

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Uma proposta de ensino de Eletromagnetismo sob a perspectiva ausubeliana
no Colégio de Aplicação da UFRGS

FELIPPE SANTOS PERCHERON

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

Porto Alegre
2018/2

*“Science is what we have learned about
how to keep from fooling ourselves”*

Richard Feynman

Agradecimentos

Muito fiz durante esta formação. Muito empenho foi investido, muito trabalho designado e muita força de vontade destinada à finalização e concretização deste passo na minha vida. Isto resume, sem diminuir, o que a graduação representou para mim e o impacto disso além da formação profissional. Concluo este momento de cabeça erguida, com sentimento de vitória e com absoluta certeza de que me tornei uma pessoa muito melhor. Apesar do ininterrupto trabalho individual, jamais conseguiria finalizar este capítulo sem muitas das bases que me apoiaram nesse tempo todo, constituídas pela minha família, meus amigos e meus professores.

O primeiro momento de agradecimentos deve ser inarredavelmente o mais importante, e é dedicado a meus pais, Luci e Ney. Desde o começo, empenharam-se para que eu sempre tivesse tudo que fosse necessário para me manter focado e forte nas minhas funções de graduando. E, de fato, conseguiram, porque nunca fiquei necessitado em nada que lhes coubesse ajuda. Todo o apoio, fosse financeiro, emocional, como a força para vencer as imensas dificuldades que enfrentei nos últimos semestres, as calorosas recepções quando chegava em minha cidade natal, na casa deles, sempre foram sustentáculos para mim; atitudes que me mantiveram de pé, em busca das minhas realizações. A eles, portanto, dedico este trabalho e esta formação, porque, se não fosse pelo exemplo, educação, caráter e principalmente o amor advindo deles, eu não objetivaria ser o profissional e o cidadão que pretendo. Amo vocês, mãe e pai. Para sempre.

A solidão, por mais que eu tivesse tudo, me acompanhou por muito no curso. Por melhor que fosse minha situação, sentia que algo ainda faltava. Isso mudou quando a amizade que Ana Claudia e eu tínhamos se tornou algo mais. Ana foi fundamental porque dela recebi muito apoio, muita atenção e muito amor que me motivaram diariamente a nunca desistir. As conversas, a ajuda com o inglês, os votos de confiança serviram para que tudo isso fosse possível. Ana, meu amor, tu foste responsável por muito que me tornei e por muito que consegui. Eu te amo.

Além deles, precisei da ajuda de mais pessoas quando enfrentei dificuldades em adaptar-me a uma nova cidade, quando saí da casa de meus pais para morar em Porto Alegre para poder estudar na UFRGS. Enfrentei diversos contratemplos e os últimos semestres da graduação foram os mais difíceis. Essa transição só foi possível graças à receptividade dos meus amigos Kayel e Rafaela, a quem vou ser eternamente grato e sempre buscarei expressar esta gratidão a eles pois é profundamente verdadeira. Kayel e Rafa, este trabalho só foi possível pela amizade de vocês. Muito obrigado!

Agradeço à oportunidade de ter realizado novas amizades, que em muito colaboraram para a minha formação. Ao Denis, agradeço pelas diversas conversas que tivemos sobre os mais variados assuntos, às quais serviram como inspiração, como distração e que muito me esclareceu e me incentivou a seguir. Ao Yuri e ao Guilherme Bruxel, agradeço pelas inúmeras conversas que tivemos, aos

diversos momentos de descontração, que também o meu grande amigo Luiz Tarragô teve participação, o qual me auxiliou na elaboração de muitas das tarefas deste trabalho. Lhes sou eternamente grato. Ao Guilherme Weihmann agradeço especialmente pela parceria durante o estágio, pelas nossas reuniões para elaboração de materiais e pela frequente troca de experiências e ideias, que me auxiliaram muito.

Ao Dr. Felipe Olson agradeço pelos atenciosos atendimentos quando precisei de ajuda para não desistir do curso. Muitos foram os empecilhos, e as dificuldades cresciam cada dia mais. Todas as consultas foram preciosas, os tratamentos foram precisos e as conversas colaboraram em absoluto para transpor tudo isso e eu, finalmente, poder me formar. Muito obrigado por tudo, doutor.

Durante o curso, sempre coloquei em dúvida se realmente eu gostaria de ser professor, porque fazer licenciatura nunca foi a primeira opção de carreira pra mim. No entanto, o convívio com alguns dos professores que tive ao longo do curso possibilitou, cada dia mais, a viabilidade desta carreira e hoje tenho certeza que foi a melhor opção. Todos foram fundamentais, fosse como inspiração, fosse como contraexemplo, mas alguns merecem destaque por estarem para sempre registrados em minha memória.

Ao professor orientador Ives agradeço por todo este trabalho, sendo merecedor de um discurso mais direto. Professor, foste um exemplo grandioso de organização, seriedade, competência, responsabilidade, profissionalismo, educação, compreensão e companheirismo nos momentos de orientação, durante as aulas e nas conversas extraclasse. Todos os encontros foram extremamente proveitosos e colaborativos à minha formação. Tenho convicção que és o maior responsável, enquanto professor, por um eventual sucesso acadêmico que venha ocorrer para mim. Espero que possamos construir uma parceria duradoura e de muito sucesso. Muito obrigado, por todos os esclarecimentos, por todo apoio e por demonstrar o que é ser professor.

Ao professor Rafael Brandão, diretor do Colégio de Aplicação, agradeço à imensa gentileza e respeitosa recepção ao aceitar-me como estagiário na instituição. Sua cordialidade, generosidade e responsabilidade foram inspiradoras e demonstraram o profissionalismo que existe em sua reputação. Muito obrigado, professor Brandão, sua atuação foi fundamental a este trabalho.

À professora Fernanda Ostermann agradeço a oportunidade que me foi concedida para ser seu bolsista, período em que aprendi muito com as reuniões de grupo e as nossas conversas eventuais sobre diversos assuntos. Cresci muito com esta experiência e a professora Fernanda é, por mim, considerada como um exemplo a ser seguido pela sua representatividade na academia. Muito obrigado por tudo, professora.

Ao professor Luiz Fernando Ziebell agradeço pelas inspiradoras aulas, fosse na disciplina de Física do Século XX ou em Mecânica Clássica. Sua organização e preocupação com os alunos foram fundamentais, certamente, para a formação de todos que constituíram suas turmas. Para mim, foi

fundamental porque, com ele, aprendi pela primeira vez a importância de discutir e interpretar as situações físicas que se deseja estudar. Professor Ziebell, muito obrigado por proporcionar a grande experiência de ter sido seu aluno.

À professora Eliane Veit agradeço pelas sempre precisas e articuladas críticas, que em momento algum foram desmotivadoras. Todos os conselhos, as conversas e as inserções em trabalhos foram cruciais para que hoje eu fosse capaz de ser autocrítico. Professora, muito obrigado por todos os ensinamentos, jamais vou esquecê-los. Obrigado, também, por aceitar ser avaliadora deste trabalho.

À professora Magale Brückman agradeço pelo apoio com os materiais que utilizei durante o período de estágio. As conversas e opiniões enriqueceram minhas aulas e somente acrescentaram e abrilhantaram meu desenvolvimento e crescimento profissional. Obrigado pelo apoio e incentivo, professora, foram elementares e essenciais a este trabalho.

Tantos outros foram importantes, como os professores Claudio Schneider, Mario Baibich, Alexandro Pereira, Jeferson Arenzon, Liana Nacul e Luisa Doering, pois suas capacidades profissionais, compreensão, julgamentos precisos e orientações foram fundamentais e jamais vou esquecer.

Serei um profissional capaz em virtude de todos os exemplos que tive ao longo dessa parcela de vida, tanto pessoal quanto acadêmica. Muito obrigado a todos.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1. Teoria da Aprendizagem Significativa	9
2.2. <i>Peer Instruction</i>	13
3. OBSERVAÇÃO E MONITORIA	17
3.1. Caracterização da instituição	17
3.2. Caracterização da sala de aula	18
3.3. Caracterização da turma.....	19
3.4. Caracterização do tipo de ensino	20
3.5. Relatos das observações em sala de aula	21
3.5.1. Relato da Primeira Aula.....	21
3.5.1.1. Comentários	23
3.5.2. Relato da Segunda Aula.....	23
3.5.2.1. Comentários	25
3.5.3. Relato da Terceira Aula	26
3.5.3.1. Comentários	28
3.5.4. Relato da Quarta Aula.....	28
3.5.4.1. Comentários	30
3.5.5. Relato da Quinta Aula.....	30
3.5.5.1. Comentários	32
4. PLANEJAMENTO.....	33
4.1. Plano para a Primeira Aula – Introdução ao Eletromagnetismo	33
4.2. Plano para a Segunda Aula – Campo Magnético.....	34
4.3. Plano para a Terceira Aula – Campo Magnético e Força Magnética	36
4.4. Plano para a Quarta Aula – Indução Eletromagnética (Parte I).....	37
4.5. Plano para a Quinta Aula – Indução Eletromagnética (Parte II).....	38
4.6. Plano para a Sexta Aula – Funcionamento de um transformador elétrico.....	39
4.7. Plano para a Sétima Aula – Avaliação Final.....	40
5. REGÊNCIA	41
5.1. Primeiro Relato de Regência.....	41
5.1.1. Comentários	47
5.2. Segundo Relato de Regência.....	47
5.2.1. Comentários	50

5.3.	Terceiro Relato de Regência	50
5.3.1.	Comentários	54
5.4.	Quarto Relato de Regência	54
5.4.1.	Comentários	60
5.5.	Quinto Relato de Regência	60
5.5.1.	Comentários	65
5.6.	Sexto Relato de Regência	65
5.6.1.	Comentários	70
5.7.	Sétimo Relato de Regência	70
5.7.1.	Comentários	72
6.	CONCLUSÃO	74
7.	REFERÊNCIAS	76
8.	BIBLIOGRAFIA	78
	Apêndice A	80
	Questionário aplicado anteriormente ao início da regência.	80
	Lista de exercícios distribuída aos alunos na primeira aula como regente.	81
	Gabarito da lista de exercícios.....	84
	Questões “Desafio” entregues na aula 5.....	86
	Gabarito das questões “Desafio”.....	87
	Prova distribuída aos alunos na última aula de regência.....	88
	Gabarito da prova.....	91
	Apêndice B.....	92
	Cronograma de estágio.....	92

1. INTRODUÇÃO

A filosofia deste trabalho de conclusão encontra-se na concepção da disciplina de Estágio de Docência em Física do curso de licenciatura em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Este trabalho também apresenta-se como parâmetro para avaliação dos graduandos deste curso, cuja execução e construção proporciona aos estudantes a oportunidade de vivenciar a rotina, desafios e conhecer a profissão de professor antes de propriamente exercê-la.

De um modo mais amplo, a disciplina de Estágio e o Trabalho de Conclusão de Curso estão associados para que propicie ao licenciando uma intensa vivência do contexto escolar como um todo. Esta participação na vida de uma instituição não só oportuniza a regência de classe por um período suficientemente longo, mas também na elaboração de atividades que contribuam para uma melhor integração entre a universidade e as escolas da rede, na área de ensino de Física. O estágio é supervisionado e orientado por docente lotado no Departamento de Física da UFRGS.

Na disciplina, diversas etapas de trabalho foram desenvolvidas, previamente à iniciação do período de regência. As primeiras ações versaram sobre conhecimento e aprofundamento, via leituras de artigos e textos produzidos, de teorias e metodologias de ensino, bem como elaboração de mapas conceituais acerca do próprio conteúdo de Física a ser desenvolvida com a turma a ser regida. Os próximos passos foram estruturados na construção de um cronograma, contendo datas previstas para a regência, conteúdos a serem trabalhados – discriminados aula a aula –, objetivos e estratégias de ensino. Neste ínterim os planos de aula também foram elaborados, sendo apresentados aos integrantes da disciplinas sob a forma de *microepisódios de ensino*, em que cada apresentador demonstrava seus métodos e estratégias, de fato ministrando uma aula, da mesma forma que pretendia fazê-la em sala de aula. Em todos estes momentos, reuniões individuais com o professor orientador permearam as ações extraclasse.

Ações concomitantes a estas etapas de trabalho versaram sobre a determinação de aportes teóricos a serem empregados, encontrando-se em seções deste trabalho a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e a metodologia ativa *Peer Instruction*. Estão descritos também os períodos de preparo, bem como os planos de aula, o período de observação e reconhecimento, assim como o de regência, de uma turma de terceiro ano do ensino médio do Colégio de Aplicação da UFRGS, associando comentários, contendo minhas percepções durante esse ínterim. Após todo este período, faço uma ponderação entre a minha experiência antes e depois do estágio.

Desta forma, o leitor deparar-se-á com o relato da experiência de um novato, prestes a assumir o patamar de professor, bem como suas visões acerca desta função, passando pela preparação, execução e reflexão para esta tarefa.

2. MARCO TEÓRICO

Frente ao conhecimento das teorias de aprendizagem adquirido durante a graduação, julguei que, pela situação encontrada na caracterização da turma a ser por mim regida no período de estágio, a Teoria da Aprendizagem Significativa – TAS – de David Ausubel fosse a escolha mais adequada e que pudesse de uma forma mais substancial alicerçar este trabalho. Considero importante deixar claro que esta decisão em nada objetiva desqualificar ou desmerecer qualquer outra teoria de aprendizagem; apenas as situações vigentes e pertencentes ao caráter da turma, às decisões tomadas nos objetivos estipulados e à elaboração das atividades culminaram na TAS como a opção mais conveniente.

Fez-se, também, pertinente a escolha de um referencial metodológico que possibilitasse uma inversão na lógica atual da estrutura curricular. Buscando libertar esta unidade didática desta praxe amplamente difundida, escolhi a metodologia ativa *Peer Instruction* – PI, ou, em tradução livre, *Instrução pelos Colegas*, IpC –, elaborada pelo professor Eric Mazur, da Universidade Harvard, Estados Unidos.

Nas duas seções seguintes são delineadas estas duas abordagens, bem como suas principais ações, os conceitos centrais e as filosofias que as sustentam.

2.1. Teoria da Aprendizagem Significativa

A postura cognitivista dá primazia ao processo de cognição, sustentando que esta faz com que os sujeitos atribuam significados à realidade à qual pertencem. São palavras-chave desta abordagem os processos de compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvidos na cognição, buscando regularidades nesses processos mentais (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011). Dentro desta vertente, encontra-se o psicólogo estadunidense David Paul Ausubel (1918-2008), que dispunha de uma conduta construtivista com ênfase na cognição, alinhado às interpretações de Jean Piaget, Jerome Brunner e Joseph Novak.

Em um panorama inicial, buscando uma rápida apresentação, a TAS de David Ausubel depende de certos fatores aquém da função do professor, residentes, especialmente, na estrutura cognitiva do aluno – especificamente, nos subsunçores – e na predisposição do mesmo em aprender. Contudo, isso não significa que o professor seja passivo e nada possa fazer; é incumbência do mesmo facilitar a interação destes aspectos com um novo conhecimento, tendo como uma possível abordagem o uso de organizadores prévios. A aprendizagem desse novo conhecimento citado têm lugar em dois processos particulares: diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

Abordando de uma forma mais didática, o conceito central da TAS de Ausubel é a própria aprendizagem significativa, que pode ser interpretado como um processo através do qual uma nova informação, um novo conhecimento, se relaciona de maneira não arbitrária e substancial – não literal

– à estrutura cognitiva do indivíduo (MOREIRA, 2006; MOREIRA; OSTERMANN, 1999; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011). Em palavras mais simples, busca-se estabelecer uma relação bastante forte entre um novo conhecimento e a cognição do aprendiz. Para isso, essa nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, nomeada de *subsunçor*. Este é um dos conceitos mais importantes da teoria de Ausubel e merece importante destaque.

Subsunçores tratam-se de conceitos, ideias, proposições já existentes na estrutura cognitiva do aluno, cujos podem servir como ancoradouro a novas informações, tal que estas adquiram significado para o mesmo, fornecendo condições para que ele atribua significados a estas informações. É plausível afirmar, com isso, que o *significado*, em si, é um produto da aprendizagem significativa, e que, com isso, esta implica a preexistência de demais significados. Desta forma, é importante reconhecer que é necessário que haja subsunçores existentes na estrutura cognitiva do aluno, anteriormente à exposição de um novo conteúdo, para ocorrência da aprendizagem significativa, e que o educador tome conhecimento destes. Isso estrutura a famosa frase de Ausubel, em que ele destaca que “*o fator mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigue isso e ensine-o de acordo*” (AUSUBEL apud MOREIRA, 2006, p. 13).

A construção e elaboração destes subsunçores encontra lugar ao longo de toda a vida dos indivíduos, desde a criança pequena, passando pela fase escolar até quando adulto. Segundo Moreira (2006), nas fases iniciais a formação de conceitos se dá através da *aprendizagem por descoberta*¹, via geração e testagem de hipóteses, bem como o uso de generalizações. Após certo período, incluso o escolar, já existe um bom conjunto de conceitos que permite a ocorrência de *aprendizagem por recepção*². Pode acontecer, no entanto, que em um dado contexto específico o indivíduo não tenha os subsunçores necessários para que ocorra a aprendizagem significativa. Quer dizer, em uma situação em que o indivíduo adquire novas informações em um área completamente nova a ele. Neste caso, Novak (apud MOREIRA, 2006) destaca que a aprendizagem mecânica³ deve ocorrer até que, ao menos, alguns elementos de conhecimento desta dada área, que venham a se tornar relevantes, existam na estrutura cognitiva do sujeito, podendo servir como subsunçores.

Os subsunçores, contudo, por si sós não fazem com que o indivíduo aprenda. É necessário, segundo o próprio Ausubel, que novas ideias sejam relacionadas, de maneira substantiva e não arbitrária, ao que o aprendiz já sabe através de símbolos, imagens, conceitos ou proposições já significativos (MOREIRA, 2006). Isso quer dizer que para que ocorra aprendizagem de maneira significativa o material utilizado deve ser relacionável, substancialmente e não literal, à estrutura cognitiva do

¹ Conteúdo principal a ser aprendido deve ser descoberto pelo sujeito.

² Conteúdo principal a ser aprendido é apresentado em sua forma final ao sujeito.

³ Novas informações são aprendidas sem que haja interação com subsunçores relevantes existentes na estrutura cognitiva, sem que “ancorem-se” a subsunçores específicos. Com isso, estas novas informações são armazenadas de forma que em pouco, ou nada, contribua para sua elaboração e diferenciação.

aprendiz, caracterizando assim o que é conhecido, na TAS, como um material *potencialmente significativo*. A este material, são atribuídas duas características, quais sejam o *significado lógico* – significado inerente ao próprio material, encontrando espaço na possibilidade de relacionamento entre material e ideias – e o *significado psicológico* – relacionamento substantivo e não literal do material logicamente significativo à estrutura cognitiva do aprendiz. Justamente na relação do material com a estrutura cognitiva que se dá a potencialidade significativa, criando possibilidades para transformar significado lógico em psicológico durante a aprendizagem significativa.

Nesta perspectiva, cabe salientar que estes materiais podem vir, também, a auxiliar na elaboração de subsunçores que ainda não existam na estrutura cognitiva do aluno. Deste momento, previamente a aula em si, o professor pode fornecer a seus alunos materiais introdutórios em maiores níveis de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao material a ser aprendido, nomeados como *organizadores prévios*. É possível também interpretá-los como uma estratégia para manipular a estrutura cognitiva, cujo objetivo é facilitar a aprendizagem, e que, em certa medida, funcionam como “pontes cognitivas” (MOREIRA, 2006). Em suma, caso não existam os subsunçores necessários à aprendizagem significativa, porém o aprendiz já seja maduro o suficiente, intelectualmente, à compreensão de conceitos verbalmente apresentados, esses organizadores prévios são, de fato, pontes entre o que esse aprendiz já sabe e o que ele precisa saber para aprender significativamente um novo material. Quando a aprendizagem começa a ser significativa, os subsunçores vão se transformando, ficando mais elaborados, e o aprendiz configura-se cada vez mais capaz de assimilar⁴ novas informações.

Até o momento, todos esses elementos são próprios à estrutura cognitiva em si do aprendiz, uma das diretrizes delineadas que configuram a TAS. A outra corresponde à manifestação, por parte do aprendiz, de disposição para relacionar um novo material, de forma substantiva e não arbitrária, à sua estrutura cognitiva (MOREIRA, 2006; MOREIRA; OSTERMANN, 1999; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011). Ou seja, é importante que haja intencionalidade, a partir do aluno, em aprender. No entanto, isso não deve ser interpretado de forma ingênua, como que devesse ser obrigação do aluno chegar “pronto” e disposto nas aulas. São muitas as adversidades e reconheço que, inclusive por experiência própria, muitas vezes, se não houver empenho do professor, o aluno desiste de aprender e não dá mais importância à disciplina e ao conteúdo. Alguns exemplos podem ser delineados com o objetivo de fomentar essa intencionalidade, tais como: buscar situações que possam despertar o interesse dos alunos – sendo necessário conhecê-los, bem como seus interesses e hábitos comuns,

⁴ Remete ao processo de *assimilação*, na perspectiva ausubeliana: nova informação é assimilada sob uma ideia ou conceito mais inclusivo (subsunçor) já existente na estrutura cognitiva do aprendiz, ocasionando em um produto interacional – uma *ancoragem* do novo conhecimento.

aspectos da vivência deles e contextos que possam avivar a curiosidade –; buscar problematizar as situações, contextualizando de modo significativo e não superficial.

Aliado a isso, vale destacar algumas estratégias que, combinadas ao fomento da intencionalidade, podem favorecer a aprendizagem enquanto significativa. Por exemplo, abordar, de início, o assunto de uma determinada aula da forma mais concreta possível, explorando as capacidades fenomenológicas, seja com experimentos, simulações ou qualquer outra via que exerça a mesma função. Isso, na perspectiva da TAS, é fundamental, porque não se pode presumir que os alunos conseguirão acompanhar abstrações – em diferentes níveis –, uma vez que talvez eles não tenham ainda os subsunçores necessários. Uma opção integrável à anterior é deixar claro onde se quer chegar, e a partir disto reintegrar todos os elementos importantes do conteúdo. Nisto, ocorrem, na TAS de Ausubel, dois processos à medida que a aprendizagem significativa acontece: a *diferenciação progressiva* e a *reconciliação integradora*.

