foi 90% da nota da questão.

Os problemas enfrentados durante a realização da avaliação e identificados ao longo da correção evidenciam que todas as questões poderiam ser reelaboradas para que alguns destes problemas fossem minimizados. Por exemplo, à primeira questão poderia ser acrescentado um trecho que perguntasse se o sistema seria ou não estável, ou se seria capaz de manter o ímã em formato de barra flutuando durante longos períodos. Na segunda questão seria acrescentado ao enunciado um desenho de uma bússola e um ímã de sendo aproximados como um exemplo de como ocorre essa aproximação (deixando claro que se trata de uma possibilidade e que não necessariamente manterá a agulha da bússola imóvel). Na terceira questão, o enunciado poderia especificar estamos tratando de uma situação em que um dos cabos está realizando uma influência sob o outro, o que pode ser feito estabelecendo uma situação mais ilustrativa como "um electricista instala um cabo de tensão e um cabo de rede, ambos sem isolamento, em uma mesma tubulação", e pedir que os alunos que descrevam que tipo de interações pode surgir entre os cabos.

Vale também mencionar sobre o uso da internet para buscar ideias para responder às questões. Como relatei no ocorrido com a primeira questão, mesmo com acesso a referências sugeridas por mim, os alunos buscaram outras fontes, algumas destas levando a respostas erradas na avaliação, seja porque os alunos não souberam extrair as informações pertinentes destas fontes ou porque acreditaram que as informações encontradas em um determinado local poderia satisfazer plenamente a questão da avaliação, o que levou a negligência de detalhes importantes do enunciado da primeira questão. Para práticas futuras, deixarei mais restrita a busca de informações da internet, permitindo o uso somente das fontes indicadas por mim. Além disso, deixarei mais claro que não será toda informação encontrada em uma fonte

na internet que será pertinente para a solução da avaliação, e que eles deverão utilizar essas informações como ideias para construir suas próprias respostas.

4.6 AULA 6 (ATIVIDADE REMOTA)

Duração: 40min31s (1 horas-aula)

Turma: 312

Alunos matriculados na turma: 35 (16 meninos e 19 meninas)

4.6.1 Plano de Aula

Conteúdo:

Domínios magnéticos, ímãs permanentes e temporários.

Objetivos de ensino:

Apresentar os conceitos de domínio magnético; aprofundar a classificação dos ímãs entre permanentes e temporários.

Procedimentos:

Atividade Inicial (15min):

Comentarei que, muito embora tenhamos trabalhado sobre a atração entre dois corpos que previamente geram campos magnéticos, isto é, dois corpos os quais podem ser tratados como ímãs isoladamente, também sabemos que ímãs atraem materiais não imantados. Em especial, já sabemos que um ímã atrai pedaços de ferro não imantados. Apresentarei mais alguns casos em que podemos observar este tipo de interação, como em alguns modelos de fechaduras eletrônicas, ímãs de geladeira, ímãs usados para acumular agulhas de costura ou prendedores de papel, ou mesmo ímãs utilizados para a limpeza de corpos d'água.

Para demonstrar que esses materiais atraídos por ímãs de fato se comportam como ímãs quando estão mais próximos, exibirei uma gravação de uma demonstração realizada por mim. Na gravação, tentarei equilibrar duas moedas posicionadas verticalmente uma em cima

da outra. Evidenciando que essa é uma atividade realmente difícil, questionarei se não existiria uma estratégia que possibilitasse isso, porém sem uso de colas. Estabelecido um problema para o qual se está buscando uma solução, apresentarei um ímã, e como sua presença faz com que as moedas também apresentem atração uma pela outra. Depois disso, demonstrarei que com a presença do ímã é muito mais fácil equilibrar as moedas tal como planejado. Completarei a gravação mostrando que com a ajuda de dois ímãs é possível perceber como as moedas tanto podem se atrair como repelir, assim como ímãs aproximados por polos semelhantes ou diferentes.

Desenvolvimento (15min):

Apresentarei a classificação de ímãs permanentes e temporários, sendo os primeiros aqueles que se mantêm magnetizados por longos períodos sem a presença de outro agente que mantenha suas características, e os segundos aqueles que rapidamente perdem sua magnetização após serem afastados de tais agentes. Identificarei as moedas como ímãs temporários. Para entender melhor como um material pode se comportar ora como um ímã ora não, revelarei que devemos nos perguntar de onde vem a qualidade magnética dos ímãs permanentes.

Partindo de comentários sobre a inexistência de monopolos magnéticos, questionarei sobre o que aconteceria caso se partisse um ímã ao meio. Então mostrarei trechos de um vídeo¹⁹ o qual demonstra experimentalmente um ímã sendo cortado em vários pedaços, e sendo verificados os polos de suas extremidades.

Apresentarei um desenho esquemático de um ímã repartido em várias partes, cada uma delas sendo um ímã menor com seus polos alinhados com o ímã maior²⁰. Essas regiões são nomeadas de domínios magnéticos, sendo apresentadas como “mini-ímãs” que compõem juntas o ímã maior. O mesmo desenho é reproduzido, porém agora substitui-se as indicações de polo norte e sul, e apresenta-se setas dentro de cada repartição, as quais apontam no sentido do que era anteriormente o norte de cada repartição. As setas dos domínios magnéticos serão introduzidas como a representação mais usual dos domínios magnéticos. O desenho será então dividido, apresentando vários conjuntos de domínios magnéticos

¹⁹ QM OXFORD. **Magnetism: Cutting a magnet in half**. 2019. Disponível em: https://youtu.be/q0d_SS-0Puk. Acesso em: 25 abr. 2022.

²⁰ Este desenho, assim como os demais descritos neste parágrafo, estão presentes no Apêndice F.

separados, todos apontando para o mesmo sentido, então evidencia-se como podemos interpretar isso como cada uma dessas partes mantendo características de um ímã individual.

Fechamento (10min):

Por fim, apresentarei a classificação de ímãs permanentes e temporários com o auxílio de ilustrações esquemáticas de objetos com domínios magnéticos alinhados e desalinhados, revelando também que domínios magnéticos desalinhados podem anular as qualidades magnéticas de um corpo.

Recursos:

Câmera fotográfica digital para a gravação dos experimentos, tripé para câmera, ímãs, bússola, moeda de dez centavos, moeda de um real, microfone, *softwares* de gravação de voz, edição de vídeo, e criação de *slides*.

4.6.2 Relato de Regência

A elaboração desta aula também ocorreu de acordo com o planejado, muito embora tenha resultado mais longa do que o previsto inicialmente. A aula foi dividida em quatro vídeos com os seguintes títulos:

Ímãs e o Ferro (Parte 1): Discussão inicial e exemplos de interação entre ímãs e peças de ferro²¹

Ímãs e o Ferro (Parte 2): Como equilibrar moedas na vertical (experimento)²²

Ímãs e o Ferro (Parte 3): Dividindo ímãs, e domínios magnéticos²³

Ímãs e o Ferro (Parte 4): Domínios magnéticos e como um pedaço de ferro se torna um ímã²⁴

Tal como nas demais atividades remotas, os vídeos desta aula foram postados no Youtube agrupados em uma *playlist*, e um *link* para a *playlist* foi compartilhado com os alunos.

²¹Disponível em: <https://youtu.be/PFuO8yiAw0E>

²²Disponível em: <https://youtu.be/YCJ9W1jLHPw>

²³Disponível em: <https://youtu.be/2n7HUpbkZns>

²⁴Disponível em: <https://youtu.be/XyAJ-wbBWsg>

Utilizei uma câmera fotográfica em modo de vídeo para a gravação do experimento, tal como sugerido no relato da aula 3. Embora fosse mais difícil de configurar e o áudio gravado pela câmera não seja de muita qualidade, a câmera fotográfica foi capaz de gravar durante maiores períodos, o que foi essencial para a realização do experimento de equilibrar moedas, pois este foi mais difícil e demandou mais tempo do que o esperado. Acredito que os ímãs utilizados durante o experimento, por serem esféricos e não terem indicações precisas dos locais de seus polos, foram um fator que dificultou a realização do experimento. Sendo a resposta ao problema do experimento a construção de uma pilha vertical com as duas moedas e um ímã, na qual o ímã é a base da pilha, foi necessário manter o ímã firme em sua posição durante todo o tempo, para que este não girasse e acabasse desalinhando as moedas acima. Caso decida realizar este experimento no futuro, providenciarei um ímã com um formato mais apropriado para a atividade.

4.7 AULA 7 (ATIVIDADE PRESENCIAL)

Data: 29/04/2022

Horário: 09h51min-11h30min (2 horas-aula)

Turma: 312

Alunos matriculados na turma: 35 (16 meninos e 19 meninas)

Alunos presentes: 25 (12 meninos e 13 meninas)

4.7.1 Plano de Aula

Conteúdo:

Corrente elétrica (dentro da lei de Ampère), realização de previsões experimentais.

Objetivos de ensino:

Apresentar conceitualmente a lei de Ampère; montar circuitos em conjunto com os alunos, variando componentes e observando suas consequências na corrente elétrica; questionar os alunos sobre a natureza de um campo magnético gerado por uma espira.

Procedimentos:

Atividade Inicial (40min):

Iniciarei a aula fazendo a seguinte pergunta aos alunos: “o que é, o que é? Carrega pessoas, corre sem tocar no chão, e pode chegar a 600 km/h.” Após colher algumas respostas dos alunos, revelarei que a resposta é na verdade um trem. Trata-se do SCMagLev. Apresento o trem em questão utilizando imagens ou vídeos, comentando sobre quem o criou, onde é utilizado e desde quando é utilizado. Trago algumas características de outros trens, os quais estão muito longe de alcançar as velocidades que este alcança, então é feita a seguinte pergunta: “como um trem consegue alcançar 600 km/h?”. Para esta última pergunta, os alunos deverão responder via a plataforma *Mentimeter*, então sendo possível projetar algumas respostas no quadro-branco e discutir as mesmas.

Chamando a atenção para a questão do combustível, perguntarei aos alunos o que poderia mover este trem. Lembrarei os alunos sobre os momentos ao longo das aulas passadas nos quais se fez referência a conexão entre corrente elétrica e campo magnético. Em especial, retomarei o experimento de Oersted e a questão do questionário da aula anterior a qual perguntava sobre a influência entre dois cabos percorridos por corrente. Afinal, direi que na verdade o que move o trem é eletricidade, mais precisamente, eletricidade utilizada na criação de grandes eletroímãs.

Revelarei que existe uma equação que representa a relação entre um campo magnético e a corrente elétrica que o gera, a qual é conhecida como a lei de Ampère, e mostrarei um vídeo²⁵ no qual é possível ver limalha de ferro se organizando no entorno de um cabo percorrido por eletricidade. Para manter a simplicidade do assunto, apresentarei somente a equação da intensidade do campo magnético a uma dada distância de um fio retilíneo, lembrando que esta não é a única equação que relaciona corrente elétrica e campo magnético, e que para situações mais complexas temos outras equações.

Desenvolvimento (50min):

Antes de começar as atividades experimentais, apresentarei a corrente elétrica conceitualmente como um fluxo de cargas elétricas, da mesma forma que uma corrente de

²⁵ ELETRICITY - O CANAL DA ELÉTRICA. **Cabo de internet junto com cabo elétrico? - tem muita gente em home office fazendo errado.** 2021. Disponível em: <https://youtu.be/tfGXaZD4pTw>. Acesso em: 28 abr. 2022.

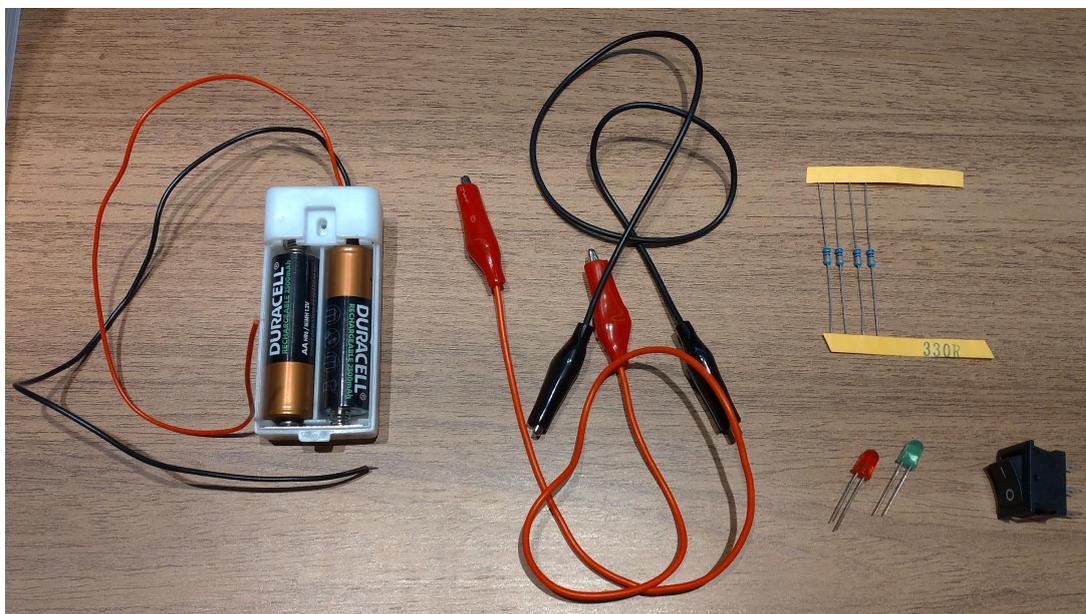
água é um fluxo de moléculas de água. Relembrarei o conteúdo de materiais isolantes e condutores apresentados pela professora titular nas aulas anteriores à regência do estagiário. Perguntarei aos alunos se algum deles imagina qual seja a relação entre corrente elétrica e tensão. Após discutir as respostas dos alunos, evidenciando respostas relacionadas à proporcionalidade dessas duas grandezas, revelarei que elas podem ser descritas por uma proporcionalidade direta, onde o fator de proporcionalidade é a resistência.