A diferenciação progressiva se configura na apresentação, de início, das ideias mais gerais e mais inclusivas do conteúdo, e com isso indo progressivamente diferenciadas. Em termos idiossincráticos, é mais fácil captarmos aspectos diferenciados de um todo mais inclusivo previamente aprendido, do que chegar ao todo a partir de suas partes diferenciadas, justamente porque nosso pensamento é relacional, em que novas informações se relacionam com os subsunçores. Assim, novos conhecimentos adquiridos e elementos preexistentes na estrutura cognitiva se reorganizam e adquirem um novo significado, em uma recombinação que é nomeada como reconciliação integradora⁵. Desta forma, uma saída é começar a falar de um conteúdo de forma mais geral, tomando aspectos mais importantes e os diferenciando, sempre lembrando que estes integram o todo – constituindo parte da reconciliação integradora.

O desenvolvimento cognitivo, na perspectiva de Ausubel, é um processo dinâmico, e integrador, no qual novos e antigos – preexistentes – significados estão constantemente interagindo, gerando uma estrutura cognitiva mais elaborada e diferenciada. Esta incorporação, de maneira substantiva e não literal, contribui para a diferenciação, elaboração e estabilidade dos subsunçores e da própria estrutura cognitiva, cuja tende a uma organização hierárquica, em que conceitos e proposições mais gerais ocupam o ápice da estrutura e abrangem conceitos e proposições menos inclusivos (MOREIRA, 2006; MOREIRA; OSTERMANN, 1999).

Nas aulas, durante o período de regência, eu já tinha conhecimento da existência do subsunçor *campo*, uma vez que, em oportunidades anteriores à minha estadia na turma, os alunos já haviam visto conteúdos competentes ao conceito de campo elétrico. Desta forma, revisei rapidamente este conceito, e posteriormente apresentei uma nova informação acerca do mesmo, o campo magnético, dando

⁵ Cabe salientar que o objetivo deste processo é explorar, explicitamente, relações entre proposições e conceitos, salientando diferenças e similaridades importantes, reconciliando inconsistências reais e aparentes.

possibilidades para que o conceito *magnético* fosse ancorado também no subsunçor *campo*, o elaborando ainda mais. Um outro exemplo se encontra no uso das simulações e experimentos utilizados durante as aulas, em que procurei deixar presente a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. Busquei sempre apresentar o fenômeno primeiro, dando uma visão bastante geral do que iríamos estudar. A partir disso, fragmentava o experimento em partes, aliando explicações vinculadas a teorias físicas a cada uma destas, sempre salientando que estávamos interessados em compreender o fenômeno como um todo, ancorando, nos conceitos já aprendidos em aulas anteriores, novas informações e novos significados aos subsunçores já existentes.

2.2. Peer Instruction

O professor de física Eric Mazur, de Harvard, relata que sempre julgara ser um excelente professor, mesmo utilizando metodologias tradicionais em suas aulas, fortemente vinculadas a exposições, e acreditava, fielmente, que seus alunos aprendiam pois os resultados das avaliações demonstravam isso (MAZUR, 2008). No entanto, ao avaliar, em algum momento, como estava o conhecimento dos seus alunos acerca da parte conceitual do mesmo conteúdo, excluindo unicamente a matemática da física, Mazur se surpreendera com os resultados, confidenciando que “*não eram meus alunos, com certeza!*” (MAZUR, 2008, p. 57). Frente a estes resultados, compreendera que algo estava muito mal explicado, e, após certo tempo, desenvolvera um método alternativo às aulas tradicionais, o *Peer Instruction* – PI, ou *Instrução pelos Colegas*, em tradução livre –, cujo possui raízes filosóficas na interação entre os alunos, sem qualquer menção a vínculo explícito com alguma teoria de ensino.

O principal objetivo do PI é promover a aprendizagem com ênfase nos questionamentos, para que os alunos passem muito mais tempo em aula pensando e discutindo ideias, do que propriamente com papel de espectadores, assistindo passivamente exposições orais de seus professores (ARAUJO; MAZUR, 2013; MAZUR, 2015; OLIVEIRA; ARAUJO; VEIT, 2016). Desta forma, retira-se o aluno de uma posição absolutamente passiva, tornando-o muito mais ativo, incluindo-o como parte essencial do processo de ensino-aprendizagem. Considerando a lógica desta proposta, o PI, ou na tradução livre, ensino pelos colegas, faz com que a interação entre os alunos seja o ponto nevrálgico deste método, sendo esta ação, também, o ponto de sustentação da filosofia do PI. Isso vai de encontro ao problema da comunicação entre professores e alunos: muitas vezes, o professor nem percebe que seus alunos não compreendem o conteúdo de sua disciplina porque a linguagem utilizada está em níveis ainda inalcançáveis por eles. Desta forma, ao colocar os alunos em um contato mais frequente, sob supervisão do professor, o aprendiz que acabara de compreender um determinado conceito pode ter

uma maneira diferente, e mais simples, sem estar equivocada, de explicar àqueles que ainda estão com dificuldades.

O método consiste, basicamente, apresentação de questões usualmente conceituais – mas não há impedimento para questões numérica, também – aos alunos que devem responder, em um primeiro momento, individualmente. Aqui é necessário que o professor deixe claro que é muito importante que os alunos se comprometam com a resposta escolhida, sendo fundamental para o bom andamento do método e conseqüente efetividade do mesmo, uma vez que no momento seguinte os alunos interagem e devem trocar informações e convicções acerca da resposta. Uma das alternativas é solicitar que os alunos escrevam, em seus cadernos mesmo, justificativas que sustentem as suas escolhas, tendo como uma possível questão norteadora “*por que esta resposta está correta e as outras não?*”. Isto fomenta um comprometimento com a resposta escolhida, e pode vir a evidenciar mais claramente potenciais dúvidas que tenham ficado na apresentação do conteúdo.

Quanto à lógica estrutural do método, a figura 1 ilustra muito bem o andamento. De início, o professor apresenta o conteúdo, em uma exposição oral, que pode ter cerca de quinze minutos, e após apresenta uma questão conceitual acerca do tema, orientando que a escolha da alternativa correta no momento seguinte é individual e que é importante que haja justificativas para esta escolha. Assim, o professor concede um tempo, podendo ser pouco mais de um minuto, e abre para votação, utilizando algum recurso para tal – que será discutido em seguida. Com os resultados da votação, que são exclusivos para o professor, existem alguns caminhos a serem seguidos, dependendo do índice de acertos – que serão discutidos mais à frente. Um desses caminhos é colocar os alunos para interagirem

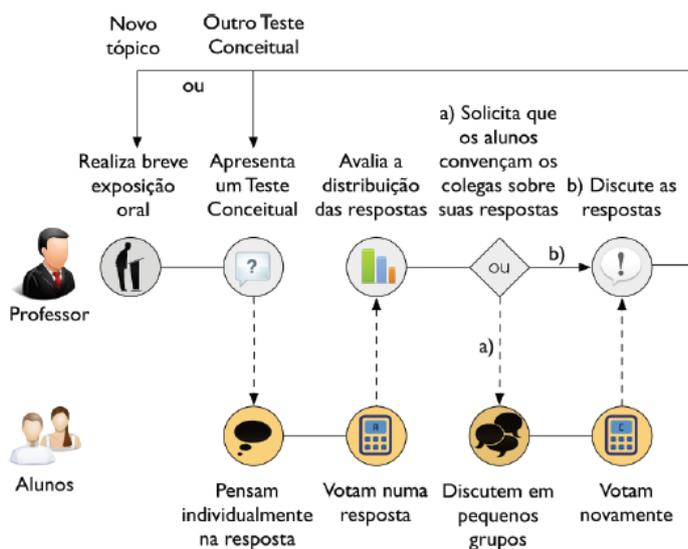


Figura 1: Reprodução parcial da linha do tempo do PI para uma determinada aula (ARAUJO; MAZUR, 2013, p. 374)

entre si, cuja tarefa de cada um é convencer um colega, que tenha escolhido uma resposta diferente da sua, de porquê se está correto. É, então, após alguns minutos – em torno de cinco –, aberta novamente votação e as respostas são discutidas em grande grupo. É escolha do professor expor mais uma questão conceitual do mesmo tópico, devido à sua percepção quanto ao entendimento dos alunos, ou seguir para um tópico seguinte, repetindo os mesmos passos executados anteriormente.

Aqui será apresentado apenas um recurso, os *Plickers*, justamente o que fora utilizado nas aulas durante o período de regência, mas existem outros⁶. Facilmente encontrado em uma página na *internet*⁷, os *Plickers* são cartões que possuem um código exclusivo, um pouco semelhante ao difun-

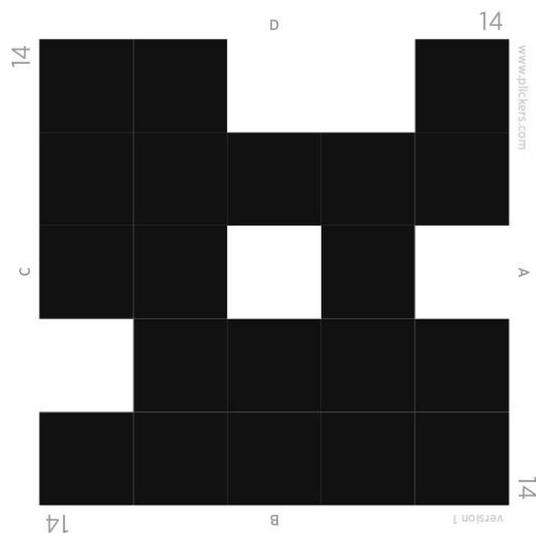


Figura 2: reprodução de um "plicker". Disponível em <https://www.plickers.com>

dido *QR Code*, mas de estrutura completamente diferente. A figura 2 exemplifica do que se tratam esses cartões, onde verifica-se que dependendo da orientação que seja escolhida, indica-se uma alternativa dentre quatro escolhas possíveis (A, B, C e D). O item escolhido deve estar no topo do cartão, bastando para isso girá-lo até que assim se estabeleça. Por exemplo, na figura 2 está uma escolha pelo item D, e o número 14 em cada um dos cantos indica o número do *plicker* – uma vez que cada aluno possa ter o seu cartão, e ser identificado por ele. A cada item está associada uma forma diferente das demais, para que esta imagem formada

seja lida por um aplicativo. Este aplicativo é homônimo dos cartões, e facilmente encontrado na loja de aplicativos vinculados ao sistema operacional dos *smartphones*. Com isso, o professor pode fazer o *download* deste aplicativo em seu celular, de maneira completamente gratuita. No *site* onde obteve os *plickers*, o professor pode criar turmas, distinguindo as suas turmas reais, com uma pasta para cada uma delas. Nestas, inclui as questões que deseja apresentar durante as aulas, vinculando as alternativas e selecionando a correta.

Assim, durante as aulas, ao apresentar as questões – uma por vez –, solicita a seus alunos que posicionem seus cartões – já impressos em papel e distribuídos um para cada um – com certo cuidado, para que não fiquem dobrados ou que haja alguma interferência na frente do código (um dedo, por exemplo). Com o aplicativo já aberto em seu celular, e já selecionada a questão apresentada aos alunos, o professor mapeia os cartões e são mostradas na tela as estatísticas das respostas.

Inerente ao método, e obtidos de forma empírica, os percentuais de acerto apresentam três conjuntos, bem como as possibilidades estratégicas (ARAÚJO; MAZUR, 2013; OLIVEIRA; ARAÚJO; VEIT, 2016): se ocorrem menos de 30% de acertos, o professor pode discutir a resposta ou visitar o conceito, apresentando uma nova questão conceitual, recomeçando a lógica de votações; se ocorrerem de 30 a 70% de acertos, o professor solicita que os alunos discutam a questão em pequenos grupos, buscando convencer uns aos outros sobre suas respostas – neste conjunto de percen-

⁶ Apresentados e discutidas as aplicações em Araujo e Mazur (2013).

⁷ Disponível no link: <https://www.plickers.com>

tual encontra-se a essência do método, justamente a interação entre os alunos e aprendizagem construída com a colaboração entre eles –; e se ocorrerem acima de 70% de acertos, o professor discute a resposta com os alunos e passa para o próximo tópico. De uma forma um pouco mais simples, isso já foi apresentado na figura 1.

O *Peer Instruction* caracteriza-se, portanto, como uma metodologia ativa em que os alunos ocupam o centro das ações educativas, objetivando alcançar, motivar e estimular a construção de conhecimentos, competências, habilidades, críticas e reflexões, cuja função do professor é mediar e incentivar estes processos. Com as características exploradas e o sucesso que diversas instituições divulgam com seu uso, o PI é considerado uma metodologia muito eficiente, incentivando a participação dos alunos nas aulas, os tornando mais abertos a escutar tanto professores quanto os colegas, e que fornece subsídios para motivar os alunos a estudarem.

3. OBSERVAÇÃO E MONITORIA

As atividades de observação, monitoria e regência foram realizadas no período de 20 de agosto a 21 de novembro de 2018 no Colégio de Aplicação – CAP – da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS –, localizado dentro do Campus do Vale da UFRGS. Uma pintura na parede da sala da diretoria, com as seguintes palavras, resume a atividade destas instituições: “*CAPs são unidades de educação básica mantidos e administrados pelas universidades federais e têm como finalidade desenvolver, de forma indissociável, atividades de ensino, pesquisa e extensão voltados para a inovação pedagógica e para a formação docente na Educação Básica*”.

3.1. Caracterização da instituição

A estrutura física do CAP, localizada dentro do Campus do Vale da UFRGS, é composta por três prédios, uma quadra poliesportiva sem cobertura e um gramado com características de um campo de futebol. Um dos prédios – figuras 3 e 4 –, com dois andares e o maior da alocação, acomoda as salas de aula, de extensão, da coordenação e direção, sendo todas estas, inclusive os banheiros, acessíveis a deficientes físicos. As salas de aula são providas de quadro negro, carteiras e ventiladores de teto, em estado de conservação razoável. Ainda neste



Figura 4: foto do saguão do prédio central do CAP. Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=aJv6FLVx88>

mesmo prédio são mantidos três laboratórios: um de Física e Matemática, um de Química e Biologia, e um laboratório de informática. Também há o Centro de Tecnologia Acadêmica Junior (CTA-Jr.) –



Figura 3: foto da fachada do CAP. Fonte: <http://www.ufrgs.br/ufrgs/noticias/colégio-de-aplicacao-divulga-edital-para-preenchimento-de-vagas>

um projeto de extensão onde os alunos integrantes do mesmo têm acesso a uma impressora 3D, estudo de ARDUINO, uma oficina com ferramentas e alguns computadores – para desenvolvimento de projetos com cunho de inovação tecnológica, sendo que os alunos participantes são acompanhados por monitores capacitados. Os demais prédios são um ginásio, com quadra coberta, provida de material esportivo, e uma cantina, onde são servidos almoços e lanches à comunidade escolar.

Além de uma instituição que oportuniza turmas de ensino fundamental e médio, o CAp se configura como um centro de investigação educacional. Inserido nesta proposta, exercita a característica de um centro de aplicação de inovações a serem desenvolvidas e testadas na área pedagógica. Sua postura é articulada entre três partes definidas no Plano Político – Pedagógico da instituição: o marco referencial (organizado em três subdivisões – (i) *marco situacional*, para compreensão do mundo em sua situação atual, (ii) *marco filosófico*, que estabelece quais são as características que os alunos deveriam adquirir enquanto cidadãos, e (iii) *marco operativo*, discriminando os estratos da função escolar), o diagnóstico (a estatística da situação escolar) e a programação (que é articulação entre o marco referencial e o diagnóstico, bem como as ações necessárias e cabíveis). Em suma, sua missão centra-se na prosperidade e coexistência de atividades de ensino, de pesquisa e de extensão, voltadas para a inovação pedagógica e formação docente.

Contemporaneamente a este trabalho, o sistema de avaliação fora modificado no CAp. Anteriormente, as avaliações se davam sob forma de notas, de zero a dez, com exigência de média cinco para aprovação, sendo que qualquer nota abaixo desta implicava em reprovação. A mudança se deu na transição de valores numéricos para conceitos, discriminados em A, B, C e D, em que os três primeiros indicam aprovação, e o último reprovação.

Aqueles que almejam matricular-se no CAp devem se inscrever em um processo seletivo que é organizado sob a forma de sorteio, o que diversifica a instituição sob termos de estratificação social, já que sua conhecida excelência e o próprio método de seleção são informações disseminadas e alcançam diversas comunidades. Dentro desta diversidade, dado o vínculo direto com a UFRGS, o colégio possui, todos os anos, um número razoável de estagiários e monitores dos cursos de graduação da UFRGS. Esta proximidade com a universidade proporciona um contato dos alunos com educadores em começo de carreira, bem como os próprios professores da universidade, cujos orientam os estágios. Por estes destaques, a comunidade escolar do CAp, bem como as relações entre seus próprios agentes, pode ser considerada notável e singular.

3.2. Caracterização da sala de aula

A sala pertencente à turma 301 estava localizada no prédio destinado às salas de aula, descrito anteriormente. Diferentemente de muitas das outras salas de aula, nesta, em particular, havia, além do quadro negro padrão – bem conservado e sem rasuras que atrapalhasse a escrita no mesmo –, uma tela branca retrátil, bem conservada, fixada na parede logo acima do quadro e um projetor digital, com bom funcionamento, suspenso por uma haste metálica, preso ao teto, e protegido por uma grade de proteção de metal, trancado por um cadeado. Conectado ao projetor, por um cabo VGA, havia um

computador de mesa – com bom funcionamento –, com CPU, monitor, teclado, *mouse* e com conexão à *internet*, alocado em uma mesa encostada na parede e ao lado da mesa do professor.

Em uma das paredes laterais, em direção oposta à porta de entrada com saída para o corredor interno ao prédio, estavam dispostas cinco janelas: três delas, em posição central e horizontal, com a parte superior na forma basculante com vidro transparente, e na inferior somente vidro transparente sem possibilidade para abrir; as outras duas estavam nas extremidades, e constituídas somente por vidro transparente, sem possibilidade para abrir. Acima destas janelas, estava um condicionador de ar sem possibilidade de funcionamento, em função da rede elétrica da instituição não suportar a operação do mesmo. Todos estes itens descritos apresentavam um bom estado de conservação.

Em direção oposta ao quadro, estavam dispostos dois murais, um pouco rasurados mas sem prejuízos, um ao lado do outro, para colagem ou fixação de horários da turma, avisos, eventos ou quaisquer outras mensagens que fossem de interesse dos alunos e dos professores.

Ao lado da porta tinha dois conjuntos de interruptores: um deles, com três teclas, era para acionamento das nove luminárias com lâmpadas fluorescentes; o outro, com duas teclas, era para acionamento dos quatro ventiladores de teto. Distribuídas pelas paredes da sala haviam nove tomadas elétricas, todas com 110 V de tensão nominal.

Distribuídas de forma aleatória pelo espaço da sala de aula, em função da organização dos alunos, havia trinta e quatro carteiras para destros e três para canhotos, em bom estado de conservação, apesar de algumas apresentarem alguns rabiscos nas mesas.

3.3. Caracterização da turma

A turma 301, do terceiro ano do ensino médio, foi observada entre 20 de agosto e 24 de setembro de 2018, e regida entre 01 de outubro e 21 de novembro de 2018. Em termos de características gerais, a turma: era bastante heterogênea em gênero, muito provavelmente, também, em situação socioeconômica (dado o processo de seleção do CAP); fazia uso frequente de seus *smartphones*; tinha alguns momentos de concentração e de distração, engajando-se proporcionalmente à participação do professor ao conferir, principalmente, as atividades realizadas em grupos – ou seja, uma turma característica de ensino médio público.

Constavam na lista de chamada trinta e cinco alunos – quinze meninos e vinte meninas, com média de idade de 17 anos. No entanto, quando recebi esta lista do professor, percebi que havia uma série de nomes com um número excessivo de faltas. Ao questionar o professor sobre isso, ele me disse que eram alunos que haviam desistido de permanecer na instituição, por ter um desempenho ruim em semestres anteriores, preferindo ou abandonar a escolarização ou trocar de instituição. Com

isso, permaneceram com presenças frequentes vinte e cinco alunos – onze meninos e quatorze meninas, mantendo a média de idade anterior.

3.4. Caracterização do tipo de ensino

O professor observado possuía⁸ bacharelado em Física Médica, pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), bacharelado e licenciatura em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), com mestrado e doutorado em ensino de Física pela mesma instituição. Desde 2011 era professor efetivo do Departamento de Ciências Exatas e da Natureza do CAp-UFRGS. Na área de Física, possuía experiência em estruturas eletrônicas e propriedades elétricas de superfícies, interfaces e partículas. Na área de Ensino de Física, realizava pesquisas sobre: modelagem computacional no ensino de Física nos níveis médio e superior; metodologias de ensino interativas, nos níveis médio e superior; o papel da iniciação científica e tecnológica na aprendizagem e formação de estudantes da educação básica; e formação continuada de professores de Física. Era também coordenador do CTA-Jr e ministrava aulas nas duas turmas de terceiro ano do ensino médio da instituição.

Durante as aulas que acompanhei foi possível perceber que o professor sempre buscava uma relação um tanto quanto fraternal com seus alunos, bastante flexível, caloroso e entusiasmado com suas aulas, provocando reação da classe naturalmente em muitos momentos. Além disso, sempre expôs os conteúdos com bastante clareza, com certa ordem, e quando necessário apresentava uma explicação alternativa com palavras mais simples e exemplos variados, usando simulações, como recursos demonstrativos de experimentos, com certa frequência e as integrando com aspectos da realidade. Demonstrou ser bastante organizado, dominar absolutamente os conteúdos e controlar muito bem o tempo, nunca faltando espaço para suas explicações e as atividades dos alunos, bem como com excessos de tempo ao final de cada aula. Era bastante rigoroso quanto aos conceitos físicos, mas flexível ao falar com os alunos, utilizando algumas gírias, talvez para demonstrar uma postura mais amigável com seus alunos. Demonstrou-se preocupado, ao menos parcialmente, com a compreensão dos alunos, uma vez que sempre que ocorriam dúvidas se mostrava interessado e determinado a responder.

Ao longo das aulas observadas, mostrou-se um bom professor, que consegue alcançar seus alunos, fornecendo espaço para dúvidas e sempre muito acessível a qualquer momento. Sua flexibilidade quanto à postura mostrou ser uma característica própria dele, uma vez que portava-se assim, também, em alguns momentos propícios fora da sala de aula.

⁸ Informações obtidas através do currículo Lattes – CNPq.

3.5. Relatos das observações em sala de aula

Nas próximas subseções seguem discriminados, e com comentários, os relatos de observação, construídos a partir do acompanhamento das aulas ministradas pelo professor titular. Disto, retirei todos os aspectos relevantes que aconteceram durante essas aulas, tais como dúvidas dos alunos, comportamento destes, bem como relação professor e alunos e as respectivas posturas.

3.5.1. Relato da Primeira Aula

20 de agosto de 2018

Turma 301

Início: 14h15min

Término: 15h43min

O professor entrou na sala às 14h15min, interagiu com os alunos, e aproveitou para avisar sobre a confirmação da data de uma prova. O professor pediu para que uma aluna guardasse o celular, e apresentou o estagiário, avisando acerca dessa presença durante algum tempo para observações e futura regência. Estavam presentes neste momento inicial vinte e um alunos. O professor pegou o livro-texto da disciplina, anunciou um capítulo e elencou alguns exercícios sobre circuitos elétricos, que deveriam ser feitos e entregues na data da prova. Chegaram mais dois alunos, totalizando vinte e três alunos presentes. Os alunos tomaram nota dos exercícios, lançaram mão dos livros e espontaneamente organizaram-se em pequenos grupos. Os alunos folhearam as páginas do livro, observando os exercícios, moveram-se pela sala e conversaram uns com os outros.

Enquanto isso, o professor caminhou pela sala observando a atividade dos alunos, e pediu que trabalhassem. Os alunos de um grupo chamaram o professor, explanaram suas dúvidas e prontamente o professor dispôs-se para ajudá-los, conversando com eles. Outro grupo também solicitou a presença do professor; este manteve sua postura, atendendo seus alunos, os ouviu e explicou os procedimentos. Houve conversa intensa entre os alunos, em baixo volume e sem muita algazarra.

O professor foi à sua mesa, sentou-se e fez a chamada. Perguntou a alguns alunos onde estavam os demais ausentes, que responderam não saber. O professor permaneceu à mesa, e os alunos permaneceram ativos na resolução dos exercícios, ora trabalhando individualmente, ora em colaboração. Mesmo de sua mesa o professor permaneceu atento às atividades dos alunos, observando o que estes faziam. Alguns alunos permaneceram transitando entre os grupos, conversando sobre resoluções, questionando sobre equações utilizadas e como utilizá-las, e conferindo resultados. De sua mesa ainda, o professor questionou alguns alunos sobre o que estavam fazendo, sempre em tom amigável e descontraído. Uma aluna levantou-se, foi até a mesa do professor que a atendeu imediatamente, ajudando a aluna a interpretar o problema. Enquanto isso, a maioria dos demais alunos permaneceu

engajada em resolver os problemas propostos. A aluna que foi atendida retornou ao grupo de colegas e explicou para estes o que o professor lhe disse. Uma outra aluna foi até a mesa do professor, que também a atendeu. O mesmo aconteceu com outro aluno. O professor permaneceu em sua mesa, observando os alunos esporadicamente.

Os alunos conversaram muito entre si, corrigindo e ajudando uns aos outros. O professor levantou-se e andou pela sala, verificando as atividades dos alunos, que permaneciam trocando respostas e dúvidas uns com os outros. Um aluno pediu para sair e o professor o autorizou. Um grupo solicitou ajuda do professor acerca de um exercício, e o professor atendeu prontamente. O aluno que havia saído, retornou. O professor saiu do grupo em questão, foi ao quadro e escreveu a equação $R = \rho \frac{l}{A}$; explicou que as variáveis R , l e A estavam dadas no enunciado do exercício em questão e que ρ deveria ser encontrada. Outro grupo solicitou a presença do professor, que dirigiu-se até este; depois de ouvi-los, foi ao quadro e escreveu as equações $i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ e $\Delta Q = n \cdot e$, e as relacionou para complementar a sua explicação. O professor permaneceu sendo chamado aos grupos e atendeu a todos prontamente; circulou pela sala novamente, conversou com os alunos sobre a matéria e sobre assuntos diversos. Falou para o estagiário ficar à vontade se quisesse interagir com os alunos.

Os alunos seguiram transitando entre os grupos, conversando sobre os exercícios e como resolvê-los, consultando as anotações uns dos outros. O professor caminhou pela sala, aferindo o que os alunos faziam, e pediu a alguns que se engajassem nos exercícios; conversou com alguns alunos sobre assuntos que não faziam parte do conteúdo em questão. Duas alunas perguntaram sobre uma questão ao professor, que foi ao quadro e representou o problema do exercício sob forma de desenho; convidou estas alunas para que fossem até o quadro. Enquanto explicou, mais um aluno foi até o quadro para perguntar ao professor sobre a mesma questão. Estes alunos retornaram a seus lugares, e o professor seguiu observando os alunos. Os alunos permaneceram interagindo uns com os outros. Uma aluna foi até a mesa do professor e aguardou por ele, que dirigiu-se a ela, após terminar uma conversa com um grupo, a atendendo. Um grupo conversou com um outro aluno acerca de um exercício, especificando o resultado que encontraram e por que este não era a resposta. Após discutirem, os alunos do grupo disseram perceber seu erro. Aproximando-se do final da aula, alguns alunos alegaram, entre si, que já estavam cansados. O professor interagiu com os alunos e perguntou a cada um qual curso superior fariam. Apenas uma aluna mencionou o curso de Física ou Matemática, e a grande maioria respondeu que seria Medicina Veterinária. O professor encerrou a aula às 15h43min, e pediu que os alunos não esquecessem de estudar para a prova.

3.5.1.1. Comentários

Apesar de ter sido uma aula apenas voltada para resolução de exercícios e consequente preparação para a prova, esta observação foi muito importante para um primeiro contato com a turma. Foi possível perceber que os alunos são muito receptivos, pré-dispostos e proativos à realização de tarefas, exatamente a atividade predominante nesta aula. O professor manteve uma postura absolutamente cordial e despojada, aproximando-se da linguagem dos alunos, os deixando muito à vontade para indagar-lhe sobre qualquer assunto, mostrando muito acessível e atento. Talvez, por esta disposição, os alunos mostraram-se muito ativos e realmente preocupados em estudar os problemas, recorrendo a quem quer que fosse necessário – colegas ou professor – para obterem sucesso nesta tarefa.

3.5.2. Relato da Segunda Aula

27 de agosto de 2018

Conselho participativo das turmas 301 e 302

Início: 13h22min

Término: 15h23min

Em atividade, denominada conselho participativo, que ocorre ao final de cada trimestre da instituição para colocar os alunos a par de seus desempenhos nas avaliações e as respectivas notas, às 13h22min o professor estava preparado para receber os alunos em sua sala particular. Uma aluna entrou, e o professor perguntou qual era sua turma, e a chamou pelo nome. Procurou as provas e trabalhos desta, e detalhou para ela as notas referentes a cada uma destas avaliações. Após tomar conhecimento das notas, a aluna em nada questionou o professor, agradeceu e se retirou.

Entraram duas alunas, e o professor repetiu o procedimento anterior. A estas alunas explicou e relembrou que o sistema de avaliação e de notas havia sido alterado para o ensino médio. Continuou dizendo que a média - nota mínima para aprovação - fora rebaixada de seis para cinco, sendo que o referente conceito fora mantido, como conceito C; ainda, explicou que o conceito D indicava média cinco e equivaleria à reprovação, e os conceitos B, com média igual ou superior a sete, e A, com média igual ou superior a nove, equivaleriam à aprovação. O professor entregou a elas as provas de cada uma, e estas se retiraram, sem questionamentos.

Outra aluna entrou, o professor a chamou pelo nome e já sabia qual era sua turma, pois falou. Procurou as notas desta e lhe entregou a última prova realizada. A aluna olhou a prova e, sem identificar a questão, disse “*aqui eu esqueci de dividir por quatro*”. O professor lhe disse que ela deveria prestar mais atenção nas avaliações seguintes, porque, segundo ele, ela “*é muito capaz de ir bem*”. A aluna agradeceu e se retirou.

Duas alunas entraram e o professor repetiu o procedimento. Detalhou, desta vez, as notas que haviam sido dadas em avaliações realizadas por um estagiário, que assumiu a turma destas alunas, e concluiu seu período de estágio havia algumas semanas. Ainda, o professor disse que “*as notas com o estagiário foram maiores em comparação com as avaliações*” dele, “*porque a prova*” que o estagiário aplicou “*era mais acessível*” que as dele, completou. Explicou, também, a importância dos alunos fazerem a lista de exercícios e entregarem estas resoluções no dia da prova, porque “*vale trinta por cento da nota final do trimestre*”. As alunas saíram, e outros dois alunos entraram. O professor repetiu o procedimento de busca das avaliações. Continuou explicando a estes que as resoluções da lista de exercícios a serem entregues devem conter explicitamente as soluções, e não tão somente os resultados que constam como gabarito.

O professor disse, também, que “*não é difícil conseguir tirar C, porque têm as listas, tem a monitoria*”, alertando aos alunos que é possível, sim, ser aprovado na disciplina de Física. Explicou, novamente, que o sistema de avaliação da instituição mudou para um modelo cumulativo, salientando que a cada nova avaliação são abordados conteúdos anteriores concomitantemente ao atual. Continuou dizendo que, portanto, a última avaliação do ano da disciplina seria a nota final desta, mas que não se pode deixar pra estudar só no último semestre, “*justamente porque sempre estamos estudando tudo*”. Os alunos afirmaram compreender o processo, agradeceram ao professor e saíram.

Outras duas alunas entraram. O professor procurou as avaliações destas. Explicou, novamente, como se estruturou o novo método dos conceitos. Uma das alunas destacou a primeira questão da última prova, que dizia “Três esferas metálicas idênticas, A, B e C, se encontram isoladas e bem afastadas umas das outras. A esfera A possui carga Q e as outras estão neutras. Faz-se a esfera A tocar primeiro a esfera B e depois a esfera C. Em seguida, faz-se a esfera B tocar a esfera C. No final desse procedimento, quais as cargas das esferas A, B e C?”, questionando o professor por que ela errou e “*por que não era $Q/2$ a resposta*”. O professor lhe explicou que ao encostar uma esfera carregada com carga Q em outra neutra, a carga “*se divide igualmente*”, e cada uma delas resulta com carga “ $Q/2$ ”. Seguiu dizendo que ao encostar uma destas em outra neutra, estas duas “*ficam com carga $Q/4$* ”. E concluiu que, “*se encostar, agora, uma esfera com $Q/2$ com outra com $Q/4$, cada uma dessas fica com $3Q/8$* ”. A aluna aparentou acompanhar o raciocínio, percebeu seu equívoco e agradeceu ao professor pela atenção. Assim que as alunas saíram, outros dois alunos entraram.

O professor repetiu o argumento sobre as avaliações. Falou para um dos alunos que “*entregar a resolução da lista de exercícios sem desenvolvimento não adianta*”. Seguiu argumentando sobre isso e adicionou a nota deste aluno na última prova, que fora de dezessete por cento, sendo conceito D. Falou para este aluno se dedicar e estudar mais porque ele “*é capaz*”. Ao outro aluno, o professor lhe entregou as notas e parabenizou pelo conceito A. Disse ao aluno anterior que deveria estudar com este último, que ele “*deveria aproveitar a amizade e estudar junto, aproveitar a oportunidade para*

aprender. Tem foco! Não 'rateia'. Vocês estão pra estudar, não percam tempo". Os alunos agradeceram ao professor, e saíram.

Uma outra aluna entrou, o professor a chamou pelo nome e já alertou que ela não havia feito a última prova. Esta aluna disse que não foi à escola porque choveu no dia e, segundo ela, a localidade em que ela reside ficou intransitável. O professor verificou as atividades anteriores desta aluna, e falou para ela que iria combinar uma data para realizar esta prova com ela, para poder fechar sua nota. A aluna agradeceu e saiu.

Outro aluno entrou. Logo de início, o professor lhe falou que ele precisa "*se reinventar, rever seus conceitos*", porque ele corre sério risco de reprovação, e não só na disciplina de Física. Este aluno não fez a última prova e algumas atividades anteriores. O professor lhe cobrou porque ele "*havia prometido que iria melhorar e se dedicar, mas não fez nada*". O aluno alegou problemas em casa, e que isso estava lhe atrapalhando nos estudos, e que também não está conseguindo se organizar. Seguiu dizendo que quer recuperar porque estava conseguindo acompanhar o conteúdo - que no momento era de circuitos elétricos. O professor falou que vai lhe dar uma nova prova para fazer e que espera que este aluno consiga acompanhar e que ele se dedique. O aluno agradeceu ao professor e saiu.

Um grupo de alunos entrou. Alguns destes já havia recebido suas notas e apenas acompanhava os demais. Um dos alunos que ali não estivera ainda, ao receber sua prova, perguntou ao professor se o conteúdo da nona questão da prova, que fornecia dados sobre comprimento, seção reta e resistência de um fio e requeria calcular a resistividade elétrica do material que constituía este fio, havia sido trabalhado em aula. O professor disse que sim, mas o aluno respondeu que não lembrava. Então o professor afirmou que fora trabalhado, e disse que "*resistência diminui com o aumento da área de um fio, e que aumenta conforme o fio fica mais comprido*". Os alunos disseram compreender. O mesmo aluno que questionou sobre a prova perguntou ao professor como havia ficado a média da sua turma. O professor disse que "*tem muitos C, poucos B, um A e poucos D. E isso é bom*". Os alunos agradeceram e saíram. O professor encerrou o atendimento às 15h23min.

3.5.2.1. Comentários

Atividades como esta servem para colocar o futuro professor a par das diversas funções que a profissão exige. Receber os alunos de suas turmas em um ambiente mais particular, que não a sala de aula, para uma conversa sobre os resultados das avaliações e consequente desempenho deles, pode proporcionar uma relação mais próxima no escopo professor e aluno. Os reflexos dessa proximidade podem contribuir com resultados muito positivos, no que diz respeito a um conhecimento mais profundo das nuances de cada aprendiz, possibilitando um mapeamento das capacidades e limitações referentes; ainda, com a viabilidade de uma conversa mais discreta e preservada, o aluno pode sentir-

se mais à vontade para explicitar dúvidas e externar problemas que estão além da instituição – como caso relatado na observação. Desta forma, percebe-se que uma proposta nesta perspectiva contribui para que o professor conheça melhor seus alunos, adquira dados para aprimorar suas aulas, dando importância a fatores que, por muitas vezes, estão além do alcance da atuação em sala de aula somente.

3.5.3. Relato da Terceira Aula

10 de setembro de 2018

Turma 301

Início: 14h17min

Término: 15h45min

O professor entrou na sala às 14h17min e começou a conversar descontraidamente com os alunos. Estavam presentes neste momento vinte alunos. Às 14h20min chegou mais uma aluna, totalizando vinte e um alunos presentes. O professor conversou com a turma sobre a aparente desmotivação dos alunos, porque estavam muito silenciosos, e argumentou que deveriam estar animados porque “*estão no último ano da escola, que vão virar adultos*”, completou, em tom jocoso. Explicou que ele daria mais algumas aulas, ampliando exemplos sobre circuitos elétricos, e logo após isso a turma seria assumida por estagiário.

Continuou dizendo que faria correção de alguns exercícios sobre circuitos elétricos que estavam na última prova, começando pela questão cinco, que fornecia um circuito elétrico constituído por uma lâmpada e uma bateria com diferença de potencial de 6,0 V, dispostos em série, completando que a corrente elétrica que percorre o filamento da lâmpada é de $i = 2,0$ A. O professor leu o enunciado e a parte da questão que solicitava o valor da resistência da lâmpada; indagou a turma acerca da diferença de potencial na lâmpada e a origem disto, e esperou que os alunos respondessem. Após alguns segundos de silêncio e conversas paralelas entre alguns alunos, houve respostas de que “*deveria ser a d.d.p. da bateria e era 6,0 V*”. O professor escreveu a equação oriunda da lei de Ohm, $V = R \cdot i$, relacionou as informações anteriores, e obteve o valor de $R = 3$ ohm. Antes de começar a resolução do próximo exercício, o professor pediu que um aluno trocasse de carteira, para evitar e minimizar conversas; o aluno assentiu.

A próxima questão, seis, possuía enunciado: “A figura ao lado mostra duas lâmpadas, cujos filamentos possuem resistências R_1 e R_2 , ligadas aos polos de uma bateria. Observando a figura, responda o que segue. a) A corrente que passa por R_1 é maior, menor ou igual a que passa em R_2 ? b) O valor da resistência R_1 é maior, menor que o da resistência R_2 ou igual a ele? c) Qual é o valor da voltagem entre os polos da bateria?”. A figura em questão representava um circuito com uma bateria

e duas lâmpadas, com R_1 e R_2 , em série, além da informação de $V_{AB} = 8V$, para R_1 com terminais A e B, e $V_{AB} = 4V$, para R_2 com terminais C e D. O professor indagou os alunos sobre o primeiro item; alguns alunos responderam que deveria ser igual, e o professor completou dizendo que ele “já havia falado muitas vezes que a corrente não é gasta, consumida, em um circuito. Seria o mesmo que acontecer de os elétrons sumirem”. Continuou para o segundo item e perguntou qual deveria ser a relação entre as diferenças de potencial nestes resistores. Alguns alunos responderam que $R_1 > R_2$, “porque d.d.p. em R_1 é maior que em R_2 , e a corrente é a mesma”, disse um dos alunos. Um aluno se levantou e disse ao professor que ele havia acertado esta questão, mesmo o professor lhe corrigindo na prova como errado. O professor argumentou que não, porque, apesar de ele ter relacionado corretamente os valores das resistências, o aluno colocara valores para $R_1 = -8V$ e $R_2 = -4V$, “o que não fazia sentido nenhum”, completou o professor. O aluno insistiu por mais um momento, mas o professor manteve o argumento; o aluno disse que não aceitava, mas não mais insistiu e se sentou.

O professor seguiu para a oitava questão em que era apresentado um circuito elétrico com uma bateria e três resistores, sendo que dois destes, $R_2 = 3,0 \Omega$ e $R_3 = 6,0 \Omega$, estavam em paralelo e o outro, $R_1 = 3,0 \Omega$, em série com estes dois. Com respeito ao primeiro item desta questão, que solicitava a resistência equivalente à associação de R_2 e R_3 , o professor perguntou “quanto dá?” para os alunos. Um aluno respondeu “dois”, e o professor perguntou como se chegaria neste resultado; demais alunos se manifestaram, dizendo que era através da equação para calcular a resistência total para resistores em paralelo. O professor escreveu esta equação no quadro, na forma de $1/R_{eq} = 1/R_2 + 1/R_3$ e desenvolveu até obter como resposta o valor dois. Um aluno disse que o professor não havia corrigido esta questão na sua prova, porque uma parte estava no verso da folha de perguntas. O professor argumentou que havia, sim, corrigido, pois havia uma resposta escrita logo abaixo do enunciado da questão. O aluno aparentou aceitar o argumento do professor.

Seguindo para a nona questão, cujo enunciado fornecia o comprimento (l), a área de seção reta (A) e o valor da resistência elétrica (R) para um determinado fio condutor, o professor escreveu uma equação para calcular a resistividade em um fio condutor, $R = \rho \cdot \frac{l}{A}$. Era solicitado o valor de ρ , e o professor questionou acerca do valor que deveria ser colocado para a A , uma vez que estava dado o valor de 3 mm^2 . Alguns alunos disseram que era mesmo 3 mm^2 , mas a maioria da turma afirmou que não, e destes, alguns argumentaram que não estava na dimensão correta. O professor complementou, explicando que deveria estar somente em metros quadrados.

Às 15h30min o professor falou para os alunos que o estagiário que estava observando a aula tinha um recado. O estagiário se levantou, foi até à frente da turma, e distribuiu um questionário⁹,

⁹ No Apêndice A deste trabalho.

solicitando que os alunos respondessem de forma honesta e sincera, pois as respostas seriam utilizadas para construir a unidade didática a ser aplicada com os alunos no período de estágio. Os alunos se empenharam em responder e todos entregaram até às 15h45min, quando o professor deu por encerrada a aula.

3.5.3.1. Comentários

Esta foi uma aula de bastante passividade dos alunos, uma vez que a única atividade fora a correção da prova, e apontamentos do professor acerca do conteúdo e como resolver as questões. Foi interessante perceber que a turma subdividiu-se em alguns conjuntos: aqueles que aparentar estar interessados na correção do professor, procurando semelhanças e diferenças entre o que havia ali e o que fizeram durante a prova; aqueles que, não frequentemente, exerciam a mesma ação do conjunto anterior, ora prestando atenção, ora mexendo em seus celulares; e aqueles que apresentaram completo desinteresse no que o professor fazia. De todos os conjuntos, predominou o segundo citado, uma vez que é forte característica da turma ficar, frequentemente, conferindo seus celulares.

3.5.4. Relato da Quarta Aula

17 de setembro de 2018

Turma 301

Início: 14h13min

Término: 15h46min

Em função do professor de Física ter utilizado, outrora, os horários da disciplina de Geografia para realização de uma prova, nesta aula a professora desta disciplina assumiu o horário competente.

A professora entrou na sala, deu boa tarde aos alunos, e perguntou se eles haviam levado os livros-texto da disciplina. Alguns responderam que sim, alguns que não, e alguns nada disseram. Pediu que os alunos se organizassem em duplas ou trios, e disse que em seguida buscaria os livros que estivessem faltando. O professor de Física chegou para acompanhar a aula, porque segundo a professora ela precisaria atender uma outra turma concomitantemente, e ele lhes faria companhia. Escreveu no quadro que haveria avaliação na aula da semana seguinte, cujo conteúdo era indústrias, organização da produção, localização industrial e geografia das indústrias.