Visando exercitar habilidades de previsão de resultados experimentais, assim como mostrar a mudança da corrente elétrica em um circuito após a modificação deste circuito, montarei em conjunto com os alunos alguns circuitos simples utilizando pilhas, fios condutores, resistores, chaves e LEDs. (Exemplares destes materiais podem ser observados na Figura 5.) Os alunos estarão organizados em uma meia lua, onde eu estarei localizado em sua abertura. Caso a meia lua formada pelos alunos seja muito grande, o que impediria a visualização apropriada dos experimentos pelos alunos, os alunos serão organizados em duas meias luas concêntricas, onde na interior os alunos permanecem sentados no chão e na exterior os alunos permanecem sentados em cadeiras, e eu permanecerei na abertura da meia-lua sentado no chão para realizar os experimentos.

Embora eu pretenda liderar a montagem dos circuitos, visando preservar a integridade dos equipamentos, reconheço a importância da sugestão de Ferreira (1978 *apud* GASPAR; MONTEIRO, 2005, p. 229) sobre a importância da interação dos alunos com os equipamentos, então permitirei que os alunos auxiliem na construção dos circuitos, mas principalmente apresentem suas ideias para montar circuitos que satisfaçam às seguintes questões: monte um circuito que acenda um led; com os mesmos dois resistores de 330Ω , monte circuitos com correntes elétricas diferentes; verifique se a corrente elétrica é a mesma antes e depois de passar por uma resistência; monte um circuito com três LEDs brilhando com intensidades diferentes; monte um circuito com os mesmos componentes do anterior, porém com todos os LEDs brilhando igualmente.

Para mostrarem suas hipóteses de circuitos, lembrarei os alunos que eles podem montar desenhos dos circuitos, seja em papel ou no quadro. Os circuitos serão sempre construídos desligados por uma chave, e serão ligados somente após os alunos responderem à questão “em sua opinião, o circuito vai apresentar o comportamento desejado? Se não, o que você acha que pode acontecer?”. Estas perguntas os alunos deverão primeiramente responder de maneira escrita em uma folha, e depois alguns são convidados a declarar suas respostas oralmente caso não acreditem que o circuito funcionará como o esperado, sendo também convidados a justificarem suas respostas.

Figura 5 - (Da esquerda para a direita) Exemplos de pilhas (em suporte), fios condutores, resistores, LEDs, e chave de circuito



Fonte: Acervo Pessoal

Tanto a montagem conjunta dos circuitos como a pergunta feita aos alunos sobre o funcionamento dos circuitos tem como objetivo proporcionar reflexões sobre o funcionamento do experimento antes que o sistema entre em funcionamento, um exercício de predição que está baseado na sugestão de Crouch *et al.* (2004).

Fechamento (5min):

Voltarei a falar da lei de Ampère, dando ênfase para a direção do campo magnético criado pela corrente. Questionarei os alunos sobre disposição de um campo magnético criado por uma espira ou solenoide percorrido por corrente.

Recursos:

Laptop, quadro-branco, canetas para quadro-branco, extensão de tomada, pilhas AA de 1,2V, suporte para pilhas com chave acoplada, fio condutores com encaixes de jacarés nas pontas, resistências de 330 Ω e 1k Ω , LEDs e multímetro.

4.7.2 Relato de Regência

Após discutir com a professora supervisora sobre os alunos que não realizaram a avaliação na aula do dia 25/04/2022, concordamos em deixar que eles realizassem a avaliação em período extraclasse e entregassem na aula do dia 06/05/2022. Sobre o mesmo tema, acordamos também em devolver as avaliações daqueles que tiraram notas abaixo de 70% da nota da avaliação, para que estes pudessem passar suas provas a limpo, fazendo correções, e entregando na aula do dia 06/05/2022 também. Não escrevi correções ou valores das questões nas avaliações devolvidas, mas disse aos alunos que se eles tiverem muitas dúvidas com as questões poderiam entrar em contato comigo até a entrega da avaliação.

Por ganharem uma nova oportunidade de fazer a avaliação, inclusive em um período muito maior, a nota máxima permitida a estes alunos será 70% da nota máxima da avaliação de quem respondeu somente durante a aula do dia 25/04/2022.

Assim, iniciando a aula, devolvi a avaliação juntamente com uma folha em branco para aqueles que passariam a avaliação a limpo, e entreguei as questões em branco daqueles que não responderam a avaliação para que possam fazê-lo. Além disso, dois alunos os quais aparentemente não estavam presentes na aula do dia 25/04/2022 me perguntaram se poderiam realizar a avaliação. Decidi então entregar a avaliação para que esses dois alunos possam fazê-la e entregar no dia 06/05/2022 assim como os demais.

A explicação para a turma sobre a situação daqueles que poderão recuperar suas notas, assim como a entrega das folhas para estes alunos, acabou durando cerca de 15min, muito mais do que eu esperava, o que sem dúvida impactou nas demais partes da aula.

Partindo para a apresentação de conteúdo, iniciei a aula como planejado, perguntando aos alunos sobre algo que poderia carregar pessoas, correr afastado do chão e alcançar 600 km/h. Quase todos os alunos se engajaram voluntariamente na discussão, seja apresentando suas ideias do que poderia ter essas características, debatendo com colegas sobre suas respostas, ou ainda utilizando seus smartphones para verificar informações para possíveis respostas. Surgindo respostas como "carro voador", "vento", "balão", "avião" e "trem", as quais listei no quadro.

Após listar mais algumas respostas, comentei sobre cada uma delas e sobre o que poderia desclassificar algumas dessas respostas. Então evidenciei que poderíamos considerar mais que uma resposta correta dentre aquelas listadas, e uma delas seria o avião, e digo que a outra resposta correta, a qual seria o tema da aula, era o trem. Imediatamente, uma aluna argumentou que um trem não anda afastado do chão, então apresentei uma imagem do

SCMagLev, e esclareci que se trata de um trem muito específico, e que embora ele ande sobre rodas quando está em baixa velocidade, ele logo recolhe suas rodas assim como um avião e passa a planar sobre sua pista ao alcançar velocidades suficientemente grandes.

Assim como o planejado, falei que o SCMagLev começou a ser desenvolvido pela Companhia Central de Ferrovias do Japão em 1962, alcançando seu recorde de velocidade em 2015, com 603 km/h. Comentei também que o SCMagLev tem previsão para começar a operar comercialmente somente em 2027, e até hoje ele tem transitado somente em uma pista de testes. Completando a apresentação deste trem, mostrei um vídeo²⁶ para ilustrar o seu movimento em uma pista de testes.

Mostrei então outros tipos de trens, o trem a vapor e o trem a diesel, e mencionei que, embora existam registros de trens desses tipos superando tais limites, esses trens podem alcançar, respectivamente, velocidades entre 100 e 200 km/h e entre 200 e 300 km/h. Feito este comentário, pedi que os alunos respondessem através de seus *smartphones* a pergunta relativa ao SCMagLev: “como um trem consegue alcançar essa velocidade?” Antes dos alunos iniciarem a responder, deixei claro que gostaria que eles respondessem a pergunta partindo de seus próprios conhecimentos. Também comentei que, embora eu tenha direcionado um pouco a questão falando anteriormente sobre trens diferenciados pelo tipo de combustível que utilizam, a resposta dos alunos não precisava estar relacionada com o combustível do SCMagLev.

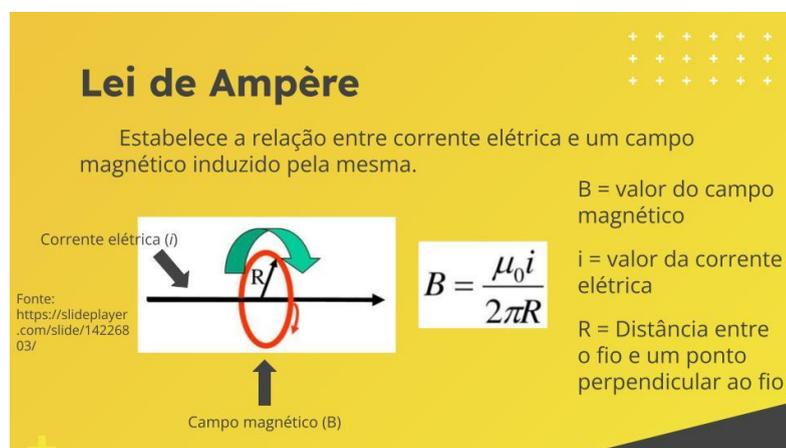
Várias das respostas enviadas pelos alunos tiveram relação com entidades ligadas ao magnetismo, ou evidenciaram qualidades magnéticas em alguns objetos, como os trilhos. As justificativas para a velocidade do SCMagLev envolveram tanto menções sobre a capacidade de aceleração do trem, a ausência de atrito com o chão, sua aerodinâmica, e também sobre o combustível. Chamei a atenção para as respostas que comentavam sobre agentes envolvidos na aceleração do trem, dentre os quais alguns alunos mencionaram ímãs ou ainda eletricidade. Então propus a pergunta seguinte, “o que move esse trem”, a qual deveria ser discutida em grande grupo oralmente, porém ao perceber o horário avançado da aula decidi passar diretamente para os comentário sobre o experimento de Oersted e a questão sobre a influência de cabos com corrente elétrica presente na avaliação da aula 5 (tendo o cuidado para não revelar informações a aqueles que ainda não tinham realizado avaliação). Por fim, revelei que o SCMagLev é movido por eletroímãs que produzem um campo magnético muito intenso, e é

²⁶ STEFANO SABADINI. **Crazy Fast Japanese Linear Shinkansen train. the 603 km/h World speed record.** 2016. Disponível em: <https://youtu.be/SIzOFZug8C8>. Acesso em: 28 abr. 2022.

mencionado essa capacidade de criar campos magnéticos extremamente intensos, além de ser possível regulá-los, que enunciei a Lei de Ampère.

Ilustrei esta lei Física com o uso de um vídeo²⁷, tal como planejado, e então apresentei em *slides* (um dos quais pode ser conferido na Figura 6 abaixo) o caso de um campo magnético circular gerado pela corrente elétrica em um fio retilíneo, o que foi feito a partir de um desenho esquemático e a equação que prevê a intensidade do campo magnético neste sistema.

Figura 6 - *Slide* com esquema de campo magnético gerado por corrente elétrica em um fio retilíneo e a equação que prevê a intensidade do campo magnético neste caso



Fonte: Acervo pessoal

Enfatizei que esta equação se trata de um caso específico da equação mais geral e complexa da lei de Ampère. Expliquei cada termo da equação, e como o valor da intensidade do campo magnético em um ponto é diretamente proporcional à corrente elétrica, e é inversamente proporcional à distância desde o fio percorrido por corrente.

Uma aluna expressou confusão com a relação entre a distância do fio até o círculo que representava o campo magnético no desenho esquemático apresentado. Ela disse que não entendia porque a intensidade do campo magnético diminuía quando o círculo aumentava. Então expliquei que a equação apresentada calcula o campo magnético em um ponto no espaço, então desenhei no quadro vários pontos a uma mesma distância de um fio, os quais afinal formam um círculo no qual a intensidade do campo magnético gerado pela corrente é o mesmo. Contudo, estando a aluna ainda um pouco confusa, fiz uma analogia com

²⁷ ELETRICITY - O CANAL DA ELÉTRICA. **Cabo de internet junto com cabo elétrico? - tem muita gente em home office fazendo errado.** 2021. Disponível em: <https://youtu.be/tfGXaZD4pTw>. Acesso em: 28 abr. 2022.

eletrostática, desenhando no quadro uma carga elétrica circular e ao redor dela alguns pontos, perguntei à aluna em quais dos pontos o campo elétrico seria mais intenso e ela prontamente respondeu que quanto mais perto da carga mais intenso será o campo. Então expliquei que com o fio esticado acontece algo semelhante, pois quanto mais distante do fio menor será a intensidade do campo magnético. Neste momento, a aluna expressou ter sanado sua dúvida.

Um aluno também surgiu com uma dúvida sobre a equação, ele questionou se existiria uma distância desde o fio para a qual o campo magnético é igual a zero. Frente a isso, chamei a atenção para a relação inversamente proporcional entre intensidade de campo magnético e distância desde o fio. Desenhei também um esboço de gráfico de uma função do tipo

$$f(x) = \frac{1}{x}$$

e evidenciei como o valor da função nunca é zero, apesar de se aproximar disso tanto quanto se queira. O aluno pareceu satisfeito com a explicação, então busquei dar continuidade à aula. Contudo, outro aluno trouxe uma dúvida sobre a equação do campo magnético gerado pelo fio esticado, ele não tinha entendido do que se tratava o termo μ_0 . Como resposta, frisei que se trata de uma constante, isto é, um valor que permanece sempre o mesmo, porém também comentei que esse termo descreve de alguma forma o impacto que o ambiente tem sobre a intensidade do campo magnético gerado pela corrente, e que o valor deste termo mudaria se estivéssemos trabalhando em ambientes com propriedades diferentes. A título de exemplo, disse que o campo magnético gerado pelo mesmo fio pode ser diferente no vácuo, no ar, e embaixo d'água.

Sanada todas as dúvidas, eu trouxe uma questão de múltipla escolha para os alunos responderem oralmente. A questão pedia que os alunos comparassem a intensidade do campo magnético gerado por um fio que passa pelo centro de uma região quadrada em dois pontos da região, nos vértices do quadrado e nas suas arestas. Existiam três respostas possíveis, uma dizendo que o campo no vértice é mais intenso que na aresta, outra dizendo que era menos intenso, e outra dizendo que eram iguais. Depois de pensarem em suas respostas durante alguns instantes, vários alunos começaram a expor suas opiniões e a conversar entre si sobre suas respostas. Todas as três respostas contaram com algum voto, porém percebi que os alunos que disseram que o campo era igual na aresta e no vértice pareciam bastante inseguros de suas respostas. Então respondi que a resposta certa é que o campo magnético no vértice do quadrado é menos intenso do que na aresta, e isso se deve a este ponto estar mais distante do fio percorrido por corrente do que a aresta.

Até o momento, tratei daquilo que estava planejado para a atividade inicial desta aula. Em virtude do tempo devolvendo avaliações, e sanando as várias dúvidas dos alunos sobre a lei de Ampère, iniciei a apresentação da corrente elétrica tardiamente. Mesmo assim, o fiz conforme planejado. Comparei o fluxo de cargas elétricas em uma corrente elétrica com o fluxo de moléculas de água em uma corrente de água, apresentando duas imagens para ilustrar cargas elétricas em movimento, uma se movendo entre duas placas com cargas elétricas de diferente sinais e outra com as cargas se move do dentro de um fio. A carga elétrica no primeiro caso era positiva e no segundo caso era negativa. Enfatizei que cargas elétricas em movimento, sejam positivas ou negativas, ou estejam livres ou dentro de um fio, podem caracterizar uma corrente elétrica.

Comentei sobre os materiais isolante e condutores os quais a professora supervisora da apresentou em suas aulas antes que eu começasse minha regência, dizendo que está classificação permanece importante para o estudo da corrente elétrica, uma vez que entendemos que um material ser condutor significa que ele permite a passagem de corrente elétrica através de si, e na medida em que o material oferece maior dificuldade para a passagem de corrente elétrica dizemos que este é um material isolante.

Perguntei aos alunos o que aconteceria se aplicássemos a um mesmo pedaço de borracha com cerca de 20cm, uma tensão de 220V e uma de 10^7 V. Os alunos prontamente responderam que provavelmente nada aconteceria para a tensão de 220V, porém uma tensão de 10^7 V poderia prejudicar o pedaço de borracha. Por exemplo, uma aluna disse que a borracha queimaria, e um aluno disse que na verdade explodiria. Então expliquei que, embora eu não tenha certeza dos danos a borracha submetida a 10^7 V, os possíveis danos observados na borracha surgiriam devido a passagem de uma corrente elétrica muito grande através da borracha. E completei dizendo que, mesmo para materiais isolantes, existe uma tensão elétrica para a qual a corrente elétrica passa a ser significativa. E revelei que quanto maior for a tensão, maior deve ser a corrente elétrica através de um mesmo objeto.

Mesmo faltando cerca de 25min para o fim da aula, dei início aos experimentos, mesmo que não pudesse realizar todos aqueles previstos. Pedi que os alunos fizessem uma meia lua com suas cadeiras, e eu fiquei sentado no chão para que todos pudessem visualizar os experimentos. Perguntei se todos na turma tinham boa visão do aparato experimental e todos disseram que sim.

Para o primeiro experimento, consistindo em acender um LED, perguntei se alguém gostaria de participar da montagem e uma aluna rapidamente disse que gostaria. Então ambos sentamos no chão para montar o circuito. Antes de começar a montagem, eu disse a todos que,

embora aquela aluna estivesse ajudando e pudesse aplicar suas ideias de maneira mais direta, os demais colegas ainda poderiam ajudar na construção dos circuitos.

A aluna que se voluntariou parecia um pouco confusa com os passos a tomar na construção do circuito, ela entendia que cada componente deveria ser conectado, porém não sabia como. Neste momento revelei que, para um circuito "funcionar", e passar corrente elétrica através dele, é necessário que esteja fechado. Ilustrei isso desenhando no quadro-branco um circuito em formato de círculo, o qual partia da fonte de tensão, que no caso eram as pilhas, conectava em série o LED, um outro componente o qual não especifiquei, e chegava de volta até a fonte de tensão. Isso pareceu esclarecer a aluna, a qual disse que teria que conectar uma das "pernas" do LED em um dos fios do suporte de pilhas e então conectar a outra perna no outro fio do suporte de pilhas. O circuito sugerido foi montado, mas antes ligá-lo mencionei que era composto somente por um simples LED e uma fonte de tensão de 2,4V e que isso poderia estabelecer uma corrente muito grande, a qual poderia danificar o sistema, então conectei em série no circuito um resistor de 330 ohms, apresentando este componente como tendo a função de estabelecer uma resistência à passagem de corrente elétrica, diminuindo assim o valor da corrente elétrica. Para poupar tempo e passar para o próximo experimento, resolvi não questionar os alunos se eles tinham certeza sobre o funcionamento do circuito e liguei o circuito. Foi possível observar a luz emitida pelo LED, mesmo que um pouco ofuscada pela claridade da sala de aula.

Para o segundo experimento, perguntei se alguma outra pessoa gostaria de se juntar a mim na montagem do circuito. Ninguém se manifestou, mas um aluno prontamente ofereceu ideias de como seria possível montar circuitos com correntes elétricas diferentes. Ele teve dificuldade para explicar a montagem, então fomos para o quadro-branco no qual ele desenhou o circuito que estava imaginando, e eu pude perceber que se tratava de um circuito com dois resistores em paralelo. Montei o circuito. Antes de ligá-lo, peguei o multímetro e o apresentei para a turma como um equipamento que pode medir diferentes propriedades de um circuito, entre elas a corrente elétrica através do circuito. Pedi que um aluno lesse o multímetro enquanto eu o conectava em série com o circuito, e durante isso comentei que para medir a corrente em um circuito com um multímetro como aquele é necessário "quebrar" o circuito e acrescentar o multímetro no meio deste. Afinal liguei o circuito e o multímetro começou a mostrar valores para a corrente elétrica.

Estando prestes a terminar o período, enfatizei a diferença do circuito proposto no último experimento, o qual se dividia em duas partes que se juntavam depois, com o circuito proposto no primeiro experimento, que não se dividia em nenhum momento. Também

comentei que se montássemos um circuito que não se divide, e conectássemos em série os mesmos dois resistores do segundo experimento, observaríamos uma corrente elétrica menor do que quando estes estavam em paralelo.

A questão sobre o campo magnético gerado no centro de uma espira que eu planejei apresentar no final da aula também não pode ser executada, todavia, ainda pretendo apresentá-la na aula de dúvidas prevista para o dia 04/05/2022.

Muitos imprevistos aconteceram nesta aula, os quais tomaram uma quantidade de tempo considerável, como a devolução da avaliação e as diversas dúvidas relacionadas à lei de Ampère. Infelizmente, a parte experimental da aula acabou prejudicada, sendo interrompida pela metade. Mesmo assim, entendo que isto ocorreu em favor de um melhor entendimento dos alunos sobre a lei de Ampère, o que será mais importante para a realização da avaliação do dia 06/05/2022. Subestimei a quantidade de dúvidas que os alunos teriam durante esta aula, e em futuras aulas distribuirei melhor o tempo entre os assuntos tratados, considerando o potencial do assunto gerar dúvidas, além do tempo da apresentação prevista para o assunto.

Os experimentos que não apresentei nesta aula não poderão ser apresentados na próxima atividade presencial, pois pretendo oferecer um período maior para a realização da avaliação. Durante os experimentos realizados, percebi que os alunos foram capazes de prever circuitos os quais responderam às questões propostas, porém um número de alunos menor do que o esperado realmente participou da atividade apresentando suas ideias para os circuitos. Em termos de foco na atividade, a maioria dos alunos pareceu envolvida, alguns inclusive preferindo permanecer de pé contanto que pudessem estar mais próximos do experimento. Para situações futuras, convidarei mais que um único aluno auxilie na montagem dos experimentos, dando preferência para aqueles que eu perceba menos engajados, de forma que eles possam participar mais da atividade, mesmo que seu trabalho consista mais em acatar as sugestões de colegas.

4.8 AULA 8 (ATIVIDADE REMOTA)

Data: 04/05/2022

Duração: 1h50min (1 horas-aula)

Turma: 312

Alunos matriculados na turma: 35 (16 meninos e 19 meninas)

4.8.1 Plano de Aula

Conteúdo:

ímãs, campo magnético, magnetização, lei de Ampère.

Objetivos de ensino:

Sanar dúvidas dos alunos sobre os conteúdos visto das aulas 1 à 4.

Procedimentos:

Atividade Inicial (15min):

A aula consistirá em uma transmissão ao vivo via internet no Youtube.

Inicialmente, listarei os tópicos abordados nas aulas presenciais e remotas anteriores, identificando cada tópico com sua respectiva aula. Em seguida, serão dados mais detalhes sobre os alunos sobre como acontecerá a atividade avaliativa na próxima aula síncrona. Revelarei que nesta atividade o foco estará na aplicação da Lei de Ampère, e que os alunos terão de utilizar de habilidade de previsão de fenômenos físicos e interpretação de resultados experimentais, além dos conceitos de Física trabalhados até então.

Será aberto um questionário na plataforma *Mentimeter* para que os alunos possam enviar suas dúvidas, e serão oferecidos 5 min para que eles possam pensar em enviar suas dúvidas.

Desenvolvimento (35min):

Trabalharei as dúvidas dos alunos. Na medida do possível, não utilizarei as apresentação em slides apresentadas nas aulas anteriores, mas sim recursos similares encontrados na internet.

Fechamento (10min):

Perguntarei aos alunos sobre a direção do campo magnético gerado no interior de uma espira, enfatizando que entender esta questão poderá ajudá-los na realização da avaliação de 06/05/2022. Então reforçarei a importância dos alunos assistirem os vídeos disponibilizados como aulas assíncronas, uma vez que conceitos apresentados nestes vídeos podem ser extremamente úteis para um melhor entendimento da atividade avaliativa.

Recursos:

Software de gerenciamento de transmissão de vídeo ao vivo para o Youtube, *software* de quadro-branco, mesa digitalizadora.

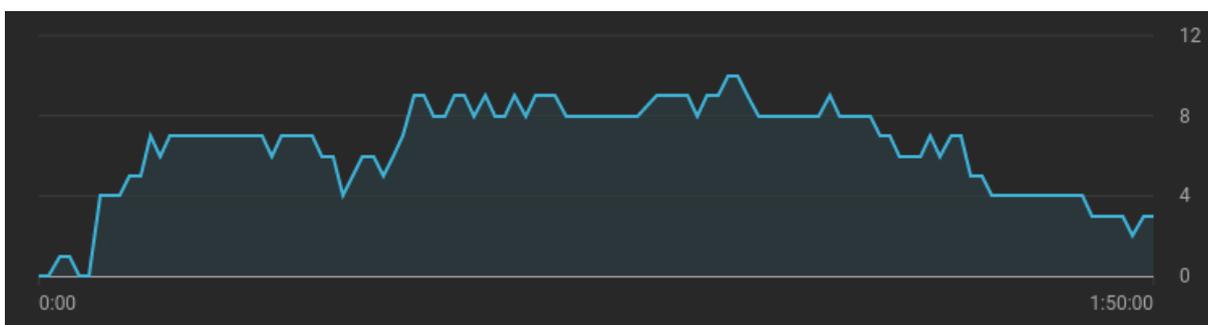
4.8.2 Relato de Regência

O número de espectadores para a transmissão ao vivo foi muito maior do que eu esperava, uma vez que poucos alunos responderam o formulário que enviei perguntando o melhor horário para transmissão para aqueles que pretendiam assisti-la. Um gráfico com o número de espectadores simultâneos em diversos momentos da transmissão foi disponibilizado pelo Youtube e pode ser verificado na Figura 7 abaixo.