Ao listar isto, a professora recomendou alguns exercícios do livro para que os alunos fizessem, e pediu também que eles escrevessem um texto de, no mínimo, cinco linhas, acerca do capítulo que deveriam ler nesta aula, e entregarem para ela. Solicitou ajuda de algum dos alunos para buscar os livros que faltavam; um aluno se prontificou e os dois se retiraram da sala.

Enquanto a professora estava ausente, os alunos aos poucos se mobilizaram, com seus livros e cadernos, para leitura e organização para resolução dos exercícios. Conversaram muito uns com os

outros, e aos poucos mexeram nos livros e fizeram mais silêncio, sinalizando que estavam começando as leituras. Assim que a professora retornou, distribuiu os livros e fez a chamada, contabilizando vinte e quatro alunos presentes. Distribuiu, também, a alguns alunos algumas avaliações, e estes que as receberam em nada questionaram sobre estas.

Alguns alunos pediram à professora para fazerem a atividade no pátio do colégio, mas a professora negou; argumentou que a turma já perdeu muitas aulas, e que perderiam mais uma em virtude de feriado. Alguns alunos insistiram, mas a professora permaneceu negando, afirmando que haveria dispersões e teria um efeito muito ruim, em virtude da avaliação na semana seguinte. Os alunos assentiram e nada mais disseram sobre isso. Avisou à turma, às 14h35min, que sairia por um momento, mas que em seguida retornaria. Os alunos permaneceram em seus grupos, fazendo mais barulho em alguns momentos e mais silêncio em outros. Alguns poucos alunos ficaram mexendo em seus celulares, mostrando coisas uns aos outros e com os livros fechados.

Às 14h51min a professora retornou, e observou a atividade dos alunos. Com a sua professora, os alunos fizeram mais silêncio, e se mantiveram em seus lugares, realizando leituras e escrevendo em seus cadernos. Enquanto isso, alguns poucos alunos ainda permaneciam sem realizar as leituras solicitadas, mexendo em seus celulares. Às 14h59min a professora saiu novamente. Os alunos permaneceram em atividade, e o silêncio demonstrava que boa parte da turma estava empenhada. O professor de Física permaneceu na sala e esporadicamente observava, sem dizer nada, o que os alunos faziam.

Apenas três alunos seguiam sem fazer as leituras que a professora orientou e conversavam entre si. O professor de Física fez sinal que estes estavam falando muito; calaram-se por um momento, mas em seguida voltaram a conversar. Parte considerável da turma seguiu trabalhando, em alguns momentos conversando sobre o conteúdo, sobre assuntos paralelos e em outros fazendo silêncio, executando leitura e escrita. O professor de Física observou a atividade dos alunos e lhes perguntou o que era fordismo; alguns alunos deram respostas que convergiram para o senso de “criação de linhas de produção”. Perguntou, também, o que era o toyotismo, e alguns alunos disseram que era “uma forma de organização da indústria”, na qual a filosofia era “*usar pouca gente para fazer muita coisa*”, segundo eles; um aluno complementou dizendo que este foi “*o sistema que salvou o Japão da crise no pós-guerra*”. Após isso, o professor circulou pela sala, observando o que os alunos faziam. Conversou com alguns alunos, brevemente, sobre política, e após pediu que se concentrassem e voltassem às tarefas de Geografia.

Alguns alunos começaram a circular pela sala, transitando entre os grupos e conversando sobre assuntos que não o do conteúdo em questão; poucos grupos ainda permaneciam fazendo as atividades da disciplina. Os alunos começaram a se levantar, não todos no mesmo momento, e deixaram sobre a mesa da professora algumas folhas de caderno com os textos solicitados escritos. A professora

retornou às 15h35min, perguntando se os alunos haviam concluído as atividades; alguns alunos responderam que sim, mas a maioria que não.

A professora pediu que os alunos se organizassem, agora, em cinco grupos para que realizassem uma nova atividade para ser feita em horário extraclasse. Enquanto conversava com eles sobre isso, o professor de Física se retirou da sala. A professora distribuiu reportagens, uma para cada grupo, e disse para que as lessem e organizassem uma apresentação que as resumisse, sendo apresentada na aula seguinte, antes da realização da prova. Disse, também, que quem não havia terminado as primeiras atividades solicitadas poderia entregar no dia seguinte pela manhã, e encerrou a aula.

3.5.4.1. Comentários

Esta aula foi bastante interessante, no que compete às diversas configurações possíveis que um estagiário pode encontrar. Destaco isso pois foi possível perceber como a turma se comportava quando sozinha, sem um professor titular presente. Confesso que fiquei surpreso com as atividades da turma, que, em sua maioria, permaneceu, em quase totalidade do tempo, atenta ao proposto pela professora, empenhados em resolver e em colaboração uns com os outros.

3.5.5. Relato da Quinta Aula

24 de setembro de 2018

Turma 301

Início: 14h15min

Término: 15h45min

O professor entrou na sala, e de pronto começou a conversar com alguns alunos sobre diversos assuntos, em tom informal e de forma breve. Após concluir isso, se dirigiu à sua mesa e fez a chamada, constatando que dezoito alunos estavam presentes.

Ligou o computador e o projetor digital da sala, e puxou a tela branca para projeção, localizada logo acima do quadro. Enquanto o professor fazia estas ações, e abria um navegador para internet, os alunos conversavam entre si e observavam o que o professor fazia. Nesse ínterim, o professor já havia selecionado uma simulação do site PhET¹⁰, com a qual era possível montar circuitos elétricos com baterias, resistores, fios condutores para conexão dos componentes, amperímetros e voltímetros, com espaços para variação de valores de resistência (R), de diferença de potencial elétrico (ΔV) e resistência interna das baterias. Com esta ferramenta, o professor construiu um circuito com uma bateria

¹⁰ PhET *Interactive Simulations* é um projeto, da Universidade do Colorado (EUA), de recursos educacionais abertos sem fins lucrativos, fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman (WIEMAN; PERKINS, 2002).

e um resistor, em que estava visível que os valores das variáveis ddp e R eram $9,0 V$ e $10,0 \Omega$, respectivamente; salientando isto, o professor questionou os alunos qual deveria ser o valor da corrente elétrica (i), e alguns alunos disseram que era de $0,9 A$.

Depois, utilizando a mesma simulação, integrou um amperímetro, em série, ao circuito, alterou alguma variável sem que os alunos percebessem, e ressaltou que, desta vez, a leitura do amperímetro mostrava $0,45 A$; questionou os alunos o que havia acontecido. Alguns poucos alunos mostraram-se confusos e nada disseram; outros disseram que ele havia dividido a ddp por dois ou dobrado o valor de R. O professor então mostrou na projeção que os valores de ddp e R estavam mantidos exatamente iguais ao primeiro exemplo. Um aluno disse que o professor havia adicionado uma resistência interna (r) à bateria; o professor assentiu e confirmou o argumento deste aluno, explicando que baterias sem resistência interna são objetos modelados, que não existiam realmente. Seguiu dizendo que, por esse motivo, não havia baterias que fornecessem energia elétrica sempre, que haveria esgotamento em algum momento. Um aluno questionou por quê; o professor argumentou que as reações químicas que aconteciam dentro de uma pilha, de uma bateria, faziam com que a bateria oferecesse cada vez mais, conforme passasse o tempo, uma resistência maior à circulação de corrente por esse componente, diminuindo, por consequência, a corrente no circuito.

Com isso, o professor finalizou o uso da simulação e apresentou o que chamou de equação do gerador, na forma de $V = \varepsilon - r \cdot i$; explicou que ε – também com nome de força eletromotriz – era a ddp que uma bateria, uma pilha, seria capaz de entregar a um circuito se estas fossem ditas ideais, ou seja, se o valor de r fosse nulo. O professor argumentou também que só se pode somar ou subtrair grandezas de mesma natureza – no caso, subtrair ddp de ddp –, alertando que ε tinha como unidade volt, assim como o produto $r \cdot i$.

Alguns alunos pediram para o professor escolher alguns exercícios para que eles fizessem, e ele assentiu. Enquanto folheava o livro, alguns alunos saíram da sala, e retornaram com livros. O professor sugeriu que resolvessem um exercício, que fornecia a ε e r de uma pilha em uma lanterna, que também solicitava a ddp da pilha com o circuito aberto e a ddp da pilha se esta fornecesse $i = 2,0 A$; pediu que os alunos tentassem resolver, e que poderiam se reunir em grupos e compartilharem os livros, se fosse necessário. Uma aluna perguntou “*e quando não tem o i ?*”, e o professor respondeu “*á tu tem que achar*”. Boa parte da turma se mobilizou e arranjaram-se em pequenos grupos, mostrando engajamento na solução do exercício.

O professor disse à turma que em um circuito aberto, a corrente elétrica no circuito é nula, e que, portanto, a tensão fornecida por uma bateria associada a este circuito, nesta situação, é igual a força eletromotriz inerente a esta. Os alunos seguiram trabalhando nas equipes que formaram, discu-

tindo, trocando informações e respostas. O professor sugeriu mais quatro exercícios, para que os alunos seguissem trabalhando neste formato; estes cinco exercícios selecionados deveriam ser entregues no dia da próxima prova, a ser realizada já com o estagiário, que assumiria a regência na aula seguinte.

Enquanto os alunos trabalhavam, perguntei ao professor se eu poderia circular pela sala e, se necessário, auxiliar os alunos com potenciais dúvidas; o professor concordou e assim o fiz. Andei pela sala e pude verificar que as maiores dificuldades encontravam-se em compreender do que se tratava cada questão, ocorrendo dúvidas quanto à interpretação. Por exemplo, foi comum os alunos apresentarem dúvidas quanto ao entendimento da diferença entre diferença de potencial elétrico e a força eletromotriz – cuja professor acabara de explicar. Quando eu retomei a explicação, muito semelhante àquela dada pelo professor, os alunos voltavam-se ao exercício e conseguiam fazê-lo. Outra dificuldade comum fora quanto ao rearranjo de equações: foi muito frequente, especificamente em um exercício, que o uso da equação $V = \varepsilon - r \cdot i$ foi uma barreira quando era solicitado o valor de r ; muitos alunos não encontraram o mesmo valor que constava no gabarito do livro, porque rearranjavam errado a equação, errando as transformações. Auxiliei no que pude e alguns alunos conseguiram prosseguir. Não surgiram dúvidas mais pontuais além destas. Permaneci acompanhando as atividades da turma, até que o professor finalizou a aula e liberou os alunos.

3.5.5.1. Comentários

Acompanhar mais esta aula foi relevante por poder verificar mais de perto algumas das dificuldades que os alunos enfrentam. Percebi, com isso, que muitas das vezes os erros se propagaram por conta de falta de habilidades matemáticas, de recursos além da disciplina de Física, e anteriores à mesma – como interpretação de texto –, e em certos momentos a própria falta de atenção durante uma explicação e falta de empenho. Alguns dos alunos pareceram precisar de auxílio, de uma companhia mais próxima, como se fosse mais seguro estudar desta forma, buscando os colegas e até mesmo o professor, e neste caso a mim também, para conferir se o que faziam estava correto.

4. PLANEJAMENTO

Inerente às ações do estágio, o período de maior produção residiu no planejamento das aulas. Nesta etapa, concentraram-se os maiores esforços, as maiores buscas em diversas fontes e as maiores reflexões, conjuntamente ao que foi externado pelos alunos nas respostas ao questionário – Apêndice A. Considero que foi a etapa estruturante deste trabalho, uma vez que, pela primeira vez, obtive uma parcela do trabalho de um professor, em que a sabedoria e critério na seleção de conteúdos e materiais é crucial para que se consiga ajudar os alunos a aprender, neste caso, Física, além de ser capaz de estabelecer um cronograma – Apêndice B – das atividades a serem desenvolvidas ao longo da regência.

Como parte do trabalho, consultei várias fontes para elaborar as aulas, como as sequências entre os conteúdos, contextualizações, deduções, estruturação conceitual, atividades experimentais, simulações assim como as questões utilizadas. Com respeito ao conteúdo, contextualizações e às questões – tanto da lista, da prova e para o *Peer Instruction* –, as obras de Axt e Alves (1999), Hewitt (2011), Luz, Álvares e Guimarães (2016), Pietrocola (2011), Mazur (2015), além dos materiais constantes no CREF (INSTITUTO DE FÍSICA - UFRGS, 2018) e no GREF (INSTITUTO DE FÍSICA - USP, 2018) foram exaustivamente consultados, procurando detalhes que pudessem aprimorar as aulas. Outro ponto importante para este trabalho foi tomar ciência das concepções alternativas mais comuns em relação ao eletromagnetismo, e o magnetismo em si. A literatura estava limitada neste aspecto, porém Borges (1998) apresenta um bom estudo acerca disso, fornecendo base para estruturação deste trabalho.

Além disso, conversas com colegas e professores também inspiraram a elaboração dos planos de aula, os enriquecendo com discussões e experimentações, algumas delas retiradas, inclusive, de Axt e Alves (1999), e quando não foi possível usar um experimento, integrei à aula uma simulação, todas advindas do *site* PhET (WIEMAN; PERKINS, 2002). Nas subseções seguintes estão fracionados os planos de aula elaborados para o período de regência.

4.1. Plano para a Primeira Aula – Introdução ao Eletromagnetismo

Data prevista: 01 de outubro de 2018

Objetivos de ensino: Mostrar aos alunos que se deu importância às respostas do questionário, ao que foi observado e em conversas com eles; apresentar as propostas para transpor barreiras relacionadas à disciplina de Física, encontradas no mapeamento com o questionário; apresentar questões norteadoras para orientar os conteúdos; explicitar os processos avaliativos. Demonstrar a aplicabilidade e importância dos transformadores para a sociedade moderna. Diferenciar polos magnéticos de cargas

elétricas; salientar a não observação de monopolos magnéticos; classificar materiais em ferromagnéticos e não ferromagnéticos; apresentar situações reais do magnetismo.

Procedimentos:

Atividade Inicial (25 min): Realizarei, como primeira ação, uma explanação acerca das respostas ao questionário aplicado e como estas impactaram o desenvolvimento desta unidade didática, salientando as atividades, de forma geral, que serão desenvolvidas. Neste momento, também serão apresentadas as metodologias escolhidas e as variáveis para avaliação.

Desenvolvimento (55 min): Após situar os alunos do que faremos ao longo do período de regência, farei uma breve apresentação, intercalada com questionamentos aos alunos sobre suas opiniões, sobre o que são os transformadores elétricos e o impacto destes equipamentos. Para iniciar as discussões sobre o conteúdo, explanarei que alguns conceitos serão necessários para compreender os transformadores, e que iniciaremos pelos ímãs, como os elementos mais básicos do magnetismo. Perguntarei se os alunos já obtiveram contato com ímãs e o que se observa acerca do comportamento destes materiais; apresentarei a pergunta “*Como criar ímãs?*” para introduzir os processos de magnetização, desmagnetização, conceito de domínios magnéticos e a inseparabilidade dos polos. Entre momentos desta explanação, serão apresentadas de duas a três questões conceituais, a serem respondidas via uso dos *plickers*, com a metodologia ativa *Peer Instruction*; explicarei com detalhe que deve haver comprometimento com a resposta, bem como uma argumentação, e como será a logística de votação. Após cada período deste de votação, verificarei as respostas com um aplicativo de celular, e, dependendo do índice de acertos, proporei a conversa entre os alunos. Fomentarei um engajamento da turma supervisionando o período de interação entre os alunos, inerente ao método.

Fechamento (10 min): Buscando exemplos mais concretos e reais, apresentarei a importância do magnetismo para os animais, e para a vida na Terra, demonstrando com imagens a magnetosfera. Como última ação desta aula, distribuirei o roteiro de estudo e a lista de exercícios acerca da unidade didática em questão.

Recursos: quadro negro, giz, projetor digital, computador, *smartphone*, ímãs, *plickers*, folhas de papel com roteiro e lista de exercícios impressos.

Avaliação: colaboração nas atividades interativas.

4.2. Plano para a Segunda Aula – Campo Magnético

Data prevista: 08 de outubro de 2018

Objetivos de ensino: Conceituar o termo “campo”; caracterizar campos de interação. Demonstrar as linhas de campo magnético; esclarecer o alcance do campo magnético; apresentar o campo magnético terrestre, juntamente às linhas de indução. Propor uso de simulação livre para experimentação extraclasse. Construir o conceito de fluxo.

Procedimentos:

Atividade Inicial (15 min): Apresentarei como questão motivadora “*Como fazer bússolas?*”, utilizando uma simulação computacional do site PhET (Ímãs e Eletroímãs – Ímã em barra).

Desenvolvimento (60 min): Espero que o conceito de campo magnético terrestre para o uso da bússola – dado o conhecimento que possuo da turma – seja mencionado por algum aluno; se não, o farei. Com isso, conceituarei o termo campo e caracterizarei os campos de interação, para explicar o alcance de um campo magnético. Questionarei sobre direção e sentido do campo magnético, com uso dos ímãs e das bússolas da simulação, e se é uma grandeza física escalar ou vetorial, e motivarei a interação entre os alunos para que uns convençam os outros; concluirei este momento com a apresentação da notação para campo magnético, bem como a unidade de medida do mesmo. Buscando exemplos mais concretos e reais, apresentarei a importância do magnetismo para os animais, e para a vida na Terra, demonstrando com imagens a magnetosfera. De modo análogo à aula anterior, serão apresentadas de duas a três questões conceituais, para serem respondidas com os *plickers*, aderindo à metodologia ativa *Peer Instruction*. Isto feito, darei mais atenção às linhas de campo, explicando a relação entre a quantidade destas em uma região e a intensidade do campo magnético em questão; construirei, também, o conceito de fluxo magnético, para aproveitar o momento recente em que trabalharemos com linhas de campo. Encerrando esta parte, deixarei claro que começaremos a explorar um novo assunto, relacionado à força magnética. Com o conceito de campo magnético bem explorado e recentemente construído, questionarei sobre o que aconteceria a um circuito elétrico se fosse submetido a um campo magnético. Usarei esta questão para introduzir a noção da força de Lorentz – que diz respeito à interação magnética entre cargas em movimento e campos magnéticos. Partindo da equação que relaciona carga e campo, chegarei, em modo de demonstração, à forma desta que relaciona diretamente corrente elétrica e campo magnético. Usarei este momento para reforçar que só é possível observar os efeitos da força magnética quando temos cargas em movimento em uma região, em um condutor. Buscando facilitar a compreensão dos efeitos físicos, apresentarei a relação entre a força, os sentidos da corrente e do campo com auxílio da difundida “regra da mão direita”.

Fechamento (15 min): Reservarei este momento para resolver exercícios da lista distribuída aos alunos; questionarei se haverá dúvidas, e caso não haja manifestação, aplicarei mais três questões conceituais, a serem respondidas pela metodologia *Peer Instruction*.

Recursos: quadro negro, giz, projetor digital, computador, *plickers*, *smartphone*, simulações computacionais.

Avaliação: colaboração nas atividades interativas.

4.3. Plano para a Terceira Aula – Campo Magnético e Força Magnética

Data prevista: 15 de outubro de 2018

Objetivos de ensino: Revisar os conceitos vistos até o momento. Reforçar, com demonstrações em simulação, o conceito das linhas de campo magnético; esclarecer o alcance do campo magnético; apresentar o campo magnético terrestre, juntamente às linhas de indução. Realizar experimentos simples com bússolas, bem como explorar o funcionamento destas. Comentar sobre as auroras boreal e austral. Propor uso de simulação livre para experimentação extraclasse. Construir o conceito de fluxo. Abordar o conceito de força magnética.

Procedimentos:

Atividade Inicial (15 min): Retomarei os conceitos mais importantes vistos até o momento, em forma de revisão. Distribuirei quatro bússolas para que os alunos tenham contato e observem o funcionamento delas.

Desenvolvimento (65 min): Reapresentarei o conceito de campo magnético, ampliando o que vimos na aula anterior, abordando o caráter deste campo, o alcance, a intensidade e as linhas de indução. Apresentarei um vídeo contendo experimentos com ferrofluido e campos magnéticos (*link: <https://www.youtube.com/watch?v=ykUFg-7Ji3I>*), para ampliar a aplicação dos conceitos estudados. Proporei duas questões conceituais, para que os alunos respondam com auxílio da metodologia ativa *Peer Instruction*. Finalizado este momento, explicarei que podemos compreender a Terra como um grande ímã, com auxílio de uma simulação (PhET – Ímãs e Eletroímãs). Aproveitarei o momento para reforçar o conceito de linhas de campo, salientando, frequentemente, que trata-se de um modelo apenas; com isso, construirei o conceito de fluxo magnético. Deixarei claro que encerraremos este assunto aqui, e apresentarei um novo conceito, o de força magnética, questionando sobre os efeitos de um campo magnético sobre um circuito elétrico; seguirei com alguns exemplos da presença do magnetismo, retomando a magnetosfera, juntamente aos fenômenos de auroras boreal e austral. Aqui, apresentarei quatro questões conceituais, a serem respondidas com a metodologia ativa *Peer Instruction*.

Fechamento (10 min): Reservarei este momento para resolver os quatro primeiros exercícios da lista distribuída aos alunos; questionarei se haverá dúvidas, e caso não haja manifestação, apresentarei, de forma bastante superficial, as ideias principais para resolução das mesmas.

Recursos: quadro negro, giz, projetor digital, computador, *plickers*, *smartphone*, simulações computacionais, bússolas.

Avaliação: colaboração nas atividades interativas.

4.4. Plano para a Quarta Aula – Indução Eletromagnética (Parte I)

Data prevista: 29 de outubro de 2018

Objetivos de ensino: Questionar sobre como detectar corrente elétrica em um fio condutor; motivar a aula com o experimento de Oersted e destacar os principais efeitos. Reforçar a natureza vetorial do campo magnético; conceituar a lei de Ampère e a lei de Biot-Savart para o magnetismo. Apresentar exemplos: campo magnético em um fio condutor, em uma espira e em um solenoide.

Procedimentos:

Atividade Inicial (20 min): Revisarei o conteúdo visto até o momento, auxiliando os alunos a resolverem as quatro primeiras questões da lista de exercícios entregue na primeira aula.

Desenvolvimento (55 min): Questionarei os alunos sobre as formas que eles conhecem para saber se está circulando corrente elétrica em um fio condutor. Aguardarei alguma manifestação dos alunos e apresentarei um vídeo (disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=NpnHHp6vV2E>), em que alguns estudantes de engenharia demonstram um modelo para o experimento de Oersted. Distribuirei aos alunos alguns conjuntos de pilhas, fios condutores e bússolas para que reproduzam o que viram no vídeo, e observem pessoalmente os efeitos – será uma atividade guiada. Destacarei os efeitos principais observáveis: deflexão instantânea ao fechar/abrir o circuito bateria-fio condutor; inversão da corrente faz bússola inverter orientação anterior. Reforçarei os aspectos vetoriais do campo magnético: a direção, indicada pelo movimento e estabilização da agulha da bússola; o sentido, indicado pela orientação norte-sul da bússola. Apresentarei após estas discussões entre uma e duas questões conceituais, a serem respondidas pela metodologia *Peer Instruction*. Com auxílio de uma simulação do PhET (Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday - Eletroímã), apresentarei um modelo do experimento que realizaremos, com o intuito de reforçar os conceitos, facilitar a compreensão do fenômeno e retomar a discussão anterior. Com isso, reunirei estas conclusões e as apresentarei como a formulação conceitual da lei de Ampère para o magnetismo, ampliando as aplicações com a lei de Biot-Savart; aliarei a isso a explicação da “regra da mão direita”, para corrente elétrica e campo magnético induzido.

Fechamento (15 min): Buscando facilitar a compreensão dos conceitos, exemplificarei a aplicação da lei anterior com três situações representativas: campo magnético de um condutor retilíneo, um em

forma de espira e um em forma de solenoide, utilizando a simulação anteriormente citada como recurso. Reservarei espaço para potenciais dúvidas; caso não haja manifestação, apresentarei uma questão conceitual a ser respondida pela metodologia Peer Instruction.

Recursos: quadro negro, giz, projetor digital, computador, *smartphone*, *plickers*, bússolas, fios metálicos condutores, pilhas e/ou baterias.

Avaliação: colaboração nas atividades interativas.

4.5. Plano para a Quinta Aula – Indução Eletromagnética (Parte II)

Data prevista: 05 de novembro de 2018

Objetivos de ensino: Questionar sobre a possibilidade de gerar energia elétrica via campo magnético. Apresentar breve apanhado histórico sobre estudos de Faraday. Utilizar modelos computacionais e atividades experimentais para demonstrar a lei de Faraday-Lenz e reforçar os conceitos principais.

Procedimentos:

Atividade Inicial (10 min): Revisarei, em forma de tópicos, os principais conceitos trabalhados até o momento.

Desenvolvimento (45 min): Questionarei se é possível obtermos o efeito contrário do que vimos: corrente elétrica induzida por um campo magnético; farei isso questionando os alunos da seguinte forma: “*podemos acender uma lâmpada com um ímã?*”. Aguardarei um momento para manifestações e, para iniciar a discussão, levarei um breve apanhado histórico sobre os trabalhos de Faraday. Utilizarei uma simulação do PhET (Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday - Solenoide) para demonstrar os efeitos que ocorrem ao se aproximar um ímã de um solenoide/bobina, tendo associado a este/esta um voltímetro analógico, e, posteriormente, uma lâmpada. Com um aparato experimental constituído por um ímã, duas bobinas em série e uma bússola, reproduzirei o experimento do modelo computacional, observando a deflexão da agulha, indicando presença de um campo magnético induzido por uma corrente induzida. Demonstrarei que o campo magnético só induz corrente elétrica se for variável; utilizarei uma outra simulação do PhET (Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday - Gerador), desta vez falando sobre geração de energia segundo os pressupostos que observamos; apresentarei, conjuntamente a esta demonstração, a lei de Faraday e a parte complementar, quanto ao sentido desta corrente induzida, oriunda de Lenz, unindo este argumento às simulações utilizadas. Argumentarei acerca da necessidade e significado físico da lei de Lenz; explicarei a origem no princípio de conservação de energia, contrapondo ao hipotético moto perpétuo. Em ambas darei prioridade à conceituação, as construindo a partir das observações iniciais e conceitos centrais. Com estas

aplicações e explicações, aproveitarei para estruturar o conceito de corrente alternada, utilizando a primeira simulação usada nesta aula para melhor visualização e compreensão desta grandeza.

Fechamento (35 min): Proporei dois exercícios a serem resolvidos em pequenos grupos e os recolherei ao final desta aula.

Recursos: ímãs, bússolas, fios metálicos condutores, pilhas e/ou baterias, bobinas, folhas de papel com os exercícios supracitados.

Avaliação: colaboração nas atividades interativas; tentativa de solução dos exercícios propostos.

4.6. Plano para a Sexta Aula – Funcionamento de um transformador elétrico

Data prevista: 19 de novembro de 2018

Objetivos de ensino: Revisar os conceitos que visto até aqui. Comparar valores de tensão elétrica produzida em usinas e os valores recebidos nas residências. Demonstrar experimentalmente a produção de diferença de potencial elétrico e corrente elétrica por indução. Investir tempo para resolução de exercícios da lista, como preparação para a avaliação. Orientar a solução das questões, fomentando a interação entre os alunos. Dedicar atenção às dúvidas comuns e buscar, com os alunos, resolvê-las.

Procedimentos:

Atividade Inicial (5 min): Resgatarei, fomentando a participação e engajamento dos alunos, os principais conceitos que foram trabalhados nas aulas anteriores, destacando os elementos essenciais, bem como os experimentos que realizamos; neste momento, reforçarei os aspectos físicos da lei de Faraday-Lenz, vistos na aula anterior, com mais uma experimentação, utilizando um circuito com bobina e LED's, com auxílio de uma ímã para indução de corrente.

Desenvolvimento (45 min): Utilizarei aparatos experimentais para construir um modelo primitivo de um transformador elétrico, utilizando diversas configurações para observação dos fenômenos envolvidos para iniciar as discussões acerca do funcionamento de um transformador elétrico e o que se consegue compreender dos fenômenos físicos que tenhamos estudado até aqui. Reapresentarei o conceito de resistividade, para explorar a dissipação de energia por efeito Joule, com exemplo do fio de cobre que constitui grande parte da fiação das redes elétricas. Contextualizarei historicamente o conflito entre uso de corrente elétrica contínua e alternada, conhecido como *guerra das correntes*. Se necessário for – dependendo do entendimento dos alunos – utilizarei uma simulação do PhET (Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday - Transformador) para reforçar e reapresentar o funcionamento dos transformador.

Fechamento (40 min): Pedirei aos alunos que se organizem em pequenos grupos, de três a quatro integrantes, para que resolvam os exercícios presentes na lista entregue ao final da primeira aula. Terei à disposição mais algumas cópias da lista, para caso tenham sido extraviadas ou esquecidas. Lembrarei que as soluções devem ser entregues no dia da prova, em folhas cujas constem os nomes de cada um, relembrando que isto será parte integrante da nota final.

Recursos: quadro negro, giz, projetor digital, computador, bobinas, núcleos de ferro, LED's, ímã.

4.7. Plano para a Sétima Aula – Avaliação Final

Data prevista: 21 de novembro de 2018

Objetivos de ensino: Aplicar prova¹¹ escrita com questões que versem sobre o conteúdo explorado nesta unidade didática.

Procedimentos:

Atividade Inicial (5 min): Solicitarei aos alunos que se organizem, no espaço da sala, de modo que fiquem sozinhos, e não em grupos – como habitualmente fazem –, que guardem seus materiais e permaneçam apenas com lápis, borracha, apontador e canetas em cima de suas carteiras. Distribuirei as folhas contendo as questões da prova, bem como folhas em branco para escrita.

Desenvolvimento (80 min): Enquanto os alunos estiverem envolvidos na resolução da prova, circularéi pela sala, esporadicamente, observando as atividades e como está o andamento da prova.

Fechamento (5 min): Aguardarei até que o último aluno termine a prova e saia da sala, dentro do período competente à disciplina.

Recursos: folhas de papel com as questões da prova impressas, folhas em branco para escrita.

Avaliação: correção da prova, em que ponderarei as justificativas e qualidade dos argumentos dados às questões, não só classificando como certo ou errado.

¹¹ As questões da prova foram elaboradas baseadas nos materiais de consulta para elaboração dos planos, e em demais materiais de livre acesso disponíveis na *internet*; disponível na seção Apêndice A.

5. REGÊNCIA

O período de regência ficou compreendido entre 01 de outubro de 2018 e 21 de novembro de 2018, e as ações centrais foram as execuções dos planos de aula elaborados anteriormente ao início desta fase, constantes no capítulo 4. Após cada uma das aulas executadas, foram escritos relatos que continham as ações e os resultados percebidos por mim durante a regência. Nas seções seguintes estão delineados estes relatos, seguidos de comentários exclusivos a cada segmento.

5.1. Primeiro Relato de Regência

01 de outubro de 2018

Alunos presentes: 22

Início: 14h15min

Término: 15h43min

Antes de me encaminhar propriamente à sala de aula da turma 301, cheguei ao colégio vinte minutos antes, com intenção de passar na sala do professor e aguardá-lo para irmos juntos até à turma – isto ocorrendo em virtude de um pedido seu. Assim que cheguei, o professor me recebeu muito bem, me perguntando, em tom otimista, se eu estava preparado. Eu disse que sim, que estava empolgado também; ele me retornou um sorriso e disse que isso era bom. Aguardei até às 14h13min, quando me convidou para nos deslocarmos até à sala da turma. Ao chegarmos lá, o professor da disciplina anterior estava saindo; entramos na sala e boa parte dos alunos estavam sentados, aguardando nossa presença.

Assim que entrei, cumprimentei brevemente a todos com uma saudação de boa tarde, me dirigindo à mesa destinada ao professor, onde também havia um computador, o qual liguei, pois o usaria. O professor, espontaneamente, ligou o projetor digital e puxou a tela branca para projeção, indo se sentar após isso. Enquanto esperava o computador iniciar, separei a lista de chamada, as listas de exercícios, os *plickers* e os deixei sobre a mesa. Aproveitei, ainda, para observar por alguns segundos a turma; alguns verificavam o que eu fazia, conversavam uns com os outros, circulavam pela sala. Após ligado o computador, selecionei a apresentação preparada para esta aula e me dirigi à frente da turma.

Saudei novamente a todos com um vigoroso boa tarde, buscando a atenção da totalidade, sendo efetivado este ato com um bom número de alunos que, agora, olhava para mim. Me apresentei aos alunos, dizendo meu nome, o curso de licenciatura ao qual faço parte, e que estava lá para ser o professor de Física deles durante sete aulas. Continuei falando um pouco de mim, salientando o semestre em que estava, os trabalhos que já havia feito e participado (destacando um trabalho que fora

recentemente publicado em um evento em Bogotá, Colômbia; alguns alunos interagiram neste momento dizendo “*que legal, ‘sor’!*”), bem como as disciplinas que mais gosto – buscando a atenção deles para o fato de que eu ainda era aluno, mas que estava preparado para ser professor. A partir deste momento, comecei a apresentar as respostas mais comuns que os alunos deram ao questionário aplicado durante o período de observações, anterior à regência. Comecei pelas justificativas comuns à pergunta “*para quê estudar Física?*”, em que houve respostas versando sobre ser interessante, como também para passar de ano, em concursos vestibulares, e para entender coisas do cotidiano. Depois disso, apresentei, em linhas bastante gerais, para dar um panorama, que o conteúdo que trabalharíamos era magnetismo, com as seguintes perguntas norteadoras: “*Como magnetizar e desmagnetizar um material?*”, “*Como criar bússolas?*”, “*Por que podemos usar energia elétrica em nossas casas?*”. Concluí a parte referente ao conteúdo falando que nosso objetivo, ao final de todos os encontros – logo, da unidade didática em questão – era compreender os aspectos físicos do funcionamento dos transformadores elétricos.

Finalizado isto, comecei a elencar as dificuldades e os pedidos mais comuns. Concomitantemente, apresentei as propostas e estratégias que pensei e elaborei para vencer algumas das barreiras por eles apresentada, por exemplo: levar mais atividades experimentais e contextualizar o conteúdo com coisas do cotidiano; praticar mais o trabalho colaborativo, porque eles se sentiam confortáveis e conseguiam aprender uns com os outros – e aqui, já apresentei a metodologia ativa *Peer Instruction*, com um sistema de votação com cartões chamados *clickers*, como uma solução inicial. Com auxílio desta metodologia, destaquei que as questões teriam aspectos conceituais e em modelos de vestibulares, uma vez que a maioria dos alunos havia respondido no questionário que pretendia ingressar no ensino superior. Atendendo ao aspecto das atividades práticas solicitadas, destaquei que, conforme mapeado no questionário, as afirmativas deles de que Física era interessante porque “*podemos fazer experimentos*”, “*podemos aplicar na prática*”, “*podemos utilizar simulações*”, seriam utilizadas algumas atividades experimentais, bem como o uso de simulações de código aberto – hospedados no *site* PhET, que já lhes era familiar. Sobre as dificuldades mais recorrentes – por exemplo, na interpretação de problemas, conseguir fazer exercícios em aula mas em casa não – retomei que usaríamos muito o trabalho colaborativo em sala de aula, que exploraríamos, com prioridade, mais a parte conceitual do conteúdo. Além disso, salientei que eles teriam uma lista de exercícios com orientações, em forma de um pequeno roteiro, para estudarem, e que exercícios e exemplos seriam resolvidos em aula justamente para diversificarmos nossas atividades em termos de metodologias, alcançando o máximo destas dificuldades. Concluindo a parte referente à apresentação da unidade didática a ser desenvolvida, falei sobre a avaliação; destaquei que a resolução da lista de exercícios deveria ser entregue na data da prova, que seria combinada em outro momento. Além disso, salientei e reforcei que eles seriam avaliados pelo empenho nas atividades colaborativas, pela resolução da lista e pelas

respostas às questões da prova, mas não exclusivamente por errarem ou acertarem, simplesmente as questões: fui enfático ao dizer que a avaliação seria majoritariamente embasada na qualidade e nas justificativas que fossem escritas. Até este momento, os alunos não apresentaram dúvidas e permaneceram em silêncio, muito atentos ao que eu falava.

Questionei os alunos qual seria o próximo passo após apresentar tudo isto, e alguns deles me responderam que era o momento para que os alunos se apresentassem. Confesso que não era a resposta esperada, e que não havia planejado isto, mas como surgiu espontaneamente, decidi fazê-lo. Pedi que cada um dissesse seu nome, e foi uma experiência válida, pois já pude memorizar o nome de alguns deles. Após, perguntei aos alunos se eles sabiam o que era um transformador elétrico; alguns disseram que sim, que eram “*aqueles negócios que ficavam nos postes de luz*”, outros que “*era aquele aparelho que usava pra ligar a geladeira*”, e que “*servia pra poder usar algum eletrodoméstico que tivesse tensão diferente da tomada*”. Ressaltei que sim, que estes eram bons exemplos, e aproveitei pra perguntar para quê serviam os transformadores; surgiram poucas respostas, e todas relacionadas a elevar ou rebaixar valores de diferença de potencial elétrico. Apresentei, a partir disto, demais aspectos, como a importância para bom funcionamento de dispositivos e para segurança, elevar e rebaixar valores de corrente elétrica, e que, para podermos utilizar energia elétrica em casa, são indispensáveis os transformadores, pois em usinas são produzidas, em média, valores de diferença de potencial de 10 000 V. Finalizando esta parte, destaquei os principais conceitos que trabalharíamos, tais como: corrente elétrica, tensão elétrica, energia elétrica, campo magnético, fluxo magnético e indução. Perguntei aos alunos o que precisaríamos para compreender o funcionamento de um transformador; nada me foi respondido, e disse, nesse momento, que deveríamos começar pelos princípios mais básicos do magnetismo.

Questionei os alunos se eles já tiveram contato com ímãs; a turma, em totalidade, afirmou que sim. Segui perguntando sobre as características destes materiais, e alguns disseram que servia para “*atrair coisas*”, “*para colocar coisas em geladeiras*”; afirmei que sim, e que tudo isto era válido. Perguntei, então, “*como criar ímãs?*”, e nenhum aluno falou nada, apenas expressaram certa desconfiança sobre a pergunta. Segui dizendo que aprimoraria a pergunta, e questionei “*por que funcionam?*”; permaneceu o silêncio, mas continuaram atentos a mim. Parti, com isso, para o conceito de domínios magnéticos; expliquei que a manifestação de atividade magnética por algum material era oriunda da orientação, em uma direção preferencial, de “*ímãs fundamentais*” que existiam na estrutura que o constituía – brevemente falei que isto estava relacionado com a composição atômica de cada material. Um aluno perguntou se qualquer material poderia ser transformado em um ímã; aproveitei o momento e tirei da minha mochila um ímã em forma de barra, clipe metálico de papel, moedas, canetas e um lápis. Mostrei aos alunos, em uma rápida demonstração, que nem todo material apresenta efeito magnético, que nem todo material pode ser atraído por ímãs. O aluno que questionou anteriormente, assim

como o restante da turma, apresentaram concordar e compreender a atividade realizada. Desenhei, no quadro, uma representação de um ímã, e perguntei se poderíamos nomear cada parte dele. Muitos alunos disseram poderia ser chamado de positivo e negativo; questionei se isso estava correto, e como não houve manifestações, deixei assim mesmo – pois retomaria mais à frente essa questão. Com isso, classifiquei os materiais em ferromagnéticos – como aqueles que possuem grande propensão à orientação dos domínios, e que por isso são fortemente atraídos por ímãs – e não ferromagnéticos – como aqueles que possuem muito pequena, ou nula, propensão à orientação dos domínios, e que por isso não são atraídos por ímãs.

Neste momento, perguntei se havia alguma dúvida, e como não ocorreu nenhuma manifestação, avisei que começaríamos a utilizar o *Peer Instruction*. Peguei de uma das minhas pastas os *plickers*, distribuí aos alunos e expliquei como funcionava a mecânica de votação com estes. Expliquei, também, que após escolherem uma alternativa da questão, deveriam se comprometer com esta resposta, elaborando uma justificativa de porquê a alternativa estava correta; complementei dizendo que eles teriam cerca de um minuto para concluir esta tarefa e que, após, eu mapearia as respostas com um aplicativo de celular. Observei os alunos e eles aparentaram compreender como se dava o sistema de votação. No entanto, apliquei uma questão teste, que consistia em responder qual era meu nome; dei algumas opções, deixei que os alunos lessem e pedi que votassem. Aferi, com o celular e o apli-

cativo aberto, e conferi que todos os alunos acertaram. Com isso, expliquei que apresentaria uma questão sobre o conteúdo e que começaríamos a trabalhar, de fato, com o método ativo. A questão está representada na figura 5.

Ressaltei que este primeiro momento era individual, que os alunos deveriam escolher a alternativa que julgavam ser

Questão 1

As seguintes barras de metal podem ou não estar magnetizadas. Depois de experimentos, observou-se o que está descrito na imagem. É correto afirmar que:

a) somente CD é ímã		OCORRE ATRAÇÃO
b) somente CD e EF são ímãs		OCORRE ATRAÇÃO
c) AB, CD e EF são ímãs		OCORRE REPULSÃO
d) somente AB e EF são ímãs		

Figura 5: primeira questão apresentada na primeira aula, para ser respondida, pelos alunos, com auxílio do método ativo *Peer Instruction* e dos *plickers*. Slide de produção própria.

correta e elaborar um argumento para tanto; os avisei que teriam cerca de um minuto para fazer isso, e recomendei que anotassem este argumento. Concedi este tempo, e observei que os alunos se portaram muito bem, apresentando um excelente engajamento em responder à pergunta, e vários deles escreviam em seus cadernos. Passado este minuto, pedi que abrissemos a votação, e com o celular e o aplicativo mapeei as respostas; pude conferir que aproximadamente metade da turma havia escolhido a resposta correta (a saber, item *b*, da figura 5), e o restante optou pelas demais alternativas.

Com isso, solicitei que os alunos procurassem um colega que havia escolhido uma alternativa diferente da sua, e com o argumento que elaboraram durante a etapa anterior, o convencessem de que estavam corretos; neste momento, os alunos se mobilizaram, em sua totalidade praticamente, e buscavam colegas que havia escolhido alternativas diferentes das suas. Concedi cerca de três minutos para esta etapa, porque foi o necessário para esta interação, visto que os próprios alunos já estavam divagando sobre a questão e conversando acerca de assuntos paralelos à aula. Pedi que abrissemos votação novamente, e, mapeando as respostas, conferi que, agora, todos haviam escolhido a alternativa correta. Solicitei, então, que alguns alunos dissessem à turma porque a alternativa *b* era a correta, e três alunos disseram, com palavras diferentes mas o mesmo argumento, que “*só poderiam ser CD e EF porque eles apresentavam repulsão, e AB com EF apresentava atração, não importando a orientação de CD*”. Afirmei que sim, e boa parte da turma aparentou concordar com este argumento.

Finalizada esta questão, parti para a diferenciação entre cargas elétricas e polos magnéticos; esclareci que os polos de um ímã eram denominados como *norte* e *sul*, e não positivo e negativo, como no caso das cargas elétricas. Aproveitei o momento e dei muita ênfase à questão da não existência de monopolos magnéticos, e que isso implicava em sempre termos um material magnetizado com dois polos, nunca com apenas um; salientei que isso tinha respaldo na não observação de monopolos pela comunidade científica, ressaltando que era questão empírica. Para aprimorar a discussão, os questioneei dizendo “*mas se eu quebrar um ímã?*”, e aguardei algum tempo para manifestações. Alguns alunos disseram “*“bah, sor’, aí eu não sei”*”, e um aluno disse que não ia mudar nada, “*porque ainda existiriam os domínios magnéticos nos pedaços*”; afirmei que sim, e segui a explicação, representei, em forma de desenho no quadro, um ímã e os domínios magnéticos dentro deste, e risquei em partes, como se quebrasse o material, mostrando que, ainda assim, haveria magnetização naquele pedaço. Aproveitei o momento, e o termo *magnetização* utilizado recentemente, para explorá-lo melhor, dizendo que significava conceber efeitos magnéticos a um material que ainda não o é, justamente pelo fato de organizar e orientar os domínios magnéticos de um dado material. Destaquei os efeitos de atração e repulsão que são observáveis entre materiais magnetizados, enfatizando que polos iguais se repelem e diferentes se atraem – argumentando com a orientação dos domínios magnéticos. Boa parte dos alunos me acompanhava atenta, sem questionamentos.