A participação dos alunos na transmissão influenciou o andamento dela, o que é perceptível inicialmente pela duração real da transmissão frente ao que estava planejado para esta atividade. Esse prolongamento se deu em partes pelas várias perguntas relacionadas à avaliação do dia 06/05/2022, as quais permearam toda esta aula.

A parte que estava prevista como atividade inicial, e que a princípio duraria 15min, durou cerca de 40min, durante os quais, além de listar os tópicos trabalhados em todas as aulas anteriores, expliquei sobre o que cada um se tratava, indicando os tópicos mais importantes para os alunos terem em mente ao se prepararem para a avaliação. Ao indicar os tópicos mais importantes para a avaliação, ao poucos foram oferecidas mais informações sobre como será realizada a avaliação. Esta primeira parte foi finalizada quando a transmissão alcançou 54min de duração, um prolongamento gerado por vários fatores, como a abordagem mais detalhista ao listar os tópicos trabalhados; problemas técnicos inerentes à transmissão ao vivo, como a configuração da imagem e áudio transmitidos; a espera pelos alunos acessarem a transmissão; e ainda o atraso da comunicação entre mim e os alunos os quais escreviam no *chat*, devido a latência da transmissão.

Figura 7 - Gráfico de espectadores durante a transmissão ao vivo versus posição da transmissão (hora:minuto:segundo)



Fonte: Youtube

Chegado o momento de tirar as dúvidas dos alunos, ninguém se manifestou no *chat* da transmissão ou no questionário do *Mentimeter*, então trabalhei uma dúvida enviada antes da transmissão, a qual pedia que fosse dado um exemplo de aplicação da equação do campo magnético gerado pela corrente elétrica em um fio esticado, a qual foi trabalhada na aula 7 e pode ser representada da seguinte forma:

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi R}$$

onde B é a intensidade do campo magnético, μ_0 é a constante de permeabilidade magnética do vácuo, i é a corrente elétrica no fio, e R é a distância medida perpendicularmente ao fio até o ponto onde se quer determinar a intensidade do campo magnético.

Montei um exemplo com valores numéricos para utilizar a referida equação, e operei os valores na equação para calcular a intensidade do campo magnético. Fiz somente um exemplo deste tipo, pois logo em seguida decidi oferecer exemplos mais qualitativos sobre a intensidade de um campo magnético gerado por corrente. Desenhei vários casos semelhantes, porém variando diferentes atributos do sistema, como a distância do fio até o ponto onde se analisa o campo, a corrente elétrica no fio, e o número de fio com corrente elétrica próximos ao ponto analisado.

Para o fechamento da aula, tal como planejado, questionei os alunos sobre a direção do campo magnético no centro de uma espira percorrida por corrente elétrica. Expliquei alguns termos novos aos alunos como “espira”, “solenóide” e “bobina” fazendo desenhos no para ilustrar cada objeto. Também chamei a atenção dos alunos para o alvo da pergunta se a direção do campo magnético, não sua intensidade nem seu sentido, o que também fiz fazendo alguns desenhos sobre um desenho de espira previamente feito.

Vários problemas técnicos ocorreram ao longo da transmissão, os quais prolongaram a mesma em vários minutos. Mesmo assim, eu não soube administrar o tempo da transmissão frente às perguntas dos alunos. Avisei os alunos previamente que a transmissão teria uma duração mais flexível, de forma a sanar o máximo de dúvidas possíveis, mas a extensão da transmissão pode ter deixado os alunos exauridos.

Com este relato aliado ao relato da aula 7, percebo que tenho muito a melhorar em meu manejo das dúvidas dos alunos, para que eu não me prolongue demasiadamente destas questões. Para aulas futuras, poderia adotar uma duração máxima para explicações de dúvidas.

4.9 AULA 9 (ATIVIDADE PRESENCIAL)

Data: 06/05/2022

Horário: 09h51min-11h30min (2 horas-aula)

Turma: 312

Alunos matriculados na turma: 35 (16 meninos e 19 meninas)

Alunos presentes: 24 (12 meninos e 12 meninas)

4.9.1 Plano de Aula

Conteúdo:

Lei de Ampère (foco nas características do campo magnético gerado pela corrente elétrica).

Objetivos de ensino:

Articular os principais conceitos apresentados ao longo da unidade didática; avaliar a aplicação dos conceitos pelos alunos em uma atividade prática.

Procedimentos:

Atividade Inicial (15min):

Iniciarei a aula com a apresentação de um vídeo montado por mim com cenas selecionadas da série televisiva *Breaking Bad*²⁸. No vídeo, será mostrado em funcionamento um grande eletroímã circular, o qual é alimentado por um conjunto de baterias em série. O campo magnético do eletroímã é intenso o suficiente para interromper o funcionamento de um *laptop*, além de movimentá-lo em direção ao eletroímã. Tendo introduzido os primeiros conceitos sobre a Lei de Ampère na aula anterior, além de uma equação derivada da Lei de Ampère, chamasse a atenção para o formato do ímã presente no vídeo, o qual é circular. Relembrarei de aulas passadas, quando foram apresentadas imagens de outros eletroímãs com campos magnéticos muito intensos, e alguns daqueles eletroímãs também eram circulares. Abrirei um questionário na plataforma *Mentimeter* com a seguinte pergunta aos alunos: qual pode ser a característica que fazem destes ímãs circulares especiais? As respostas dos alunos serão apresentadas anonimamente para a turma e discutidas em grande grupo. Durante esta discussão, enfatizarei as respostas que versem sobre a intensidade do campo magnético, questionando os alunos também sobre o local onde o campo magnético é mais intenso.

Desenvolvimento (60min):

Apresentarei aos alunos um conjunto de quatro solenoides de fios de cobre montados ao redor de parafusos de aço, os solenoides apresentam 100 voltas, 200 voltas, 300 voltas, e 400 voltas e podem ser conferidos na Figura 8 abaixo.

Conectando o solenoide de 200 voltas em uma fonte de tensão composta por duas baterias de 1,2V conectadas em série, demonstrarei a atração que o sistema realiza sobre pequenos prendedores de papel²⁹. Neste momento, entregarei a primeira folha da avaliação, com quatro questões a serem respondidas na própria folha. As folhas das duas partes desta avaliação podem ser conferidas no Apêndice E. A avaliação poderá ser feita individualmente, em dupla ou em trios, porém os alunos não poderão utilizar seus *smartphones* para buscar informações tal como foi feito na primeira avaliação. A primeira questão é: desenhe o sistema do parafuso com o solenoide, então indique onde o campo magnético é mais intenso.

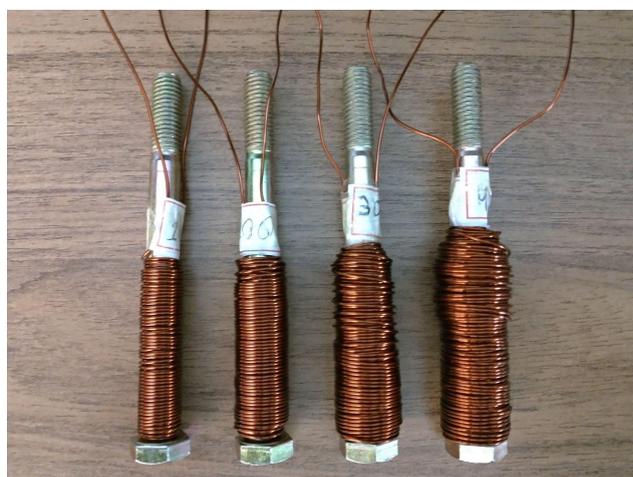
A próxima pergunta na folha questiona como seria possível verificar se o sistema de solenoide e parafuso, enquanto gerando um campo magnético, apresenta tanto um polo norte

²⁸ Em razão dos direitos autorais das cenas da série referida, não distribuirei o recorte de cenas que eu montei, o qual apresentei unicamente no contexto presencial da aula 9. Um trecho de *Breaking Bad* similar a aquele apresentado aos alunos pode ser conferido na postagem autorizada do canal Binge Society, através do link <https://youtu.be/vJ7vEZlrfPo>. Acesso em: 17 maio 2022.

²⁹ Um treino que realizei para esta demonstração (a qual ocorreu muito semelhante à demonstração realizada em sala de aula) está disponível em https://youtu.be/d_pgsrBFIWI.

como um polo sul magnético, e neste caso, como é possível saber qual dos dois polos é o sul e qual é o norte. Vale notar que nesta questão espera-se uma resposta relacionada ao uso de uma bússola ou ímã com polos conhecidos, uma vez que não foi apresentada a regra da mão direita para a Lei de Ampère, a qual será apresentada ao final da aula como uma alternativa para a determinação dos polos de um eletroímã. A omissão da regra da mão direita até o momento se dá pelo enfoque conceitual do conteúdo apresentado, para o qual o entendimento do campo magnético como um vetor não é considerado essencial, mesmo reconhecendo a utilidade de se ter este conhecimento extra.

Figura 8 - solenoides de 100, 200, 300 e 400 voltas, respectivamente da esquerda para a direita



Fonte: Acervo pessoal

As próximas duas questões pedem que os alunos façam algumas previsões. A primeira questão consiste em prever o que acontece com o campo magnético gerado pelo eletroímã que está sendo utilizado em sala caso se aumente o número de voltas do solenoide. A segunda questão pergunta o que aconteceria caso se diminuísse a corrente elétrica pelo solenoide. Após os alunos responderem esta questão, recolherei as folhas de questões, e entregarei uma nova folha.

Nesta nova folha estará presente a seguinte pergunta: quantos prendedores de papel são suspensos utilizando os eletroímãs de parafuso quando seus solenoides são submetidos a uma corrente elétrica de $0,45A$?³⁰ A nova folha entregue apresenta uma tabela previamente

³⁰ O valor de $0,45A$ foi estabelecido em vista da possibilidade de realização do experimento, e é alcançado utilizando um potenciômetro de $10k\Omega$ em sua resistência mínima conectado em série com os eletroímãs. Ao conectar os eletroímãs diretamente nas fontes de tensão, percebi que as correntes elétricas nos sistemas variam

construída para que os alunos possam organizar os dados coletados. Este experimento será realizado por mim com a assistência de alguns alunos, e serão utilizados durante o experimento um multímetro para verificar a corrente elétrica e um potenciômetro em série com o multímetro e o solenoide, mantendo a corrente estável. Realizaremos cinco testes com cada eletroímã.³¹

Após a tabela da última pergunta, estará presente a seguinte pergunta com uma nova tabela: quantos prendedores são suspensos utilizando os eletroímãs de parafuso quando é estabelecida corrente pelos solenoides sem a presença do potenciômetro? Uma tabela semelhante à anterior também está presente para esta questão, com a diferença de que nesta os alunos terão de especificar o valor de corrente no circuito, o qual será determinado com o auxílio de um multímetro. Embora neste experimento os valores de corrente possam variar entre os eletroímãs, a intenção aqui será comparar a quantidade de prendedores de papel suspensos pelo mesmo eletroímã com uma corrente elétrica diferente.

Os alunos deverão anotar todos os valores de prendedores de papel suspensos pelos eletroímãs e calcular a média referente a cada eletroímã. Com os dados coletados, os alunos responderão as seguintes questões: o que aconteceu quando aumentamos o número de espiras do eletroímã? O que aconteceu quando aumentamos a corrente elétrica através do eletroímã? Qual a relação entre o número de prendedores de papel suspensos e o campo magnético gerado pelo eletroímã em cada caso? Você diria que esta equação

$$B = \mu_0 in$$

(equação do campo magnético gerado no interior de um solenoide) poderia ser utilizada sem qualquer problema para prever a intensidade do campo magnético gerado nas extremidades dos eletroímãs utilizados em sala? Justifique sua resposta.

Fechamento (5min):

Com um dos quatro eletroímãs utilizados ao longo da avaliação desta aula, mostrarei que é possível identificar os polos magnéticos do eletroímã com o auxílio de uma bússola, uma vez que a agulha da bússola se voltará para os polos do eletroímã com polos opostos. Depois de identificados os polos magnéticos, inverterei a polaridade da fonte de tensão ligada ao

entre 1,09A (solenoide com 100 voltas) até 0,91A (solenoide de 400 voltas) o que considereei uma fator que pode prejudicar a atividade neste momento. Os valores de corrente foram medidos com o auxílio de um multímetro.

³¹ Treinos que realizei para as demonstrações experimentais desta parte da avaliação estão disponíveis em <https://youtu.be/YBI5aDprmDI>. As demonstrações neste vídeo também ocorreram muito semelhantes àquelas realizadas em sala de aula.

eletroímã e evidenciarei que os polos magnéticos do eletroímã invertem de posição. Em seguida apresentarei a regra da mão direita, onde o polegar esticado indica o sentido da corrente elétrica e os demais dedos, quando curvados para dentro, indicam o sentido do campo magnético gerado pela corrente elétrica. Mostrarei como identificar o sentido do campo magnético gerado dentro do solenóide do eletroímã e conseqüentemente dentro do parafuso em seu interior. Ao final, lembrarei brevemente do conteúdo sobre domínios magnéticos e como o sentido do campo magnético no interior de um objeto pode indicar a posição de seus polos magnético. Demonstrarei a identificação dos polos magnéticos de um dos eletroímãs com a bússola mais uma vez, acompanhada de previsões a partir da regra da mão direita.