Apresentei, para finalizar a apresentação do conteúdo desta aula, a pergunta “*e dá para desfazer um ímã?*”, e aguardei que os alunos se manifestassem; ficaram em certo silêncio, mas apresentavam estarem intrigados com a pergunta. Prossegui com o seguinte argumento: “*se ímãs apresentam uma mesma orientação, uma ordem magnética, materiais que não são ímãs, ou deixam de ser, precisam apresentar uma certa desordem*”, dando ênfase ao fato da desorientação dos domínios magnéticos, e que estaríamos *desmagnetizando* o material. Os alunos fizeram expressão de surpresa, e neste

momento aguardei um momento para que se familiarizassem com este conceito; após algumas expressões de entendimento, e acenos com a cabeça de acordo com o que eu havia dito, segui a explicação. Apresentei, por fim, algumas formas de desmagnetizar, como o uso de calor, submeter o material a grandes pressões e aplicar campos magnéticos bastante intensos sobre este material – com a intenção de deixar uma conexão para a próxima aula, que teria como assunto central o conceito de

Questão 2

(PUC-MG-adap.) Um ímã permanente, em forma de ferradura, indicado na figura, é dividido, com certo cuidado, em três partes. É CORRETO afirmar que:

- As partes 1, 2 e 3 perderão suas propriedades magnéticas
- As partes 1, 2 e 3 formarão três novos ímãs; 1 só com polo norte, 3 só com polo sul, e 2 com polo norte e sul
- As partes 1 e 3 formarão novos ímãs, mas a parte 2 não
- As partes 1, 2 e 3 formarão três novos ímãs, cada um com seus polos norte e sul

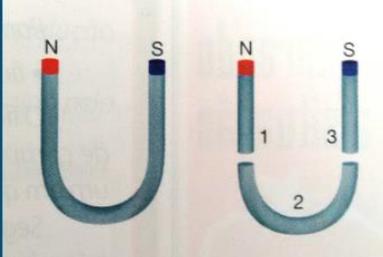


Figura 6: segunda questão apresentada na primeira aula, para ser respondida, pelos alunos, com auxílio do método ativo Peer Instruction e dos plickers. Slide de produção própria

campo magnético. Encerrada a apresentação do conteúdo, falei que apresentaria mais algumas questões para que os alunos resolvessem com o *Peer Instruction*. Primeiro, apresentei a questão representada na figura 6, aguardei cerca de um minuto, abri a votação e conferi que todos os alunos haviam acertado, exceto um. Com isso, pedi que alguns alunos explicassem por que, e dois alunos se manifestaram da mesma forma, dizendo que “*como não existem monopolos, todas as partes devem ser novos ímãs*”; afirmei que sim, e perguntei se todos estavam de acordo.

Após isso, apresentei a próxima questão, representada na figura 7. Novamente, concedi cerca de um minuto para que os alunos escolhessem uma alternativa e elaborassem um argumento; abri a votação e percebi que repetiu-se o fato de haver metade de acertos e metade de erros.

Questão 3



(UFPE - adaptada) Ao aproximarmos a barra de ferro ao ímã, observamos um polo ___ em A, um polo ___ em B e uma ___ entre o ímã e a barra de ferro

a) norte, sul, atração	c) sul, norte, atração
b) sul, norte, repulsão	d) norte, sul, repulsão

Figura 7: terceira questão apresentada na primeira aula, para ser respondida, pelos alunos, com auxílio do método ativo Peer Instruction e dos plickers. Slide de produção própria.

Pedi que os alunos interagissem uns com os outros e repetissem o procedimento de convencimento que havíamos feito na primeira questão proposta (figura 5); assim fizeram, e se portaram de forma análoga ao primeiro momento de interação entre eles, em que circularam pela sala, conversando com os colegas e argumentando acerca das suas convicções.

Aguardei cerca de cinco minutos, e pedi que votássemos novamente; mapeei os *plickers* e aferi que todos haviam acertado. Para explorar um pouco mais o exercício, pedi que alguns alunos explicassem

por que a alternativa *c* estava correta, e todos convergiram para o argumento de que “*por conta do ímã, os domínios magnéticos da barra de ferro seriam orientados para formar um polo sul em A e um norte em B, e ia ser atraída pelo ímã*”; assenti com esse argumento e a turma aparentou fazer o mesmo. Eu pretendia, ainda, falar sobre a magnetosfera e a importância dela para a vida na Terra, mas infelizmente não haveria tempo suficiente para a discussão. Fui até a mesa, fiz a chamada, constatando vinte e dois alunos presentes – nenhum aluno chegou atrasado –, e assim que acabei os alunos começaram a se mobilizarem para saírem da sala; pedi que me dessem mais um momento de atenção, porque eu precisava falar sobre a lista de exercícios. Eu já possuía ela impressa em várias cópias, as distribuí para os alunos, expliquei que deveriam prestar atenção nas orientações que escrevi e que deveriam entregar as resoluções no dia da prova, que iríamos agendar em algum momento; agradei aos alunos e os liberei para saírem.

5.1.1. Comentários

Nesse primeiro contato como regente da turma, pude perceber, e também sentir, uma excelente receptividade por parte dos alunos. Muitos deles permaneciam curiosos e atentos enquanto me apresentava e falava um pouco da minha formação. Confesso que fiquei muito satisfeito com as minhas primeiras ações e as respectivas respostas, pois busquei ser o mais claro possível nas exposições e explicações, bem como me mostrar receptivo a dúvidas e questionamentos. Creio que, para uma primeira aula como professor oficial da turma, a impressão de que permaneci preocupado e atento às respostas do questionário, na elaboração das aulas, foi externada e entendida por eles.

5.2. Segundo Relato de Regência

08 de outubro de 2018

Alunos presentes: 24

Início: 14h15min

Término: 15h00min

Algumas poucas horas antes desta aula, ainda pela manhã, o professor avisou-me, via mensagem, que os alunos teriam um evento para participarem a partir das três da tarde, nos restando apenas um período de aula. Com isso, me preparei para falar do conteúdo planejado até o conceito de força magnética.

Cheguei na sala da turma às 14h13min, e, ao ligar o computador, seguido de diversas tentativas minhas e do professor, constatei que não havia *internet* na máquina. Isto foi um problema, porque eu havia concentrado todo o material audiovisual da aula na nuvem; não pude acessá-lo, e não estava

preparado para um imprevisto assim. Assim, improvisei, de certa forma, a exposição, pois havia comigo um rascunho com a sequência do conteúdo, o qual havia construído enquanto elaborava a aula.

Em posse deste rascunho, comecei a aula, revisando com os alunos o que havíamos visto na aula anterior, aguardando que surgisse de modo espontâneo, pelos próprios alunos, os conceitos vistos; após algum tempo, me disseram que havíamos visto: ímãs, e que não existiam monopolos, completando que os nomes dos polos eram norte e sul. Anotei no quadro estes conceitos e prossegui questionando os alunos se conheciam bússolas. Alguns disseram que sim, e aproveitei pra perguntar o que eram estes dispositivos, e alguns disseram que era “um objeto para orientação”; assenti que sim, e segui questionando como era esse objeto. Perguntei o seguinte: “*E como elas funcionam? Por que podem ser usadas para orientação?*”; aguardei um momento breve, e nada me foi dito.

Segui, então, para o conceito de campo magnético, explicando que era uma espécie de interação à distância entre corpos magnetizados, e, portanto, gerado por corpos dotados de propriedades magnéticas. Quando mencionei que se tratava de uma ação similar ao que acontece com o campo elétrico, percebi que uma boa parcela da turma relembrou o conteúdo respectivo; segui complementando que era também um efeito semelhante ao campo gravitacional. Com isso dito, questionei o que isso teria haver com as bússolas, perguntando que “*se podemos usá-las, com o que elas interagem?*”; após algum tempo, algum aluno mencionou que deveria ser com a Terra. Assim, desenhei, no quadro, um modelo que representava a Terra, em forma de esfera, e no interior dessa esfera representei um ímã, explicando que podemos idealizar e aproximar o nosso planeta para um grande ímã, que possui os mesmos efeitos magnéticos de qualquer outro corpo magnetizado. Seguindo a explicação, aproveitei para destacar que isso se devia à formação e movimentação do núcleo da Terra, majoritariamente constituído pelo elemento Ferro – aqui, salientei que isso se tratava de um dos modelos possíveis e existentes, que essa forma de interpretar o núcleo da Terra era uma representação criada por cientistas relacionadas a esta área, uma vez que não se tem acesso diretamente ao objeto em questão.

Complementando isso, disse que, para melhor estudarmos esse novo conceito, seria interessante que utilizássemos uma representação deste campo. Assim como no campo elétrico, recordei a eles que havia linhas de campo, e que utilizaríamos algo bastante similar para o campo magnético; busquei deixar bastante claro que estas linhas não existem de fato, que não as podemos ver, que são construções baseadas na intensidade e interação observadas por entes magnéticos. Retomei as bússolas e disse que estas funcionavam, justamente, pelo fato de interagirem com o campo magnético gerado pela Terra. Assim, questionei sobre qual deveria ser a constituição deste objetos para que interagissem com este campo; alguns poucos alunos disseram que deveria ser um tipo de metal, e eu concordei, mas perguntei se seria suficiente, recordando que as bússolas sempre apontam para um direção preferencial. Reforcei o questionamento anterior, e não obtive nenhum retorno. Então disse, representando no quadro, que para as bússolas apontarem em uma direção preferencial era necessário

que estas possuíssem propriedades semelhantes a materiais magnetizados, com seu próprio campo magnético, sendo assim, as agulhas das bússolas deveriam ser, também, ímãs. Observando a turma, percebi que boa parte concordou com meu argumento e seguiu a explicação.

Questionei sobre a orientação destes objetos, uma vez que são ímãs e, portanto, devem possuir polos norte e sul, e o objetivo era concluir para onde deveria cada parte estar direcionada. Salientei que, como fora definido, o polo norte magnético da bússola apontava para o norte geográfico da Terra; assim, disse que, para a bússola apontar para o polo norte geográfico da Terra, lembrando que esta pode ser vista como um ímã, deveríamos concordar que neste ponto cardeal está um polo sul magnético, visto o que estudamos na aula anterior. Não ocorreram manifestações nem questionamentos. Complementei a explicação, reforçando o que havia dito, destacando que deveríamos ter, então, no polo sul geográfico um polo norte magnético; pude perceber certa confusão entre os alunos, então reexpliquei esta parte – da relação entre os polos norte e sul geográficos e os polos norte e sul magnéticos.

Após, questionei se o campo magnético deveria ser uma grandeza vetorial ou escalar; aguardei certo tempo, nada me foi respondido. Segui a explicação argumentando que, como sempre temos uma direção preferencial para orientação de materiais magnetizados, e no caso, as bússolas, este é um indicativo que o campo magnético trata-se de uma grandeza vetorial. Complementando esta explicação, desenhei nas linhas de campo, já representadas no em torno da Terra, pequenas setas que indicam o sentido destas linhas, saindo do polo norte magnético em direção ao polo sul magnético – polos sul e norte geográficos, respectivamente. Aproveitei o momento e apresentei a notação para o campo magnético, representado por “ \vec{B} ”, bem como sua unidade, o “Tesla”, com símbolo “T” – mencionei rapidamente que a unidade era em homenagem ao físico Nikola Tesla, e que falaríamos mais dele futuramente. Como exemplo, disse que este campo magnético em torno da Terra exercia a função de um escudo, posto que são ejetadas, pela superfície do Sol, muitas partículas altamente energéticas e que inviabilizaria a vida na Terra, se não fosse a existência dessa “atmosfera magnética”, a magnetosfera.

Com esse conceito de campo reconstruído, juntamente à notação, comecei a falar sobre fluxo. Disse que quando desejamos estudar o fluxo de uma certa grandeza, podemos estipular que isso ocorrerá em um certo lugar do espaço, o qual podemos escolher. Como exemplo inicial, disse que se quiséssemos saber qual seria o fluxo de pessoas na sala de aula, podemos escolher a porta como este espaço, delimitado por uma certa área, e contar, durante um certo tempo, quantas pessoas passaram por ali. Com isso, representei no quadro dois círculos que delimitaram uma quantidade de linhas de campo, usando ainda o desenho do planeta Terra e seu campo magnético, um deles em uma região com mais linhas e outro em menos; segui para a explicação que poderíamos interpretar que quanto

mais linhas passam por este círculo, por esta área, mais intenso é o campo magnético nesta região e maior será o fluxo também.

Com esta noção de proporcionalidade construída, representei no quadro a equação $\phi = \vec{B} \cdot \vec{A} = B \cdot A \cdot \cos\theta$ (Eq. 1), em que expliquei que a área correspondente ao círculo também possuía uma notação vetorial, uma vez que poderíamos orientá-la de diversas formas em relação ao vetor campo magnético, e, justamente por isso, deveríamos atentar ao ângulo entre estes dois vetores. Não houve manifestação dos alunos, e, enquanto eu explicava, bateram à porta, chamando os alunos para o referido evento, citado de início. Ocorreu certo alvoroço por parte dos alunos, que já se movimentavam para sair, e pedi que se acalmassem, pois seria necessário que ficássemos mais alguns poucos minutos, posto que ainda havia este tempo disponível. Concluí reforçando os conceitos que vimos durante esta aula, salientando o campo magnético como grandeza vetorial, e que este era um conceito importantíssimo, pois as aulas seguintes estariam diretamente ancoradas nele. Fiz a chamada e liberei os alunos.

5.2.1. Comentários

Apesar de todos os percalços enfrentados nesta aula, considero que foi bastante produtiva. Consegui apresentar boa parte do conteúdo de uma forma resumida, mas ainda assim que desse um panorama acerca dos conceitos mais importantes, e explorá-los com certa profundidade, destacando os aspectos físicos centrais. Mesmo sem o uso da mídia preparada, foi possível, com desenhos e representações no quadro construídos por mim, transcender as barreiras do abstrato que poderiam existir na minha fala, para tornar mais fácil a compreensão do que estudamos. A mais importante que ficou desta aula é que o professor deve sempre estar preparado para enfrentar adversidades que possam dificultar sua ação em classe.

5.3. Terceiro Relato de Regência

15 de outubro de 2018

Alunos presentes: 20

Início: 14h15min

Término: 15h45min

Adentrei à sala, cumprimentei brevemente os alunos e me dirigi à mesa onde fica o computador. Desta vez, para minha sorte, o computador funcionou – e se não estivesse, eu possuía meu *notebook* comigo e o usaria, se necessário. Liguei, e preparei a projeção da apresentação preparada. Comecei revisando com os alunos os conceitos vistos na aula anterior, e mais precisamente o de campo

magnético; salientei a eles que aprofundaríamos um pouco mais este conceito, explorando mais atividades, exercícios e exemplos. Logo após, distribuí quatro bússolas para a turma, e pedi que fossem compartilhando com os demais, observando o que este pequeno dispositivo indicava, e assim o fizeram. Como já havíamos discutido um pouco o funcionamento delas, ao questionar por quê poderíamos as utilizar muitos alunos se referiram à existência do campo magnético terrestre, juntamente à necessidade da agulha da bússola ser um material imantado, também.

Com isso, revisitamos, novamente, algumas conclusões que foram essenciais à compreensão do conceito de campo magnético, como a interação à distância, alcance e intensidade, o modelo das linhas de campo, em que busquei, sempre, rebuscar o que já eles já sabiam acerca do campo elétrico e as relações possíveis. Para ressaltar que estávamos lidando com uma grandeza vetorial, utilizei uma simulação *online* com um ímã e uma bússola para mapear o campo magnético desse ímã, ressaltando que as bússolas apontam sempre em uma certa direção e um sentido preferenciais, quando estão ajustadas e sem perturbação constante. Aqui, perguntei se havia alguma dúvida, e nada foi dito. Assim, segui e apresentei um vídeo¹² que continha a manipulação de um material ferrofluido por variações de campos magnéticos, cujas ações formavam algumas esculturas, por assim dizer; foi interessante notar que isto chamou à atenção dos alunos, que passavam a observar o vídeo atentos. Após explicar que o que fora visto no vídeo era uma aplicação de propriedades magnéticas de materiais, avisei que resolveríamos algumas questões, novamente com metodologia ativa *Peer Instruction*; revisei a explicação de que deveriam escolher uma alternativa e elaborar uma justificativa para esta escolha. Começamos com a questão constante na figura 8.

Observando a ação inicial dos alunos, pude perceber que houve certa confusão na compreensão desta questão, mas aguardei até abrir a votação. Quando solicitei que fizéssemos a votação, de

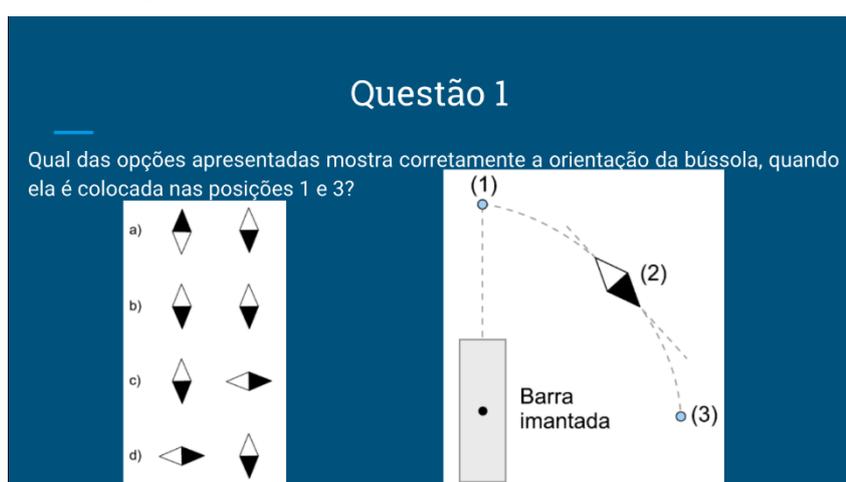


Figura 8: primeira questão apresentada na terceira aula, para ser respondida, pelos alunos, com auxílio do método ativo *Peer Instruction* e dos *clickers*. Slide de produção própria.

fato aferi que menos de um terço da turma havia acertado a resposta – a saber, item *a* da figura 8. Encarando isso como uma barreira, decidi explicar o raciocínio para resolução da questão; fiz isso utilizando a mesma simulação anteriormente citada, só que desta vez colocando a bússola da simulação em posições análogas às constantes na

¹² “Ferrofluid”; disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ykUFg-7Ji3I>

questão da figura 8. Pude perceber que ficou claro, dadas as expressões que os alunos fizeram após minha explanação, e sentindo certa firmeza nas reações deles, apresentei mais uma questão, constante na figura 9.

Após reforçar os aspectos do primeiro momento do *Peer Instruction*, disponibilizei cerca de um minuto para finalizar esta etapa. Solicitei que realizássemos a votação, e conferi que mais de setenta por cento da turma havia escolhido a alternativa correta, o item *b* da figura 9. Pedi, então, que alguns alunos explicassem o motivo de ser esta a resposta; os poucos alunos que

espontaneamente se manifestaram deram respostas que con-

vergiram para “*como vimos na aula anterior, essas partículas são ‘arrastadas’ pela ação do campo, e deve ser nos polos porque é onde têm um maior número de linhas*”. Satisfeito com estes argumentos, e percebendo o mesmo em boa parte da turma, segui com a aula.

Falando ainda sobre o conceito de campo magnético, apresentei uma simulação para responder à pergunta “magnetismo serve só para ímãs?”, projetada no quadro. Nessa simulação, estava representado o planeta Terra, com uma parte translúcida e era visível um ímã. Salientei e reforcei que tratava-se de um modelo, e que, assim, poderíamos, com o auxílio de uma bússola, mapear as linhas de campo magnético, que também são modelos e construções, e podermos aproximar a Terra, no que se refere ao comportamento magnético, para um grande ímã. Até aqui, nenhum questionamento foi feito pelos alunos. Retomei a ideia de fluxo magnético, que havíamos estudado na aula anterior, e busquei explorar mais a relação entre as linhas de campo e o fluxo em si. Representei no quadro algumas linhas de campo de um ímã, e disse que poderíamos selecionar algumas delas com uma área – e aqui retomei o exemplo que dei aula passada, sobre o fluxo de pessoas por uma porta, para retomar a discussão e esclarecer o conceito em si –, demarcando o campo magnético como um vetor e indicando um vetor normal à área; com isso, pude explicar porque usasse o cosseno na equação escalar do fluxo magnético, reforçando o que vimos anteriormente. Os alunos aparentaram compreender este conceito, e segui com a aula.

Disse que havíamos visto muito sobre magnetismo e que, anteriormente ao início do estágio, eles haviam também visto muito sobre eletricidade, mais especificamente sobre circuitos. Comple-

Questão 2

Os raios cósmicos (átomos desprovidos dos elétrons, restando apenas os núcleos) bombardeariam continuamente a superfície da Terra se a maioria deles não sofresse deflexão pelo campo magnético da Terra.

Sabendo que a Terra é, com excelente aproximação, um dipolo magnético, a intensidade dos raios cósmicos que bombardeiam a sua superfície é maior

- a) nas latitudes médias
- b) nos polos
- c) no equador

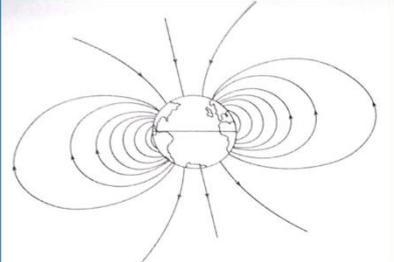


Figura 9: segunda questão apresentada na terceira aula, para ser respondida, pelos alunos, com auxílio do método ativo *Peer Instruction* e dos *plickers*. Slide de produção própria.

mentei dizendo que estas são palavras muito presentes em nosso cotidiano e perguntei “*o que acontece se aplicarmos um campo magnético sobre um circuito elétrico?*”; nenhuma manifestação ocorreu, apenas olhares com estranheza para mim. Então, fui ao quadro e representei, em forma de desenho, uma seção de um fio metálico, sendo percorrido por corrente elétrica; ainda nesta representação, desenhei algumas linhas de campo magnético passando por este fio, e que teríamos a equação $\vec{F} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$ (Eq. 2) como ponto de partida. A partir disto, relacionei as variáveis q (carga elétrica), i (corrente elétrica) e l (comprimento – e aqui, do fio), até que consegui expor o módulo desta equação anteriormente exposta, com variáveis próprias de circuitos elétricos, tal que $F = i \cdot l \cdot B \cdot \sin \theta$ (Eq. 3), reforçando que este ângulo referia-se à abertura angular entre i e B ; utilizando a “regra da mão direita”, expliquei que a ação se dava em forma de vetor, um vetor força, indicando sentido pela palma da mão direita. Reforcei que só portadores de carga em movimento seriam submetidos à esta força, como lemos da equação.

Parti para um exemplo, em que trouxe imagens da magnetosfera terrestre, e das auroras boreal e austral. Expliquei que só se observam estes fenômenos físicos nos polos porque chegam até esta “atmosfera magnética” diversas partículas, oriundas do Sol, através do que é conhecido como vento solar. Foi interessante observar a reação dos alunos ao verem as imagens das auroras, que apresentaram entusiasmo e atenção às explicações; alguns disseram “*que legal, ‘sor’, não fazia ideia que era assim*”, entusiasmados com o fenômeno.

Encaminhando o encerramento da aula, segui e apresentei mais uma questão a ser respondida com o *Peer Instruction*, representada na figura 10. Reforcei, novamente, como deveríamos prosseguir

Questão 3

(ENEM-2016) A magnetohipertermia é um procedimento terapêutico que se baseia na elevação da temperatura das células de uma região específica do corpo que estejam afetadas por um tumor. Nesse tipo de tratamento, nanopartículas magnéticas são fagocitadas pelas células tumorais, e um campo magnético alternado externo é utilizado para promover a agitação das nanopartículas e consequente aquecimento da célula. A elevação de temperatura descrita ocorre porque

- a) as nanopartículas interagem magneticamente com as células do corpo, transferindo calor
- b) o campo magnético gerado pela oscilação das nanopartículas é absorvido pelo tumor
- c) as nanopartículas são aceleradas em um único sentido em razão da interação com o campo magnético, fazendo-as colidir com as células e transferir calor
- d) o campo magnético alternado faz as nanopartículas girarem, transferindo calor por atrito

neste primeiro momento, e reservei cerca de um minuto para que pensassem e escolhessem uma resposta.

Passado este momento, mapeei as respostas, e conferi que cerca da metade da turma havia acertado. Relembrei, então, que era o momento de procurarem um colega que havia escolhido uma alternativa diferente e o convencessem de porque se estava certo. Passados alguns minutos, abri novamente votação e conferi que cerca de setenta por cento da turma havia acertado, escolhendo o item *d* da figura 10.

Expliquei, com certo detalhe, que estas partículas interagiriam com o campo magnético e este sendo

variável, agitaria estas em sentidos também variáveis, atritando estas partículas contra as células tumorais, aquecendo-as e as “matando”. Percebi que houvera certa compreensão com a minha explicação e apresentaria mais algumas questões, porém, ao conferir o relógio, concluí que não haveria tempo; então, fiz a chamada e liberei os alunos.

5.3.1. Comentários

Percebi uma resposta muito boa dos alunos, refletida no engajamento da turma e como ficaram impressionados com as diversas coisas que exploramos nesta aula. Acredito que isso seja reflexo da diversidade metodológica planejada e às diversas ações executadas (exposição, simulações e experimentação). Observei que a experiência tátil, o contato físico com as bússolas, motivou alguns alunos que ainda não haviam mostrado comprometimento comas demais atividades das aulas anteriores, o que me deixou bastante satisfeito. Acredito que esta diversidade também tenha colaborado para uma melhor compreensão dos conceitos, ampliando as formas de estudar e explorar os fenômenos.

5.4. Quarto Relato de Regência

29 de outubro de 2018

Alunos presentes: 23

Início: 14h15min

Término: 15h45min

Adentrei à sala, cumprimentei os alunos e deixei meus materiais na mesa do professor. Iniciei conversando descontraidamente com os alunos, e perguntei como havia sido a OCA¹³, posto que ocorrera na semana anterior, nos deixando uma semana sem aula. Alguns relataram seus sucessos e frustrações durante a mesma, e enquanto isso chegavam mais alguns poucos alunos que haviam saído antes da minha chegada. Solicitei que os alunos pegassem a lista¹⁴ que eu havia distribuído na nossa primeira aula, e disse que faríamos os quatro primeiros exercícios, para revisar os conteúdos que já tínhamos estudado.

Li cada uma das questões com os alunos, e conforme ia os questionando acerca das respostas, boa parte da turma conseguia dar explicações condizentes – por exemplo, na primeira questão (para diferenciar cargas elétricas e polos magnéticos) percebi que estava claro para os alunos que cargas e polos são conceitos diferentes com significados físicos diferentes. Após explorar as quatro questões, questionei se haveria mais alguma dúvida, já não ocorreram questionamentos dos alunos acerca das respostas às questões, e nada declararam.

¹³ Olimpíadas do Colégio de Aplicação: conjunto de atividades físicas, teatrais, lúdicas e de esportes que ocorrem todos os anos, em datas a serem escolhidas pela instituição, sempre próximo ao final do ano.

¹⁴ Constante no Apêndice A.

Buscando iniciar as discussões para o novo conteúdo, relembrei os alunos, de uma forma bastante superficial e rápida, que anteriormente ao começo das nossas atividades eles estudaram circuitos elétricos, e uma das grandezas fundamentais era a corrente elétrica. Perguntei, então, quais eram as formas que eles conheciam para saber se está passando corrente elétrica por um fio, por um circuito. Após alguns segundos de silêncio, alguns alunos se manifestaram dizendo que dava colocar a mão; não discordei, mas alertei dos riscos que isso poderia causar, em função da intensidade da corrente elétrica. Outros disseram que existia um “*aparelhinho*” que fazia essa função; quando questionei qual, muitos alunos disseram que se tratava de um *voltímetro*. Destaquei que o aparelho nesta função informava uma diferença de potencial elétrico, e que para lermos o valor de uma corrente elétrica seria necessário que o aparelho desempenhasse a função de *amperímetro*; os alunos que responderam como *voltímetro* à minha indagação exclamaram “*isso!*”, quando falei do *amperímetro*, assinalando lembrar do termo correto. Questionei, ainda, sobre mais formas mas os alunos não se manifestaram mais.

Disse, então, que apresentaria um vídeo¹⁵ em que observaríamos uma forma alternativa para saber se um fio está sendo percorrido por corrente elétrica ou não. Neste vídeo, alguns jovens montaram um arranjo experimental constituído por uma fonte de diferença de potencial elétrico, um fio condutor e uma bússola – construída a partir da magnetização de uma agulha, sendo esta atritada contra um ímã, tendo como suporte uma rolha e disposta em um recipiente com água. Enquanto o vídeo era reproduzido eu fui explicando estes passos e do que se tratava cada componente. Esta bússola foi colocada embaixo do fio e o circuito com a fonte fora fechado, estabelecendo uma diferença de potencial elétrico e uma corrente elétrica, ao passo que a bússola fora defletida em uma certa direção. A reação dos alunos foi de surpresa, e começaram a conversar uns com os outros sobre o que estava acontecendo ali. Disse, então, que reproduziríamos isso em sala de aula, e distribuí a eles um conjunto de pilhas, fios e bússolas, totalizando quatro arranjos idênticos. Orientei que deveriam colocar a agulha da bússola e o fio alinhados paralelamente um em relação ao outro, e que após isso fechassem o circuito; assim fizeram-no e os mesmos efeitos foram visualizados. Pedi que assim que terminassem de experimentar, compartilhassem com os colegas o material. Enquanto os alunos exploravam o aparato experimental, circulei pela sala observando o que faziam e interferindo quando percebia haviam problemas de compreensão em como proceder.

Assim que percebi que todos já haviam observado os fenômenos, recolhi o material. Perguntei, então, o que estava acontecendo ali. Nada me foi dito. Retomei então do que se tratava uma bússola, salientando que a agulha da mesma era um material magnetizado, um ímã pequeno, que interagia com campos magnéticos. Um aluno disse que “*para bússola mudar de direção tinha um campo magnético passando por ali*”; assenti com o argumento, e questionei qual era a origem deste campo. Os alunos

¹⁵ O mesmo que consta no plano para esta aula.

ficaram quietos, se entreolhando, até que uma aluna falou: “*vem do fio?*”. Concordei, em tom de alegria. Os alunos ficaram me olhando com certa estranheza, e retomei o experimento, salientando que não havia nada interagindo com a bússola, além do campo magnético terrestre, até o circuito ser fechado; então, uma vez fechado, tinha uma corrente elétrica e a bússola apresentava uma deflexão. Projetei no quadro uma imagem de Hans Oersted (1777-1851), explicando que o que havíamos explorado era um modelo bastante simplificado do experimento original por ele estudado, mas que reproduzia em boa aproximação os mesmos fenômenos. Destaquei também que Oersted fora um físico e químico dinamarquês, sendo o primeiro cientista a isolar o elemento químico Alumínio, e complementei o argumento anterior, dizendo que, segundo a história, Oersted foi o primeiro a observar geração de campo magnético por corrente elétrica, o fenômeno de indução eletromagnética.

Com isso, expliquei que para observarmos a agulha da bússola defletir em uma direção diferente, daquela em que estabelecemos o paralelismo entre esta e o fio, era necessário que surgisse um

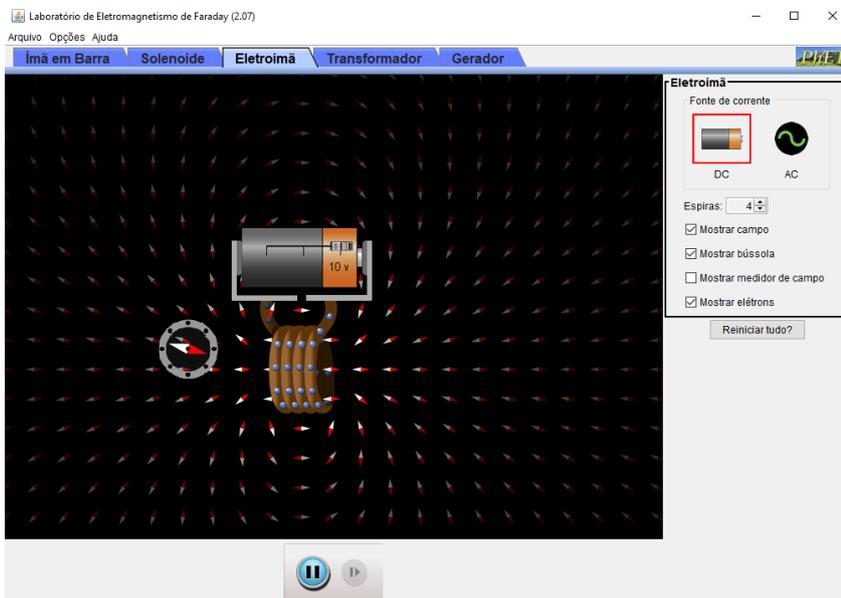


Figura 11: Simulação "Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday – Eletroímã" (WLEMAN; PERKINS, 2002) utilizada na aula 4.



Figura 12: Slide apresentado aos alunos na quarta aula, exemplificando o fenômeno de indução e destacando as principais ações observáveis. Slide de produção própria.

novo campo magnético e que neste experimento era oriundo da corrente elétrica estabelecida no circuito. Abri uma simulação, que está na figura 11 e com ela usei os recursos disponíveis para explicar novamente que corrente elétrica é capaz de *induzir* um campo magnético. Aproveitei o momento para reforçar a natureza vetorial do campo magnético, dizendo que se invertêssemos o sentido da corrente, observaríamos que a agulha da bússola também mudaria de sentido, apontado para o lado oposto ao anterior, bastante para isso inverter os polos da pilha, através de um cursor. Além disso, em todo o espaço da simulação, havia uma série de pequenas bússolas, que se alinhavam ao campo magnético induzido pela

corrente elétrica estabelecida no fio condutor, desenhando as linhas de campo magnético, que já haviam sido mencionadas em aulas anteriores, e nesta aula as visualizamos novamente.

Para exemplificar um pouco mais, apresentei o *slide* presente na figura 12, e expliquei de uma forma mais “didática” e mais facilmente memorizável para encontrar a relação entre a corrente e o campo: *a regra da mão direita*, na qual o polegar da mão direita indica o sentido convencional da corrente e os demais dedos indicam o sentido do campo magnético, como se a mão envolvesse o fio. Inverti um pouco a ordem estabelecida no plano para esta aula, por considerar conveniente ao momento, e decidi resolver com os alunos a quinta questão da lista de exercícios, que se relacionava em totalidade com o conteúdo que acabávamos de ver. Li a questão com eles, e pedi que me dessem uma resposta, e logo todos que se manifestaram – sendo pouco mais da metade dos presentes – convergiram para a resposta correta. Solicitei, então, que me dessem argumentos que justificassem suas escolhas; quase todos disseram que as “*outras alternativas não faziam sentido*”, porque a “*agitação do mar não danificaria a bússola permanentemente*”, “*que a agulha da bússola não seria suficiente para atrair os raios*” e “*que o aquecimento produzido pelo raio era insuficiente para desmagnetizar a agulha da bússola*”. Além do mais, “*como o raio é uma descarga bastante potente, isso geraria um campo magnético bastante intenso, que poderia desmagnetizar a bússola*”. Satisfeito com as respostas, questionei aos demais se havia dúvidas, e como não houve manifestações, segui com a aula.

Prossegui a aula, e apresentei a lei de Ampère, bem como uma imagem do rosto de André-Marie Ampère (1775-1836), e sua colaboração, continuando a elaboração de explicações físicas para o fenômenos de indução eletromagnética. Expliquei que a lei de Ampère possuía um enunciado, que estabelecia a intensidade do vetor campo magnético gerado por um condutor retilíneo bastante comprido percorrido por corrente elétrica; salientei, ainda, que no caso desta lei, era necessário que houvesse simetria, ou seja, que o fio fosse retilíneo mesmo, sem deformidades, por exemplo, curvas e voltas, diferentemente do caso da simulação da figura 11 – mas que era possível estudá-la também, porém com outra lei, que veríamos adiante. Apresentei a equação desta lei, na forma de $B = \frac{\mu \cdot i}{2\pi \cdot r}$ (Eq. 4), explicando cada um dos termos, mas principalmente que μ se tratava de um valor que dependia do meio no qual estava submerso, de nome *permeabilidade magnética*, e que dependendo do meio, poderia potencializar ou dificultar a indução de campo magnético pela corrente elétrica em questão (i); além disso, busquei deixar o mais claro possível, retomando várias vezes, que r tratava-se da distância do fio até o ponto em que se mede a intensidade de B , não estando relacionado ao raio do próprio fio. Falei vezes o suficiente até que eu percebesse que os alunos, de fato compreendessem isso. Quando percebi que não havia dúvidas e nenhuma pergunta foi feita, prossegui com o conteúdo.

Retomei o exemplo visto na simulação figura 11, e disse que naquele momento iríamos explorar matemática e fisicamente os fenômenos envolvidos. Para tanto, argumentei que precisaríamos

de uma nova lei, de um novo modelo para compreender esta nova situação – retomando que a lei de Ampère já não tinha validade neste contexto. Comecei por explicar que aquelas voltas no fio tinham o nome de *espiras*, e pegaríamos apenas uma dessas para começarmos a explorar o problema. Desenhei no quadro uma representação desta espira, e partindo do centro da circunferência formada tracei uma linha reta até a borda da mesma, indicando que aquela distância seria o raio entre o centro e a borda da espira. Apresentei, então a lei de Biot-Savart – e comentei um pouco sobre a história de cada¹⁶ – sob forma mais geral, com a equação $B_{tot} = \sum B = \sum \frac{\mu \cdot i \cdot \Delta l}{4\pi \cdot r^2}$ (Eq. 5); destaquei que o índice “*tot*” significava que aquele era o campo magnético induzido total, pois poderíamos ter um conjunto vasto de fio percorridos por corrente elétrica, cada um deles gerando um campo magnético induzido. Continuei, retomando que μ , i e r tinham os mesmo significados que na Eq. 4, e que Δl era um pequeno pedaço da espira, nos possibilitando escolher quantos quiséssemos, desde que fossem bastante pequenos, em comparação com r . Expliquei que teríamos coleções de valores para Δl apenas, e todas as outras variáveis seriam fixas em um determinado experimento, nos possibilitando escrever a Eq. 5 de uma forma mais simples, tal que $B_{tot} = \frac{\mu \cdot i}{4\pi \cdot r^2} \sum \Delta l$ (Eq. 6). Perguntei se havia alguma dúvida, e os alunos não manifestaram nada.

Segui para exemplo em que tínhamos apenas uma espira, e que uma parte da equação anterior, àquela correspondente ao somatório, poderia ser escrita desta forma: $\sum \Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2 + \dots$. Destaquei que ao completarmos todos os pequenos valores possíveis teríamos dado uma volta completa na espira, percorrendo toda a circunferência, o que nos dava que $\sum \Delta l = 2\pi \cdot r$ (Eq. 7), sendo possível escrever a equação para o campo magnético induzido, relacionando a Eq. 6 e a Eq. 7, como $B_{tot} = \frac{\mu \cdot i}{2 \cdot r}$ (Eq. 8). Enfatizei esta última equação e disse que esta servia para calcularmos o campo magnético total induzido no centro geométrico de uma única espira.

Como próximo exemplo, apresentei o caso do solenoide, dizendo que nada mais era do que um empilhamento de várias espiras de mesmo raio. Representei no quadro, em forma de desenho um solenoide, indicando o raio e que no comprimento deste conjunto de espiras teríamos um número N para indicar quantas eram. Assim, retomei a Eq.7, apenas multiplicando-a por N , e expliquei que se tivéssemos um conjunto de espiras de mesmo raio, o solenoide seria a coleção dessas espiras em um total de N vezes, tal que poderíamos escrever $\Delta l = 2\pi \cdot r \cdot N$ (Eq. 9). Com isso, escrevi no quadro, relacionando a Eq. 6 e a Eq. 9, a expressão para o campo magnético induzido no centro geométrico de um solenoide percorrido por corrente elétrica, tal que $B_{tot} = N \frac{\mu \cdot i}{2 \cdot r}$ (Eq. 10). Ainda, aproveitei para

¹⁶ Fiz isso dizendo que Jean-Baptiste Biot (1774-1862) era um engenheiro francês, que estudara, além de fenômenos relacionados à eletricidade e ao magnetismo, polarização da luz com soluções químicas, e estabelecendo uma parceria com Gay-Lussac, fora pioneiro em investigações acerca da atmosfera terrestre – além de ter uma cratera na Lua com seu nome –; Félix Savart (1791-1841), físico francês, estudara acústica e vibrações, eletricidade e magnetismo.

(Fuvest-SP - adap.) Ao se fazer passar pelo condutor em O, que está em posição perpendicular ao plano do quadro, uma corrente elétrica contínua e intensa sai do plano do quadro para a vista do leitor, permanece(m) praticamente inalterada(s) somente a(s) posição(ões):

a) das bússolas A e C
 b) da bússola C
 c) da bússola D
 d) das bússolas B e D

Figura 13: questão a ser respondida em pequenos grupos e entregue ao final da aula 4. Slide de produção própria,

de cada exemplo explorado.

Para finalizar a aula, apresentei uma questão para ser resolvida pelos alunos em pequenos grupos¹⁷, que está na figura 13, e avisei que recolheria as respostas ao final desta aula. Frisei que as respostas deveriam ser o mais completa possíveis, havendo sempre uma justificativa plausível para a escolha da alternativa considerada correta. Enquanto os alunos se mobilizavam em responder, fiz a chamada.

Por fim, solicitei que os alunos me entregassem as folhas com as respostas, e assim que recolhi todos, resolvi a questão. Expliquei que poderíamos utilizar a “*regra da mão direita e observar que o campo magnético induzido, representado pelas pontas dos quatro dedos, pela corrente faria com que as bússolas B e D*” da figura 13 “*com certeza mudariam de direção, porque o campo seria perpendicular a elas*”. Interpretando o sentido da corrente, víamos que “*os outros quatro dedos da mão indicavam que o norte magnético, representado pelas pontas dos dedos, fazia com que a bússola C interagisse com este campo de forma que seu sul magnético seria atraído pelo norte magnético do campo, quase não mudando sua posição; ao contrário da bússola A, que estava em posição diametralmente oposta à C, interagindo de forma oposta, também, com o campo magnético. Por isso a resposta é o item b*”. Antes de liberar os alunos, avisei que nossa última avaliação seria no dia 21 de outubro, durante os períodos da disciplina de História – porque o professor de Física conseguiu trocar, em função da atividade que ocorreu na data da segunda aula do estágio, e, gentilmente, o professor de História cedeu seus dois períodos. Já antecipei e avisei que seria uma avaliação com caráter de prova, sendo de resolução individual e sem consulta a qualquer material, que conteria dez questões envolvendo todo o conteúdo visto até o momento (visto que a política do CAP inclui conteúdos vistos ao longo de todo o ano letivo). Não houve perguntas e, com isso, encerrei a aula e liberei os alunos.