Por fim, apresentarei outro vídeo³², no qual é realizado o experimento de aproximar um ímã até um *laptop* para fazer com que este interrompa seu funcionamento. Ao apresentar este vídeo, compararei o que realmente pode acontecer quando aproximamos um ímã de um *laptop* com o que foi apresentado na série televisiva, e assim esclareço que os os eventos em *Breaking Bad* dificilmente ocorreriam na realidade, embora o fato específico que um ímã possa prejudicar o funcionamento de um *laptop* seja verdade.

Recursos:

Laptop, caixa de som, quadro-branco, canetas para quadro-branco, extensão de tomada, pilhas AA de 1,2V, suporte para pilhas com chave acoplada, fio condutores com encaixes de jacarés nas pontas, potenciômetro de 10k Ω , conjunto de eletroímãs, multímetro.

Avaliação:

Para as três perguntas presentes na primeira folha, os alunos serão avaliados pela correspondência de suas respostas com o conteúdo que foi apresentado nas aulas anteriores. Para a primeira questão, espero respostas mencionando as extremidades do solenoide (sendo aceitável também menção ao parafuso ou ao eletroímã como um todo). Para a segunda questão, como já foi mencionado, espero que os alunos indiquem o uso da bússola como uma forma de identificar os polos magnéticos dos eletroímãs. Para a terceira questão, espero que os alunos partam daquilo que foi visto na aula 4 síncrona, e do questionamento feito no início

³²BRAINIAC75. **Monster magnet meets laptop... | SSD and HDD tested!**. Disponível em: <https://youtu.be/pXITrgRkT5k>. Acesso em: 22 abr. 2022.

da aula sobre campos elétricos gerados por eletroímãs circulares, para responder que quanto maior o número de espiras (ou voltas) mais intenso será o campo magnético. Para a quarta questão, espero que os alunos se baseiem na equação apresentada na aula anterior para o campo magnético no entorno de um fio esticado percorrido por corrente para concluírem que quanto maior a corrente elétrica maior o campo magnético no mesmo solenoide.

Para as questões da segunda folha, após a conclusão das tabelas, espero que os alunos interpretem os dados coletados, e façam o exercício de isolar certos fatores do sistema, respondendo corretamente sobre a relação entre o número de espiras e a corrente elétrica em um solenoide (de comprimento constante) com o campo magnético gerado por ele. A quinta questão tem como objetivo construir um significado mais geral para a atração sofrida pelos prendedores de papel, não mais atrelada ao número de espiras ou à corrente em um eletroímã, mas ao campo magnético gerado por ele. A sexta e última questão tem como objetivo avaliar a capacidade dos alunos em analisarem uma explicação científica (dada pela equação), e identificarem se ela poderia ser aceita como explicação para os campos magnéticos reais identificados em sala de aula a partir da atração entre prendedores de papel e os eletroímãs.

4.9.2 Relato de Regência

Quando entrei na sala, percebi que a turma estava mais agitada do que em outras aulas. Diferente de outras aulas, precisei chamar a atenção dos alunos diversas vezes no início da aula para realizar recados iniciais. Primeiramente, pedi que os alunos que fizeram ou passaram a limpo a primeira avaliação (oportunidade que foi oferecida na aula 7) me entregassem estas avaliações. E depois que todos tinham entregue, iniciei a atividade inicial desta aula.

Reproduzi o vídeo com trechos de *Breaking Bad* através do projetor da sala de aula, porém, mesmo com as cortinas fechadas e lâmpadas apagadas, a luminosidade na sala ofuscava a projeção, o que dificultou a visualização de alguns detalhes do vídeo. Mesmo assim, apontei detalhes pertinentes do vídeo, como o fato do ímã utilizado ser um eletroímã, ter formato circular, atrair diversos objetos de metal e prejudicar o funcionamento de computadores.

Em seguida, disponibilizei o questionário sobre eletroímãs circulares para que os alunos respondessem anonimamente. Surgiram várias respostas relacionadas com a intensidade do campo magnético desses eletroímãs, porém muitas delas não apresentavam justificativas para a maior intensidade desse campo. Algumas respostas justificavam a

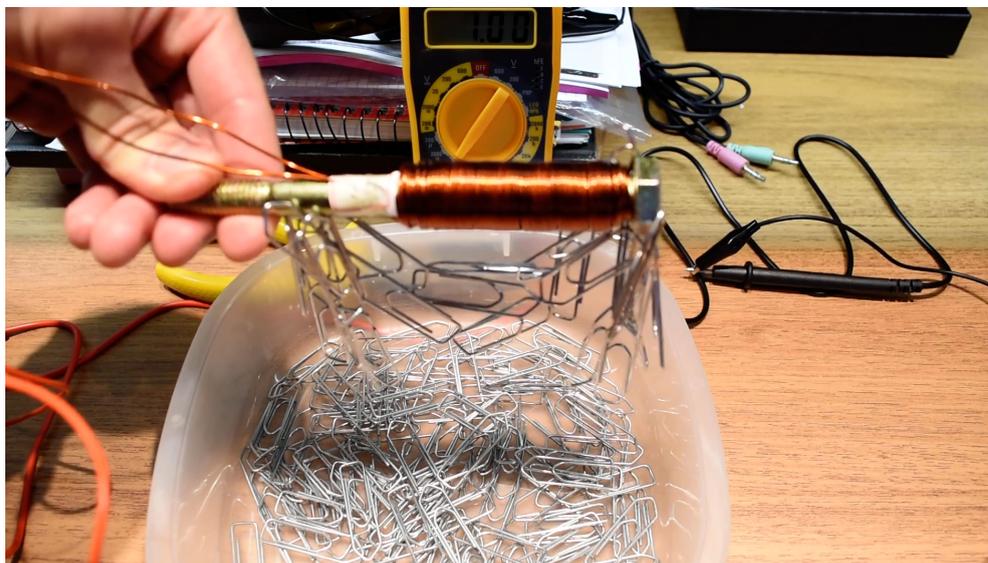
intensidade do campo magnético devido a “centralização” ou “concentração” de campo magnético que esse formato de eletroímã permite. Enfatizei essas respostas e desenhei no quadro uma espira percorrida por corrente elétrica, revelando que eletroímãs formados por enrolamentos circulares de fios realmente geram campos magnéticos mais intensos em seu interior, em especial no centro do círculo. Afinal, a atividade inicial durou um pouco mais do que o esperado, foram 20min até concluir esta parte. Então me apressei a dar início à avaliação.

Pedi que os alunos se organizassem em uma meia-lua com suas cadeiras, tal como foi feito na aula anterior, e que caso a meia-lua ficasse muito grande, alguns alunos deveriam formar uma meia-lua interna e permanecerem sentados no chão, porém isso não foi necessário. Também pedi que eles pegassem seus cadernos pois eles realizariam a avaliação nesta disposição de semicírculo, e os cadernos seriam úteis como apoio para escrever nas folhas da avaliação.

Com os alunos organizados, mostrei a eles os eletroímãs com os quais faremos nossos experimentos, identifiquei o parafuso e o solenoide como as partes que compõem o eletroímã e entreguei os eletroímãs aos alunos para que pudessem observá-los mais de perto e pedi que eles fossem compartilhando com os colegas. Enquanto os alunos observavam os eletroímãs, montei o aparato experimental, composto por um pote de plástico preenchido com prendedores de papel, a fonte de tensão de duas baterias de 1,2V, fios com conectores de jacarés e um eletroímã. Embora eu tenha planejado utilizar o eletroímã de 200 voltas para este experimento, acabei utilizando o eletroímã de 300 voltas por engano.

Ao realizar o primeiro experimento, pedi ajuda de uma aluna para que ela controlasse a chave do circuito enquanto eu poderia manusear o eletroímã. Mostrei que o eletroímã poderia ser “ligado” e “desligado” assim como aqueles que vimos em exemplos de aulas anteriores, e desta forma o eletroímã poderia atrair os prendedores de papel e depois soltá-los, sendo controlado pelo interruptor do circuito. Então, com o eletroímã ligado, deitei o eletroímã sobre os prendedores de papel, e coloquei mais prendedores sobre o eletroímã. Ao levantar o eletroímã ainda na horizontal, mostrei como mais prendedores de papel estavam atraídos por regiões próximas às extremidades do solenoide, enquanto ao longo do comprimento do solenoide menos prendedores foram atraídos. De maneira geral, os prendedores de papel formavam arcos ligando pontos do parafuso próximos às extremidades do solenóide. Uma formação de arcos semelhante com um menor número de prendedores do que o observado em sala de aula, pode ser conferida na Figura 9 abaixo.

Figura 9 - Eletroímã de 200 volts atraindo prendedores de papel em demonstração do experimento da primeira parte da segunda avaliação



Fonte: Vídeo de minha autoria disponível em https://youtu.be/d_pgsrBFIWI.

Este experimento teria sido melhor executado utilizando o eletroímã de 200 volts. O eletroímã de 300 volts atraía um número demasiado de prendedores de papel para este experimento, fazendo com que mesmo ao longo dos arcos ao longo do solenoide um número significativo de prendedores ficasse suspenso no sistema, o que pode ter dado menos definição para as regiões que de fato mais atraíam prendedores. Em vista disso, indiquei com mais ênfase as regiões do eletroímã que mais atraíam prendedores (pontos próximos às extremidades do solenoide).

Entreguei a primeira folha da avaliação, e com ela também entreguei os eletroímãs aos alunos para que eles pudessem observar os eletroímãs mais de perto, e fazer o desenho da primeira questão utilizando-os como modelos.

Sobre as dúvidas que surgiram durante essa primeira parte da avaliação, vale citar os problemas gerados pelo uso do eletroímã de 300 volts. Realmente, os alunos que estavam mais afastados do experimento não perceberam tão bem que os prendedores eram mais atraídos pelas extremidades do solenoide do que por outros pontos ao longo do solenoide. Todavia, mesmo para os alunos que puderam observar o experimento mais de perto, surgiram dúvidas sobre onde no sistema o campo magnético era mais intenso. Quando eu perguntava aos alunos o que fazia com que os prendedores fossem atraídos, e eles prontamente respondiam que isso acontecia devido ao campo magnético do ímã, eu indicava que eles

poderiam identificar uma relação entre a quantidade de prendedores atraídos e a intensidade do campo magnético em uma dada região do eletroímã.

Na segunda questão, alguns alunos pareceram bastante confusos sobre o que poderia indicar a existência de polos magnéticos no eletroímã. Para essa questão, frisei que estava pedindo uma forma experimental de determinar os polos, e que os alunos poderiam pensar essa questão em termos de equipamentos que poderiam ser utilizados para encontrar polos magnéticos no eletroímã. Com este esclarecimento os alunos logo respondiam que a bússola era um instrumento que pode ser usado para essa tarefa. Com essa conclusão por parte dos alunos eu não dava mais respostas a eles, lembrando-os somente que neste caso também deveriam descrever como a bússola indicaria os polos dos eletroímãs.

Para as questões três e quatro, fui mais aberto ao responder qualquer dúvida, e deixei claro aos alunos que estas questões envolvem fazer previsões que depois verificaríamos experimentalmente.

Enquanto os alunos finalizavam a primeira folha de questões, fiz a montagem do próximo experimento. Como restavam somente 40min para o término da aula, pedi que os grupos que já tivessem terminado a primeira parte me entregassem esta folha e se aproximassem de onde eu estava para participar da explicação do próximo experimento. Também pedi aos grupos que ainda não tinham terminado a primeira folha que enviassem um de seus integrantes para participar dessa demonstração também.

Entreguei aos grupos a folha da segunda parte da avaliação. Apresentei o multímetro e o potenciômetro os quais foram acrescentados no sistema para que pudéssemos, respectivamente, verificar a corrente elétrica no circuito e manter essa corrente em um valor mais baixo e estável. Então, com o eletroímã de 100 volts, realizei a primeira série de tentativas de suspender prendedores de papel. Chamei a atenção para a medição da corrente realizada pelo multímetro, a qual de fato estava próxima de 0,45A, eventualmente variando alguns centésimos de ampère. Também chamei a atenção para o fato do eletroímã de 100 volts não suspender qualquer prendedor, mesmo após várias tentativas. E sendo esta nossa primeira série de experimentos, pedi que os alunos completassem a primeira linha da primeira tabela presente na folha da avaliação com o valor de zero prendedores para todos os cinco testes.

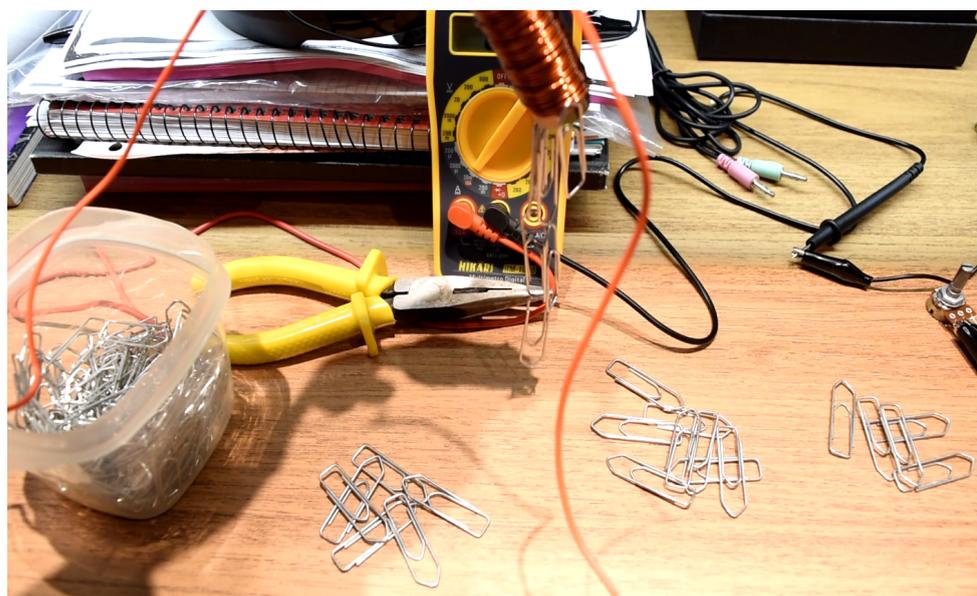
Antes de continuar o experimento, pedi a todos os grupos que ainda não tivessem entregue a primeira folha da avaliação que a entregassem, pois o prosseguimento das demonstrações poderiam revelar as respostas das questões 3 e 4 da primeira parte da avaliação, questões estas que consistiam exatamente nos alunos realizarem previsões de

resultados antes de verificá-los experimentalmente. Com todas as folhas da primeira parte recolhidas, dei continuidade ao experimento.

Tabela 01 - Número de prendedores de papel suspensos por eletroímãs com diferentes enrolamentos submetidos a uma mesma corrente elétrica

Número de voltas	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Teste 4	Teste 5	Média
100	0	0	0	0	0	0
200	4	3	2	2	3	2,8
300	5	8	9	7	9	7,6
400	7	12	7	7	10	8,6

Figura 10 - Eletroímã de 400 voltas, com corrente elétrica limitada por um potenciômetro, coletando prendedores de papel



Fonte: Vídeo de minha autoria disponível em <https://youtu.be/YBI5aDprmDI>.

Ao longo deste experimento, referente à primeira questão da segunda parte da avaliação, eu manuseei o eletroímã para a coleta dos prendedores de papel, um dos alunos que estava sentado próximo de mim se voluntariou para auxiliar na contagem dos prendedores de papel, e outros alunos se voluntariaram para calcular as médias dos números de prendedores coletados. Os dados coletados neste experimento podem ser observados na tabela 01 acima.

Uma imagem do experimento em operação durante um treino que realizei fora de sala de aula pode ser observada na Figura 10.

Terminada a coleta de dados para a primeira tabela, iniciou-se imediatamente o experimento para a segunda tabela, para o qual foi retirado o potenciômetro do circuito, permanecendo ligados em série o eletroímã, o amperímetro e a fonte de tensão. Para estes experimentos, o aluno que estava contando os prendedores de papel perguntou se poderia manusear o eletroímã. Eu disse que sim e entreguei o eletroímã de 100 volts para ele. Eu permaneci controlando a chave do circuito, e por este experimento envolver um maior número de prendedores a serem contados, dois alunos se ocuparam dessa tarefa. Os dados referentes a este experimento podem ser observados na tabela 02. A Figura 11 abaixo mostra este último experimento em execução durante um treino que realizei fora da sala de aula.

Tabela 02 - Número de prendedores de papel suspensos por eletroímãs com diferentes enrolamentos na ausência do potenciômetro

Número de volts	Corrente elétrica (ampères)	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Teste 4	Teste 5	Média
100	1,06	2	3	3	2	2	2,4
200	1,00	10	18	16	16	11	14,2
300	0,94	15	23	20	17	16	18,2
400	0,93	26	24	21	24	24	23,8

Após realizar este último experimento, faltavam 20min para o término da aula e alguns alunos deram a entender que não teriam tempo para responder às questões de 3 à 6 da segunda parte da avaliação. A isso eu respondi que buscassem responder o que pudessem e também se apressassem para isso.

Quanto às dúvidas dos alunos nas questões 3 a 6 desta parte da avaliação, a questão 3 não levantou muitas dúvidas, e com uma leitura das respostas a esta questão após a aula pude perceber que a maior parte dos grupos identificou corretamente o impacto no sistema com o aumento do número de espiras dos eletroímãs.

A questão 4, por outro lado, trouxe uma dúvida que vários alunos apresentaram, uma vez que os alunos identificavam a partir da tabela da questão 2 que a corrente diminuía na medida que o número de prendedores suspensos aumentava, uma ideia que está em desacordo

com o objetivo da questão 4, o qual seria verificar o efeito do aumento da corrente em um mesmo eletroímã. Chamei a atenção de toda a turma para que eles estivessem atentos a este detalhe que realmente ficou mal especificado no enunciado da questão. Mesmo assim, alguns grupos ainda responderam esta questão associando o aumento da corrente elétrica à diminuição do número de prendedores suspensos.

Figura 11 - Eletroímã de 400 voltas, sem limitação de corrente elétrica, coletando prendedores de papel



Fonte: Vídeo de minha autoria disponível em <https://youtu.be/YBI5aDprmDI>.

Na questão 5, alguns alunos tiveram dúvidas por sua resposta ter alguma semelhança com as respostas das questões 3 e 4, e para estes casos frisei que, mesmo que as respostas fossem parecidas, agora eu pedia que eles pensassem não mais na relação do número de prendedores atraídos com o número de voltas do solenoide, ou o valor da corrente elétrica através pelo solenoide, mais sim com a intensidade do campo magnético gerado pelo eletroímã. Afinal, não percebi um erro que se destacasse nas respostas a esta questão, porém vale citar que alguns grupos responderam esta questão mencionando a relação entre o número de espiras e a intensidade de seus campo magnéticos dos eletroímãs, relação que foi identificada corretamente pelos grupos, porém não trata dos elementos indicados no enunciado da questão.

A última questão também gerou algumas dúvidas, especialmente durante a interpretação de seu enunciado. Então, tentando não repetir o próprio enunciado, expliquei a

eles que a questão perguntava se a equação apresentada no texto, a qual pode prever muito bem o valor do campo magnético de um caso específico, poderia prever também o que foi observado em sala de aula. Também busquei dar alguns exemplos, pedindo que os alunos observassem que a equação diz que o campo magnético dobra quando a densidade de espiras dobra, e comparassem isso com os dados coletados em nosso experimento. Infelizmente, restavam poucos minutos para o término da aula quando os grupos iniciaram esta questão, o que impediu a elaboração de respostas mais adequadas para esta questão que era mais complexa que as anteriores. Decidi pela anulação desta questão após notar que as respostas de todos os grupos a esta questão foram, de fato, insuficientes.

A aula terminou com os alunos me devolvendo as avaliações, e não foi possível realizar a apresentação da regra da mão direita ou do vídeo que mostrava o que realmente acontece com um *laptop* na presença de um campo magnético suficientemente intenso. Ao me despedir dos alunos, alguns deles agradeceram às minhas aulas e disseram que gostariam que eu ficasse por mais tempo. Eu respondi que também gostei de trabalhar com eles e sentirei saudades deles.

Sendo mais uma aula com problemas de gerenciamento de tempo, subestimei o tempo para o preparo de todos os aparatos experimentais, por mais simples que fossem. Para práticas futuras, devo considerar estes momentos na previsão de duração de minhas aulas.

Também sobre os experimentos, foi de extrema importância a participação dos alunos durante essas práticas, pois percebi que, ao se voluntariarem para participar dos experimentos, eles também se sentiram motivados com essas práticas, dividiam tarefas, e ajudavam uns aos outros em suas tarefas. Ademais, o auxílio dos alunos foi importante para realizar os experimentos com maior celeridade, o que foi indispensável para que eles tivessem mais tempo para a resolução das questões da avaliação. Para futuras atividades experimentais, darei a oportunidade aos alunos para que participem da atividade nas mais diversas funções, em especial manuseando os experimentos, tão logo os alunos compreendam as tarefas envolvidas.

4.10 AULA 10 (ATIVIDADE REMOTA)

Duração: 38min12s (1 horas-aula)

Turma: 312

Alunos matriculados na turma: 35 (16 meninos e 19 meninas)

4.10.1 Plano de Aula

Conteúdo:

Soluções para as questões trabalhadas na primeira avaliação (polos magnéticos, campo magnético, e geração de campos magnéticos por correntes).

Objetivos de ensino:

Apresentar possíveis resoluções para as questões abertas apresentadas na aula 3 síncrona.

Procedimentos:

Atividade Inicial (5min):

Relembrei o enunciado de cada uma das questões apresentadas aos alunos.

Desenvolvimento (30min):

Para a primeira questão, a qual pedia que os alunos desenhassem um sistema que utiliza de magnetismo para levitar um ímã de barra sobre uma mesa, revelarei que uma opção possível seria utilizar um ímã com os polos iguais alinhados abaixo do ímã flutuante, o que ainda poderia fazer necessário um sistema de suporte que evite que o ímã gire e alinhe os polos inversos.

Para a segunda questão, a qual pedia para que os alunos respondessem se era possível tocar um ímã retangular de uma bússola sem que os dois se toquem, e justificassem suas respostas, enfatizarei que existem várias formas teoricamente possíveis de fazer isso, no entanto algumas delas não são tão simples do ponto de vista prático. Por exemplo, a suposição de que os campos magnéticos gerados pelo ímã e pela bússola estão bem alinhados, e que a aproximação entre os dois objetos ocorra em uma linha perfeitamente reta, poderia possibilitar uma aproximação entre polos magnéticos iguais, porém bastaria um pequeno desvio no manuseio do objeto para que a agulha da bússola se mova.

Para a terceira questão, a qual pedia uma previsão da influência entre dois cabos percorridos por corrente elétrica, um deles identificado como um cabo de tensão e outro como um cabo de dados, recordarei sobre o fato de corrente elétrica gerar um campo magnético ao redor da mesma, mostrando-se vídeos de limalha de ferro sendo orientada nos arredores de um fio percorrido por corrente. Revelarei que, uma vez que dois cabos percorridos por corrente elétrica estão próximos um do outros, o campo magnético de um pode influenciar na corrente elétrica do outro, o que é relevante para causar interferências nos dados transmitidos por um cabo elétrico de dados, cuja informação é transmitida por pequenas mudanças na sua corrente elétrica.

Fechamento (10min):

Apresentarei (anonimamente) e comentarei algumas respostas de alunos para as questões, com o objetivo de fazer correções mais direcionadas para as dificuldades enfrentadas pelos alunos.

Recursos:

Software para gravação de tela e *software* de quadro-branco.

4.10.2 Relato de Regência

Diferente das outras aulas disponibilizadas para os alunos assistirem assincronamente, esta aula teve um formato diferente. Esta aula consistiu em uma gravação da tela de meu computador enquanto eu trabalhava em um quadro-branco, ora apresentando coisas que tinha escrito previamente, mas também utilizando as potencialidades do quadro-branco durante a gravação.

A gravação da aula ocorreu tal como planejado, e a aula foi disponibilizada como um vídeo³³ único cujo *link* foi enviado aos alunos assim que todos entregaram a avaliação solucionada no vídeo.

Ao realizar o fechamento da aula abordando problemas observados nas respostas dos alunos, percebi que precisaria tomar muito cuidado em não identificar os alunos autores de determinadas respostas, pois imaginei que eles poderiam se sentir difamados por algumas

³³ Disponível em: <https://youtu.be/S0G1LgeyPWM>

correções. Durante a aula, acabei me interrompendo em alguns momentos para manter a lisura da apresentação. Consequentemente, busquei não trazer fotos das respostas dos alunos, e mesmo as transcrições apresentavam pequenas modificações. A única foto que trouxe consistiu na reprodução de um desenho elaborado de tal forma que julguei oferecer detalhes suficientes para identificar o autor através de seus traços. Para práticas futuras, ensaiarei a apresentação de correções de erros específicos de forma a minimizar qualquer comportamento de minha parte que possa afrontar qualquer pessoa.

5 CONCLUSÃO

Mesmo não tendo realizado ainda uma análise aprofundada das respostas à avaliação da aula 9, em virtude do prazo para finalização deste trabalho, trago alguns resultados de minha regência. Antes de tudo, percebi que tenho muito a melhorar, especialmente no que diz respeito ao gerenciamento do tempo das aulas.

Sobre o objetivo de aprendizagem estabelecido no início da seção 4, diria que não foi plenamente alcançado. Os alunos apresentaram habilidades preditivas para atividades experimentais, o que pude observar a partir de uma grande porcentagem de acertos das questões 3 e 4 da primeira parte da segunda avaliação, ou mesmo com as breves atividades experimentais na aula 7, em que alguns alunos previram corretamente montagens de circuitos que satisfizeram os objetivos impostos. A interpretação de resultados experimentais pelos alunos, por outro lado, não cumpriu com minhas expectativas, e aqui poderia dar como exemplo os enganos dos alunos na questão 4 da segunda parte da segunda avaliação, mesmo eu não tendo certeza do quanto desse resultado foi fruto da estrutura da avaliação e da escrita do enunciado da questão. Sobre o reconhecimento dos limites explicativos da Física, considero que não pude avaliar este aspecto adequadamente ao longo de cinco semanas, e sendo a última questão da segunda avaliação a principal ferramenta que reservei para isso, termino com este ponto em aberto.

Outro resultado que percebi ao longo das aulas foi a maior participação dos alunos, os quais aos poucos se engajaram mais nas atividades propostas, de maneira também mais espontânea. Sobre isso posso citar as discussões que colegas iniciaram entre si nas atividades iniciais da aula 7, ou o envolvimento e a divisão das tarefas nas demonstrações experimentais da aula 9. Também notei uma participação mais autêntica quando eu assim a requisitava dos alunos, notável pelas respostas dos questionários utilizando o *Mentimeter*, as quais iniciaram com uma grande quantidade de respostas copiadas da internet, as quais foram dando espaço para mais respostas originais nas aulas seguintes.

Ainda que termine com alguns resultados não tão positivos, finalizo o estágio com boas lembranças de maneira geral. O acolhimento que recebi por parte da professora supervisora e dos alunos da turma 312 com certeza estão relacionados a isso, e eu não poderia reclamar do Colégio Estadual São Tiago, um ambiente com funcionários compreensivos com os prazos que precisei obedecer no estágio. Em especial, lembrarei da caridade dos professores e professoras de outras disciplinas os quais cederam seus períodos em meu benefício. Fato é que meu contexto de trabalho foi favorável de várias formas. Afinal, se no

início do semestre, estava ávido por uma experiência em sala de aula. Agora, após perceber que tenho muito a melhorar em minhas práticas, continuo ansioso pela próxima experiência em sala.

É uma pena que não terei mais professores e colegas para corrigir minhas aulas. As discussões com a turma de estágio foram excelentes, e me ajudaram a perceber a prática docente de uma forma mais pragmática, o que colaborou para a sintetização de conhecimentos de disciplinas anteriores. O semestre foi intenso, e eu gostaria que tivéssemos mais tempo para nossas atividades. Escrever um relatório de estágio com o rigor de um trabalho de conclusão de curso em um único semestre, ainda mais com o estreitamento do período de regência, dificultou a realização de um trabalho tão bom como eu gostaria de ter feito.

Sobre o curso de Licenciatura em Física, poderia dizer que foi um exercício de humildade. De alguma forma, me fez aprender a lidar com frustrações. A situação de pandemia durante os dois últimos anos do curso, e todas as consequências disso, também não ajudaram muito. Apesar de tudo isso, este era o curso que escolhi fazer, e sou privilegiado por ter tido a oportunidade de fazer esta escolha baseada em meus interesses pessoais. Admito que, quando iniciei o curso, não estava ciente do o que a parte da “licenciatura” poderia trazer para mim. Essa parte por fim se concretizou como uma surpresa bastante agradável, e me fez adquirir ainda mais gosto pelo ensino de Física do que jamais imaginei que teria.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- CROUCH, C. H. *et al.* Classroom demonstration: Learning tools or entertainment?. **American Journal of Physics**, v. 72, n. 6, p. 835–838, 2004.
- DA SILVA, M. C. da; KRAPAS, S. Controvérsia ação a distância/ação mediada: abordagens didáticas para o ensino das interações físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 3, p. 471–479, 2007.
- GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. de C. Atividades Experimentais de Demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 227–254, 2005.
- MATURANA, H. R. **Cognição, ciência e vida cotidiana**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014.
- MATURANA, H. R.; VARELA, F. J. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana**. São Paulo: Palas Athena, 2001.
- MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. Vygotsky. *Em: TEORIAS CONSTRUTIVISTAS*. Porto Alegre: IFUFRGS, 1999.
- OLIVEIRA, M. E. de; STOLTZ, T. Teatro na escola: considerações a partir de Vygotsky. **Educar em Revista**, n. 36, p. 77–93, 2010.
- REGO, T. C. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. 25. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2020.
- ROCHA, J. F. M. O conceito de “campo” em sala de aula: uma abordagem histórico-conceitual. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 1604.1-1604.17, 2009.
- VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. 2. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2009.

APÊNDICE A - Questionário sobre atitudes em relação à Física e condições de estudo

Questionário sobre atitudes em relação à Física e condições de estudo

Este questionário tem como objetivo captar informações que permitam o professor elaborar uma sequência de aulas mais personalizada para você, aluno. Por isso suas respostas são importantes, pois poderão fazer das suas futuras aulas mais interessantes para você. Agradeço suas respostas desde já!

Todas as perguntas referem-se a aspectos pessoais seus devem ser respondidas da forma mais sincera possível. Embora seja requisitada sua identificação, estas informações serão de acesso exclusivo do professor. Algumas respostas das perguntas numeradas poderão ser apresentadas para outras pessoas, porém os autores destas respostas não serão identificados.

Nome:

Idade:

Turma:

1. Qual sua disciplina favorita e qual você menos gosta? Por quê?
2. Você gosta de Física? Comente sua resposta.
3. “Eu gostaria mais de Física se...” complete a sentença.
4. O que você acha mais interessante na Física? E menos interessante?
5. Que tipo de assunto você gostaria que fosse abordado nas aulas de Física?

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

7. Quais dificuldades você costuma ter ao estudar Física?

8. Você trabalha? Se sim, em quê?

9. Qual profissão você pretende seguir?

10. Pretendes fazer algum curso superior? Qual? Em que instituição?

11. Você possui acesso a internet em sua casa? Se sim, se que tipo (wi-fi, pacote de dados, etc.)?

12. Você possui um dispositivo de uso exclusivo seu para acessar a internet em sua casa? Se sim, qual (computador, celular, etc.)?

13. Se for para você aproveitar melhor as atividades durante a aula, você assistiria algum vídeo antes da aula? Leria algum texto? Se sim, qual o tamanho do vídeo e do texto?

APÊNDICE B - Slides da aula 1

Aula 1: APRESENTAÇÃO DO PLANEJAMENTO

* UM POUCO SOBRE MIM *

Nome: Pablo
Idade: 23 anos
Natural de: Santa Catarina
Curso: Licenciatura em Física (UFRGS)

SOBRE O QUESTIONÁRIO QUE VOCÊS RESPONDERAM

SOBRE AS RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO

39%
Alunos gostariam de experimentos e/ou atividades práticas

Pelo menos duas das cinco aulas contarão com experimentos. Mesmo nas aulas sem experimentos estarei abordando temas que serão úteis para as aulas experimentais.

SOBRE AS RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO

83%
Alunos topam assistir vídeos como preparo para a aula

Os vídeos terão até 10min, por isso poderão ser enviados mais que um vídeos de preparo para uma aula. Os tópicos principais ainda serão tratados nas aulas presenciais.

SOBRE AS RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO

91%
Alunos relatando problemas em fazer cálculos

As aulas terão como prioridade os conceitos de Física, mas cálculos vão aparecer eventualmente, sempre num espírito de ajudar a resolver os nossos problemas

O QUE ESTÁ POR VIR?

Aula 1 Tabu e ciência

0 que essas duas coisas têm em comum, e o que diferencia a ciência de outros conjuntos de conhecimento?



Aula 2 Ímãs e um sexto sentido

Aves voam no eixo norte-sul, tartarugas desovam na mesma praia onde nasceram, cachorros...



Aula 3 Magnetismo por toda parte!

Sim, a Física se relaciona com nossa vida de várias formas. Nessa aula, vamos trabalhar alguns problemas envolvendo magnetismo.



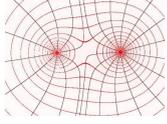
<p>Aula 4 Circuitos</p> <p>- O que você acha mais interessante na Física? - Circuitos elétricos e termodinâmica (Aluna da 312)</p> 	<p>Aula 5 Breaking Bad</p> <p>- O que você acha mais interessante na Física? - As produções do Breaking Bad (Aluno da 312)</p> 
<p>AVALIAÇÕES</p>	<p>AVALIAÇÃO</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; width: 45%;"> <p>Participação. O seu empenho será avaliado em diversos momentos de interação com a turma.</p> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; width: 45%;"> <p>Trabalhos realizados em sala de aula, os quais exibirão tanto conceitos de Física como habilidades de busca e análise de informação.</p> </div> </div>
<p>VOCÊS JÁ OUVIRAM FALAR SOBRE “TABU”?</p>	<p>OS ASSUNTOS LISTADOS SÃO TABUS EM QUALQUER CONTEXTO?</p>
<p>EXISTEM TABUS NO MEIO CIENTÍFICO?</p>	<p>EXISTEM TABUS NO MEIO CIENTÍFICO?</p>
<p>QUESTIONÁRIO</p> 	<p>“INTERAÇÕES À DISTÂNCIA”</p> <p>O termo “campo” se tornou comum na explicação dessas interações somente no século XIX</p> <p>Mesmo Isaac Newton não se propôs a explicar a natureza da interação gravitacional</p> <p>Até o início do século XIX o mais importante era a matemática da coisa</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; width: fit-content; margin-left: auto;"> <p>“A causa da gravidade é algo que não pretendo saber” - Newton, 1693.</p> </div> 

*  NA ATIVIDADE ANTERIOR, ALGUÉM SE VIU CONVENCIDO PELA PROPOSIÇÃO DE UM COLEGA?

* * TABUS E EXPLICAÇÕES

Característica	Tabu	Explicação	Explicação científica
Descreve fenômenos (definição de explicação)			
Depende da aceitação de outras pessoas			
Pode ser aceita ou não a depender do contexto			
Possui um critério de aceitação rigoroso			

EXPLICAÇÕES ATUAIS PARA O CONCEITO DE CAMPO



Sútil porém real
Sutil no sentido de ser difícil de perceber



Lembra uma "aura"
Está ao redor da fonte que o gera

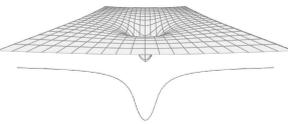


Dá qualidades ao espaço

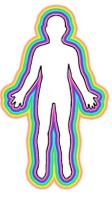


Essas qualidades normalmente são descritas com equações

EXPLICAÇÕES ATUAIS PARA O CONCEITO DE CAMPO



X



PERGUNTAS? 

Vai ter tema sim!

pa_en_ju_sil@hotmail.com
(54) 99102-7883

CREDITS: This presentation template was created by Slidesgo, including icons by Flaticon, infographics & images by Freepik

APÊNDICE C - Questionário sobre uso da bússola e campo magnético**Questionário sobre uso da bússola e campo magnético terrestre**

Nome:

1. Qual a cor de cada pólo das bússolas em torno do ímã da simulação?
2. O que acontece com as agulhas de bússola quando movimentamos o ímã?
3. O pólo norte da bússola aponta para que polo geográfico do globo?
4. Qual a relação entre os pólos magnéticos e geográficos da Terra?

APÊNDICE D - Primeira avaliação

PRIMEIRA AVALIAÇÃO

Nome:

Data:

1. Desenhe um possível sistema capaz de manter um ímã em formato de barra flutuando utilizando interações magnéticas. (Escreva os componentes do sistema juntamente com o desenho, e explicita também a localização dos pólos magnéticos do ímã em formato de barra.)
2. É possível aproximar um ímã retangular (com pólos nas extremidades) de uma bússola, até que os dois se toquem, mas sem que a agulha da bússola se mova? Justifique sua resposta.
3. Explique o que pode acontecer se mantivermos próximos cabos de tensão e cabos elétricos de dados em funcionamento. (Por exemplo, se passar um cabo de rede e um cabo de tensão na mesma tubulação elétrica.)

APÊNDICE E - Segunda Avaliação

SEGUNDA AVALIAÇÃO (Parte 1)

Nome(s):

Data:

1. Desenhe o eletroímã composto pelo parafuso com o solenóide, então indique as regiões do eletroímã onde o campo magnético é mais intenso.
2. Como seria possível verificar experimentalmente se o sistema de solenóide e parafuso, enquanto gerando um campo magnético, apresenta tanto um polo norte como um polo sul magnético? Caso existam polos magnéticos, como seria possível saber qual dos pólos é o sul e qual é o norte?
3. O que acontece com a intensidade do campo magnético gerado pelo eletroímã da demonstração caso se *aumente o número de espiras (voltas) do solenóide (mantendo o solenóide com o mesmo comprimento)* ?
4. O que aconteceria com a intensidade do campo magnético gerado pelo eletroímã da demonstração *caso se diminua a corrente elétrica através do solenóide* ?

SEGUNDA AVALIAÇÃO (Parte 2)

Nome(s):

Data:

1. Quantos prendedores de papel são suspensos utilizando os eletroímãs de parafuso quando seus solenóides são submetidos a uma corrente elétrica de 0,45A?

Número de voltas	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Teste 4	Teste 5	Média
100						
200						
300						
400						

2. Quantos prendedores são suspensos utilizando os eletroímãs de parafuso quanto é estabelecida uma corrente elétrica pelos solenóides sem a presença do potenciômetro?

Número de voltas	Corrente elétrica (Ampères)	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Teste 4	Teste 5	Média
100							
200							
300							
400							

3. O que aconteceu quando aumentamos o número de espiras (voltas) do eletroímã?

4. O que aconteceu quando aumentamos a corrente elétrica através do eletroímã?

5. Qual a relação entre o número de prendedores de papel suspensos e a intensidade dos campos magnéticos gerados pelos eletroímãs?

6. Você diria que esta equação:

$$B = \mu_0 i n$$

poderia ser utilizada sem qualquer ressalva para prever a intensidade do campo magnético gerado nas extremidades dos eletroímãs utilizados em sala? Justifique sua resposta.

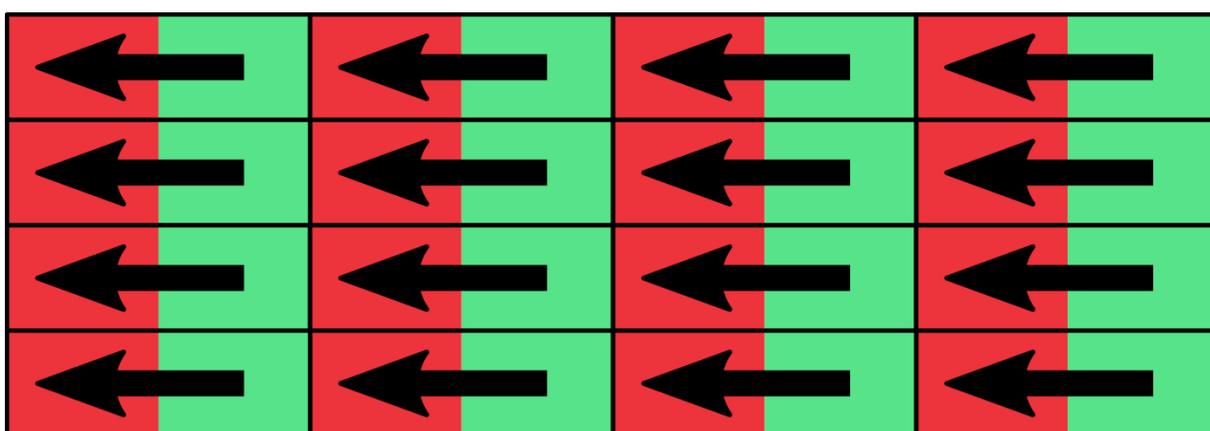
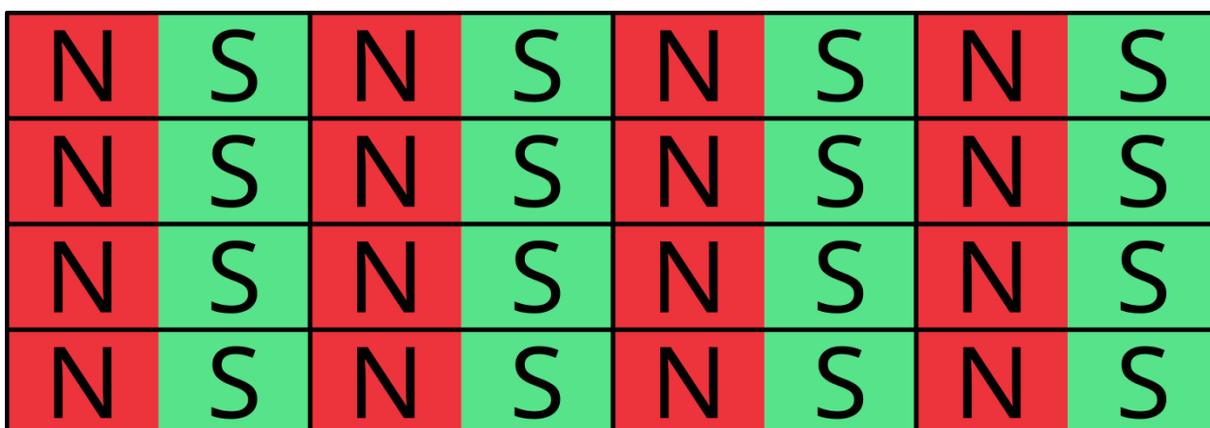
B = intensidade do campo magnético no interior do solenóide;

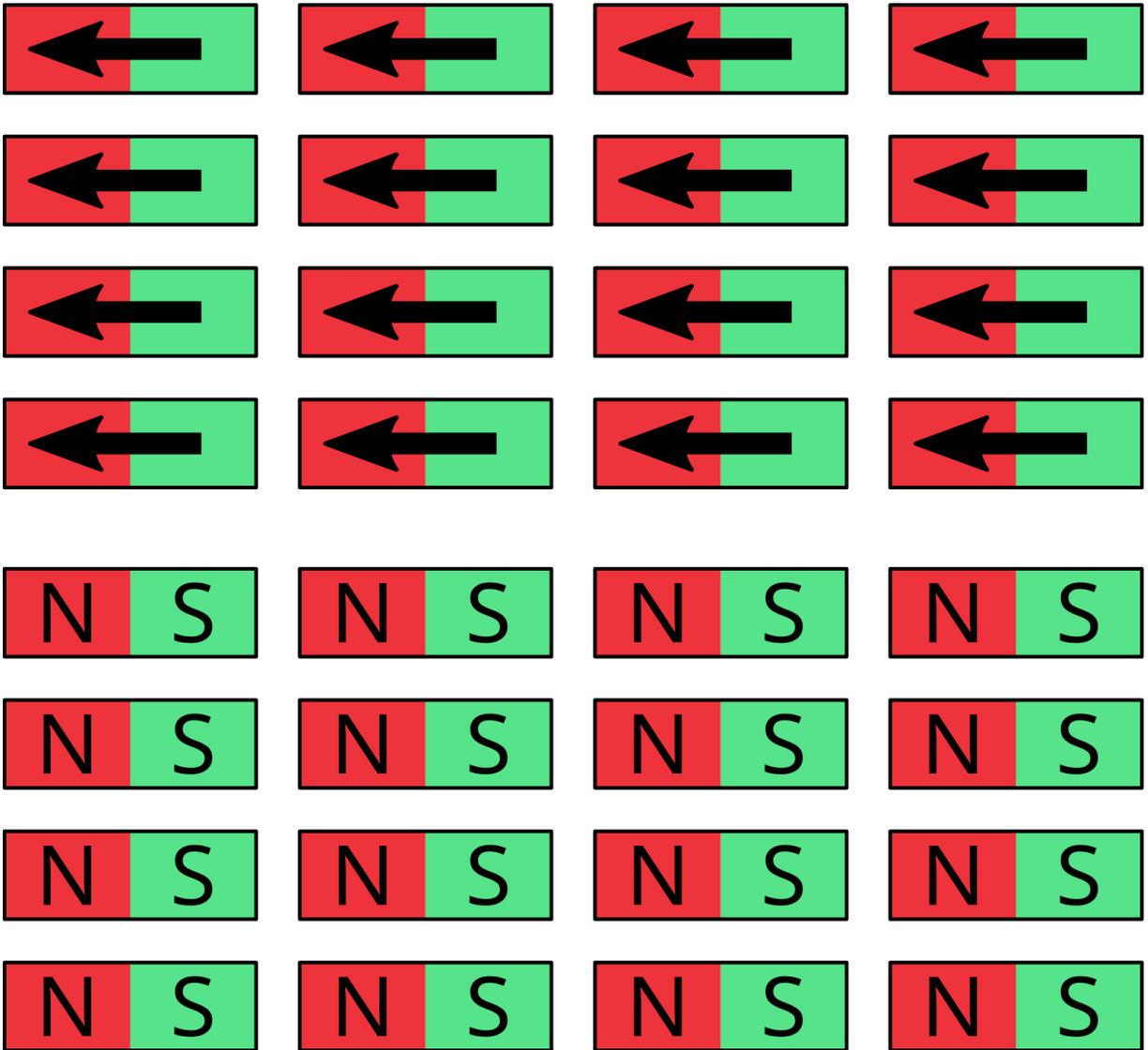
μ_0 = constante de permeabilidade magnética do vácuo;

i = corrente elétrica através do solenóide;

n = densidade de espiras do solenóide (quantidade de voltas em um mesmo comprimento).

APÊNDICE F - Esquemas de domínios magnéticos





APÊNDICE G - Vídeos produzidos e/ou utilizados ao longo das aulas

Aula	Título	Minha autoria?	Link
Aula 2	O Conceito de Campo (Parte 1): considerações iniciais e as ideias de Lucrecio	Sim	https://youtu.be/pYNTsSvgsBI
	O Conceito de Campo (Parte 2): Michael Faraday e as linhas de força	Sim	https://youtu.be/25ytOG_1Nak
	O Conceito de Campo (Parte 3): James Maxwell e o éter	Sim	https://youtu.be/e2q0PAXO13c
	O Conceito de Campo (Parte 4): Albert Einstein e a realidade do campo	Sim	https://youtu.be/VJsVQo-49m4
	O Conceito de Campo (Parte 5): algumas ideias mais atuais de campo	Sim	https://youtu.be/iU5Ir9fJapE
Aula 3	Sobre a Bússola e Outros Ímãs (Parte 1): Usos e História da Bússola	Sim	https://youtu.be/3Y01j-ShmMs
	Sobre a Bússola e Outros Ímãs (Parte 2): Características dos Ímãs	Sim	https://youtu.be/PDq7TU3RBmI
	Sobre a Bússola e Outros Ímãs (Parte 3): Monopolos Magnéticos	Sim	https://youtu.be/M-bdf4nkCNI
	Why Magnetic Monopoles SHOULD Exist	Não	https://youtu.be/dw1sek6SUY
Aula 4	Electromagnet at the scrap yard 2017	Não	https://youtu.be/2EooyeAvPOM
Aula 5	Oersted's experiment - Real-life footage of the experiment	Não	https://youtu.be/fCIjKZXmaU8
Aula 6	Ímãs e o Ferro (Parte 1): Discussão inicial e exemplos de interação entre ímãs e peças de ferro	Sim	https://youtu.be/PFuO8yiAw0E
	Ímãs e o Ferro (Parte 2): Como equilibrar moedas na vertical (experimento)	Sim	https://youtu.be/YCJ9W1jLHPw
	Ímãs e o Ferro (Parte 3): Dividindo ímãs, e domínios magnéticos	Sim	https://youtu.be/2n7HUpbkZns
	Ímãs e o Ferro (Parte 4): Domínios magnéticos e como um pedaço de ferro se torna um ímã	Sim	https://youtu.be/XyAJ-wbBWsg
	Magnet Fishing Reveals DARK Secrets - This Will Keep You Awake At Night!!!	Não	https://youtu.be/vfg487Ab5N0
	Magnetism: Cutting a magnet in half	Não	https://youtu.be/q0d_SS-0Puk
Aula 7	Crazy Fast Japanese Linear Shinkansen train. the 603 km/h World speed record	Não	https://youtu.be/SIzOFZug8C8

Aula 7	CABO DE INTERNET JUNTO COM CABO ELÉTRICO? - TEM MUITA GENTE EM HOME OFFICE FAZENDO ERRADO	Não	https://youtu.be/tfGXaZD4pTw
Aula 9	Electromagnet at the scrap yard 2017	Não	https://youtu.be/2EooyeAvPOM
	Breaking Bad Season 5: Episode 1: Yeah, b*tch! Magnets! HD CLIP	Não	https://youtu.be/vJ7vEZIrfPo ³⁴
Aula 10	Correção da Primeira Avaliação	Sim	https://youtu.be/S0G1LgeyPWM

³⁴ Vídeo similar a aquele utilizado em sala de aula.

ANEXO A - Links disponibilizados durante a primeira avaliação

Levitando ímãs:

https://www.ciensacao.org/experimento_mao_na_massa/e5102p_levitation.html

<https://www.youtube.com/watch?v=H0wp0ngckzw>

<https://www.youtube.com/watch?v=DyCQE05p6DA>

<https://www.youtube.com/watch?v=88VP-B-wIEk>

Ímã e bússola:

<https://youtu.be/PDq7TU3RBmI>

<https://www.youtube.com/watch?v=jME1XBGgKQ0>

<https://www.youtube.com/watch?v=t-31YV2xNrY>

Cabos:

<https://www.sabereletrica.com.br/rede-eletrica-separada-da-rede-de-telefonia/>

<https://www.youtube.com/watch?v=gbZ0XzUtCoo>

<https://www.youtube.com/watch?v=tfGXaZD4pTw>