¹⁷ No plano de aula, consta como metodologia para resposta à esta questão o *Peer Instruction*. No entanto, ao conferir o relógio, percebi que ainda haveria alguns bons minutos de aula; então decidi fazer esta ação em pequenos grupos, porque amplificaria a colaboração entre os alunos e, de certa forma, preencheria um pouco melhor o tempo restante.

destacar que a Eq. 8 era um caso particular da Eq. 10, justamente quando $N = 1$, o que significa que teríamos apenas uma única espira. Perguntei se estava claro e se havia alguma dúvida, e nada os alunos disseram. Por garantia, retomei as explicações de forma bastante breve, destacando os principais aspectos de cada lei e

5.4.1. Comentários

Esta aula foi bastante valiosa porque nela percebi que, de fato, os alunos encontram muitas dificuldades quando são apresentadas equações. Assim como disseram no questionário, alguns deles possuíam muitas dificuldades em desenvolver cálculos, e esse foi um dos motivos que me levou a conduzir uma abordagem mais conceitual. Porém, existem alguns momentos em que se fez necessário, na minha opinião, apresentar as equações vinculadas aos enunciados das leis correspondentes aos fenômenos, para complementar o conteúdo. Sempre que o fiz, busquei explicar passo a passo a dedução das mesmas, quando possível, bem como o significado físico de cada variável e da equação como um todo. Porém, ainda assim, pude perceber uma certa expressão de espantoso nos rostos deles, o que me levou, como relatei anteriormente, a explicar mais de uma vez a mesma coisa, a mesma equação e as mesmas deduções, sempre reiterando com certo cuidado e fala mais pausada.

5.5. Quinto Relato de Regência

05 de novembro de 2018

Alunos presentes: 22

Início: 14h15min

Término: 15h45min

Entrei na sala, cumprimentei os alunos brevemente, e me dirigi à mesa do professor, onde deixei os materiais que havia preparado para esta aula. Quando fui ligar o computador da instituição, tive alguns problemas, pois havia um campo na tela para inserção de uma senha, a qual não tinha conhecimento, e o professor titular não estava presente para me fornecê-la. Eu estava com meu *notebook* e ao ligá-lo a uma tomada ao lado da mesa, descobri não funcionar. Retirei o *nobreak* ao qual o computador estava conectado para ligar minha máquina, e, ao tentar ligar o projetor e não funcionar, percebi que este estava conectado ao *nobreak*, também. Só assim, pude ligar meu *notebook* no *nobreak* e ligar o projetor também, cujo cabo de projeção conectei à minha máquina. Enquanto fazia isso, passaram-se cerca de dez minutos e a turma fez um pouco de barulho. Chamei a atenção dos alunos para poder começar com a aula.

De início, disse que continuaríamos a falar do fenômeno de indução eletromagnética, já explorado na aula anterior, e para iniciar as discussões, revisariamos os conteúdos já trabalhados. Apresentei, então, com um *slide*, revisitando que: não é possível obter monopolos magnéticos; a Terra pode ser considerada como um grande ímã; já vimos justificativas para podermos construir e utilizar bússolas; conseguimos obter campo magnético através de fluxo de cargas, ou seja, com uso de corrente elétrica. Assim, questionei se o contrário a essa última afirmativa seria possível, se “*poderíamos*

acender uma lâmpada com um ímã”. Percebi que os alunos me olharam desconfiados, mas nada disseram.

Comecei a discussão do tema com uma volta ao passado, dando um pequeno aporte histórico, e para isso iniciei falando de Faraday. Apresentei que Michael Faraday (1791-1867) fora um físico e químico inglês, e, recordando o conceito de linhas de campo, informei os alunos que ele era o responsável por tal modelo; além disso, falei que entre 1820 e 1830, Faraday foi convidado a resumir experiências e teorias sobre eletromagnetismo, e assim revisou a bibliografia da época, e decidiu

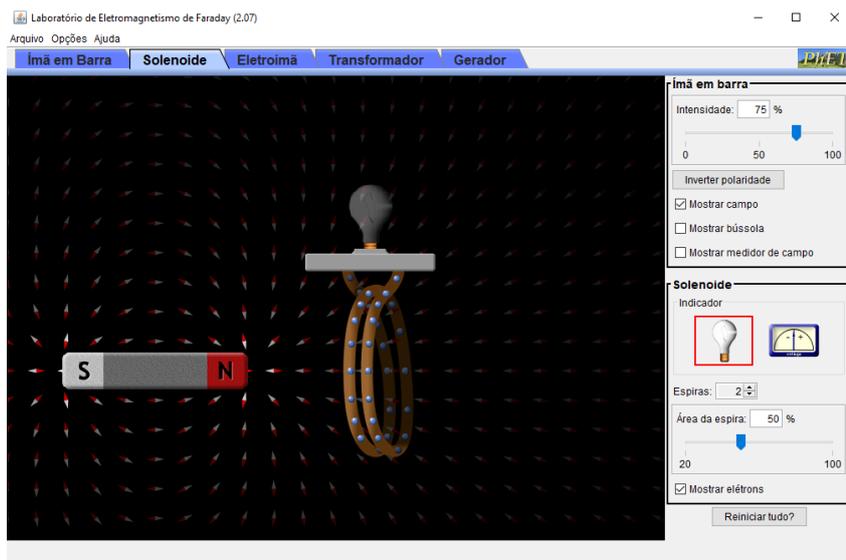


Figura 14: Simulação "Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday – Solenoide" (WILEMAN; PERKINS, 2002) utilizada na aula 5.

investigar mais o assunto, visando compreender melhor o fenômeno para falar com mais propriedade. Com isso, apresentei uma simulação, presente na figura 14, para explorar um pouco da pergunta feita anteriormente. Com esta simulação, utilizei o cursor do computador para mover o ímã – barra cinza escuro com extremidades cinza claro e vermelho, com ‘S’ e ‘N’ escritos, respectivamente – contra o solenoide, formado por espiras e conectado a uma lâmpada. Enquanto colocava o ímã em movimento, destaquei que era possível observar que a lâmpada brilhava, bem como um movimento também dos portadores de carga – as bolinhas azuis na figura 14. Além disso, salientei que era possível “ver” as linhas de campo magnético, indicadas pelas pequenas bússolas distribuídas pelo espaço da simulação.

Esgotando a simulação nesses limites, peguei o material que havia levado – duas bobinas, fios condutores, ímã e bússola – e construí, na mesa do professor, o seguinte arranjo experimental: conectei as duas bobinas em série (uma bastante afastada da outra, cerca de cinquenta centímetros), sendo que no interior de uma delas aloquei a bússola, alinhando a direção norte da mesma paralelamente aos enrolamentos da bobina. Antes de iniciar a demonstração, pedi que os alunos se aproximassem da mesa do professor, e disse alunos que iríamos ver no experimento o que a simulação já havia nos mostrado. Com isso, introduzi o ímã na outra bobina – aquela que não tinha a bússola – e pedi que os alunos observassem o que ocorria com a bússola; enquanto eu introduzia e retirava o ímã na bobina, alguns alunos disseram “a bússola ‘tá’ se mexendo”. Assenti e disse que poderia ser efeito do ímã propriamente e nada de relação teria com as bobinas; os alunos não disseram nada, apenas me olhavam, e então movimenteie o ímã do lado de fora da bobina e a bússola não apresentou reação. Pedi,

ainda, que prestassem atenção no movimento da bússola em relação ao movimento do ímã dentro da bobina; mais especificamente, pedi que prestassem atenção no que acontecia quando colocava e no que acontecia quando retirava o ímã, até que um aluno exclamou “*ela – a bússola – se mexe ‘pro’ outro lado!*”. Concordei com isso, e reforcei dizendo que a agulha da bússola movia-se em sentidos diferentes conforme varia-se o movimento do ímã.

Perguntei o que estava acontecendo naquele experimento, e um aluno disse que havia um “*campo magnético na bobina onde a bússola ‘tá’*”; concordei com isso e questionei qual a origem deste campo magnético. Após alguns segundos de silêncio, alguns alunos disseram que “*só poderia ser do ímã*”, mas, recordando o que acabávamos de ver, eu disse que “*já vimos que o ímã a esta distância não faz a bússola reagir*”; os mesmos alunos disseram que “*deveria ser então com o ímã e a bobina*”. Satisfeito com o que acabara de ouvir, pedi que os alunos retornassem a seus lugares.

Reiniciei a discussão com os alunos recordando o que acabávamos de ver. Disse, então, que estávamos observando um efeito novo, porque utilizamos um ímã e bobinas e estávamos gerando um campo magnético em uma bobina bastante distante deste ímã. Com isso, apresentei um *slide* que continha o seguinte: “Quando o número de linhas de campo que atravessa um circuito varia no tempo, nesse circuito surge uma corrente elétrica denominada corrente elétrica induzida. Sabemos também que: Para que haja corrente elétrica em um circuito, deve haver uma *f.e.m.* induzida”. Argumentei, concomitantemente, que enquanto movimentava o ímã em direção ao interior da bobina, estava justamente alterando o número de linhas do campo magnético no interior da mesma, e conseqüentemente a intensidade do mesmo. Continuando, argumentei que com isso estava variando, inclusive no tempo, o campo magnético por uma área – e mostrei que era correspondente ao interior da bobina –, recordando que este era o conceito de fluxo magnético, visto em aulas anteriores.

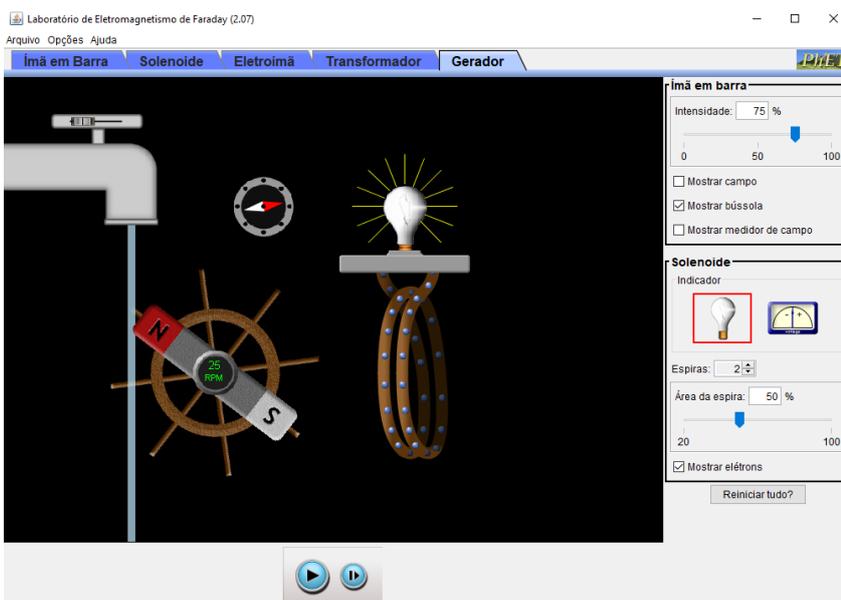


Figura 15: Simulação "Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday – Gerador" (WILEMAN; PERKINS, 2002) utilizada na aula 5.

Observando a expressão dos alunos, perguntei se haviam entendido, recebendo resposta negativa de alguns; retomei a explicação de modo semelhante à anterior, porém utilizando mais os materiais do experimento, como recurso visual. Ainda sem ter certeza da compreensão dos alunos, recorri a uma outra simulação, que está na figura 15. Nesta, expliquei, havia uma lâmpada conectada a espiras,

que poderiam ser variadas em número e área. À frente deste circuito, havia um ímã conectado à uma roda que era girada através de um fluxo de água fornecido por uma torneira – e este fluxo também sendo controlável em intensidade –, em clara analogia a uma usina. Com isso, enquanto a roda girava, o ímã também o fazia, e o campo magnético por ele gerado também variava sua direção e seu sentido em relação às espiras. O efeito observado era, de novo, que com a variação do campo magnético, que a lâmpada acendia, indicando corrente elétrica nesse circuito.

Percebendo uma melhor aceitação da turma com respeito ao fenômeno, prossegui, argumentando, então, que do enunciado projetado no quadro, e do que observamos no experimento e nas simulações, era possível concluirmos que a variação do campo magnético *induzia* uma corrente elétrica, que fazia a lâmpada acender. Assim como já tínhamos visto no enunciado, disse que essa corrente era proveniente de uma força eletromotriz, e que esta era produzida pela variação do fluxo magnético, em relação ao tempo, ação advinda da movimentação do ímã. Perguntei aos alunos se havia alguma dúvida; nada me foi dito e segui com a aula. Para finalizar esta parte, apresentei a equação que, de certa forma, resumia essas conclusões, dizendo que $\varepsilon = \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ (Eq. 11) era conhecida como a lei de indução Faraday para o eletromagnetismo. Expliquei os termos da Eq. 11, todos já familiares aos alunos, conciliando com o que havia acabado de explicar, destacando a necessidade de ser uma variação do fluxo magnético.

Retomei a simulação anterior, da figura 15, agora dando destaque à variação do sentido do movimento dos portadores de carga nas espiras – as bolinhas azuis. Disse aos alunos que observassem como variava o sentido conforme o movimento do ímã, variando direção e sentido do campo magnético, influenciava diretamente nisso. Com isso, rapidamente falei que, diferentemente do que havíamos visto até o momento, esse era um tipo diferente de corrente elétrica; anteriormente, utilizamos pilhas, e os circuitos eram submetidos à uma diferença de potencial elétrico e à uma corrente elétrica com sentido constante, caracterizando uma corrente contínua. Naquele momento, observamos que esse sentido variava, e isso caracterizava uma corrente alternada.

Além disso, dei mais destaque à relação entre o sentido da corrente elétrica induzida pela variação do fluxo magnético e o polo do ímã que estava sendo aproximado ou afastado. Para falar do sentido da corrente elétrica induzida, comentei um pouco sobre Lenz. Falei que Heinrich Lenz (1804-1865) fora um físico russo, nascido na Estônia, de etnia alemã, que apresentou complemento à lei de indução de Faraday, contido no seguinte enunciado: “O fluxo magnético criado por uma corrente induzida tende a opor-se à variação de fluxo que deu origem à referida corrente”. Deste enunciado, expliquei que iríamos explorar o significado físico, e projetei no quadro um *slide* com as seguintes explicações: “Se, hipoteticamente, i favorecesse a variação do fluxo magnético que a induziu, o \mathbf{B} da espira teria um polo sul confrontando e atraindo o polo norte do ímã; Se o ímã estivesse em repouso:

pequeno valor de quantidade de movimento, na direção da bobina, faria o ímã ser atraído de encontro à bobina e sua velocidade aumentaria, aumentando o valor da corrente induzida, gerando um campo magnético induzido mais intenso, originando uma força de atração muito maior, velocidade aumentaria ainda mais”. Fui lendo estas construções bastante calmamente com os alunos, e segui com os argumentos questionando qual seria o problema disso. Projetei um novo *slide*, que continha os seguintes argumentos: “Aumento indefinido da velocidade do ímã, causaria um aumento indefinido do valor do fluxo magnético, que por sua vez aumentaria indefinidamente o valor da corrente induzida e da *f.e.m.* induzida. Com isso, teríamos energia sendo gerada infinitamente”. Ao questionar os alunos sobre a possibilidade disso, argumentei que isso era um problema por ir de encontro a um dos pilares mais básicos da Física; perguntei qual era esse pilar, e nada me foi dito.

Utilizei um outro *slide*, então, em que estava escrito que inicialmente um valor muito pequeno de energia cinética, associada ao ímã, cresceria sem nenhuma influência externa, o que violava o princípio de conservação de energia. Alguns alunos expressaram compreender do que se tratava quando falei isso. Perguntei se havia alguma dúvida, e nada me foi dito, novamente. Finalizando, recuperei, rapidamente, tudo que havíamos visto nesta aula, desde o enunciado de Lenz, a qual informei ser a lei de Lenz, e que era, de fato um complemento à lei de indução de Faraday, por se tratar da informação que essa *f.e.m.* induzida deve gerar um novo campo magnético induzido que se oponha àquele que a gerou. Argumentei, então, que essa informação vinha contida em um sinal negativo na Eq. 11, tornando-se a lei de indução de Faraday-Lenz, sob a forma $\varepsilon = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ (Eq. 12). Perguntei, novamente, se havia alguma pergunta ou dúvida e nada me foi dito.

Finalizado o conteúdo da aula, pedi que os alunos se reunissem em pequenos grupos, pois eu iria distribuir duas questões¹⁸ para que resolvessem no restante da aula – em torno de quarenta minutos – e me entregassem ao final do aula. Enquanto peguei as folhas com as questões, os alunos foram se organizando da forma que pedi, sendo que alguns poucos pediram pra ir ao banheiro e para tomar água. Depois que distribuí as folhas, fiquei circulando pela sala, à disposição para sanar dúvidas. Durante vários momentos, salientei, assim como destacado no cabeçalho da folha, que era muito importante que as respostas dadas fossem justificadas, não simplesmente por verdadeiro ou falso, ou somente números; reiterei que a avaliação se daria, também, pela qualidade dos argumentos apresentados nas respostas. De uma forma geral, as dúvidas que surgiram foram ao encontro de problemas de interpretação, principalmente da primeira questão. Percebi que os alunos não sabiam, e não perceberam, que era a espira, uma vez acoplada a pás que recebiam impulso do vento proveniente de um ventilador – no caso do modelo –, que girava, ao invés dos ímãs, como várias vezes os alunos me perguntaram durante a resolução dos exercícios. Os alunos permaneceram na tentativa de resolução,

¹⁸ Questões “Desafio”, constantes no Apêndice A deste trabalho.

e enquanto isso fiz a chamada. Todos me entregaram as folhas quando avisei que a aula havia acabado, finalizando a aula e os liberando.

5.5.1. Comentários

Esta foi mais uma aula em que os conteúdos requeriam elevado grau de abstração, apesar de serem resultados empíricos e observáveis. Justamente por isso, resolvi levar mais de um recurso metodológico para demonstrar aos alunos as diversas formas de explorar a lei de Faraday e também a lei de Lenz. Julguei que, ao menos durante a aula e com os resultados das respostas às questões, fora possível alcançar a compreensão dos alunos, no tocante à assimilação conceitual das leis expostas.

Afirmo isto porque, principalmente na primeira questão daquele “Desafio”, as justificativas dos alunos vieram carregadas de conceitos físicos corretos, repetidas vezes ocorrendo argumentos como “*só quando há variação do fluxo, no caso da espira girando, a gente tem corrente elétrica*”, e “*se estiver tudo parado a lâmpada não acende, porque o fluxo na espira é constante e não tem uma f.e.m. sendo induzida*”, em diferentes formas.

5.6. Sexto Relato de Regência

19 de novembro de 2018

Alunos presentes: 21

Início: 14h16min

Término: 15h48min

Adentrei à sala, cumprimentando os alunos e carregando os materiais preparados para a aula. Ao deixar os materiais sobre a mesa do professor, já fui conversando com os alunos que esta seria nossa última aula com conteúdo antes da prova. Para tanto, informei também que havia reservado um tempo desta para que dúvidas acerca dos exercícios da lista, entregue na primeira aula, bem como do conteúdo fossem expostas e sanadas.

Para iniciar as discussões, decidi revisar o conteúdo da aula passada, e para tanto havia levado uma bobina com dois LEDs integrados à ela e um ímã. Expliquei aos alunos do que se tratavam os LEDs, que eram componentes eletrônicos, tratando-se de diodos e que por isso só permitiam passagem de corrente elétrica em único sentido. Reforcei que cada um destes componentes estava colocado em um sentido diferente em relação ao outro. Quando introduzia e retirava o ímã do interior da bobina, cada um dos LEDs, em momentos diferentes, piscava. Expliquei que isso indicava que só passava corrente em um sentido quando o ímã ia de encontro à bobina e em outro distinto quando afastado, evidenciando o que fora proposto pela lei de Faraday-Lenz. Passei pela sala com o equipamento

mostrando bem de perto para que os alunos verificassem que, de fato, os LEDs brilhavam individualmente. Por fim, questionei se havia dúvidas e nada fora reportado pelos alunos.

Finalizada esta parte, disse aos alunos, solicitando que prestassem muita atenção e que fizessem muito mais silêncio que o habitual, que, finalmente, iríamos abordar o tema central desta unidade didática, e que havíamos visto qual era, quando apresentei na nossa primeira aula; ao perguntar qual era, alguns poucos alunos disseram que se tratava dos transformadores elétricos. Concordando com isso, falei que iríamos construir um modelo bastante aproximado e primitivo de um transformador elétrico, mas que apresentaria o mesmo esquema de funcionamento que os transformadores reais. Enquanto explicava isso, fui retirando de uma bolsa os materiais para a construção deste experimento,

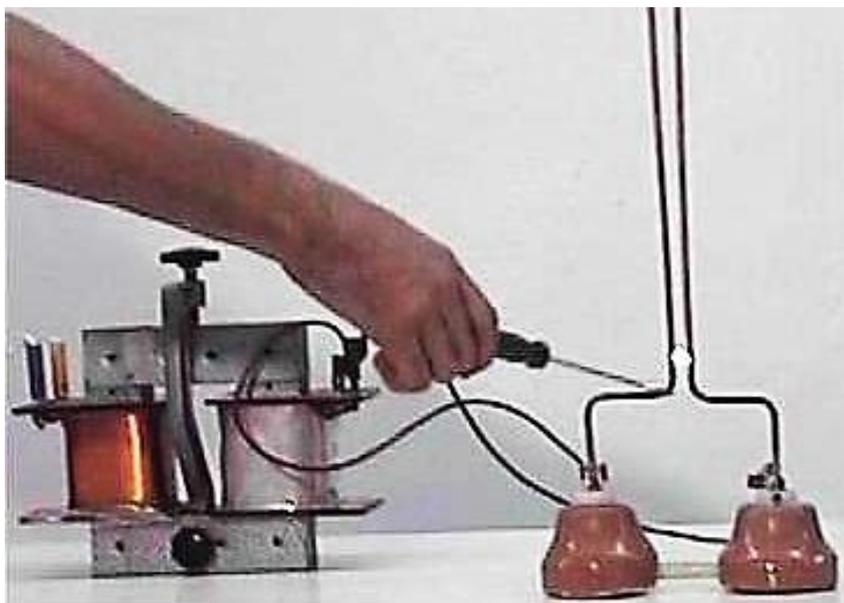


Figura 16: aparato experimental que reproduz um transformador elétrico. Fonte: http://www.fis.unb.br/gefis/index.php?option=com_content&view=article&id=202&Itemid=321

tratava cada uma destas partes. Uma representação do esquema muito próxima do que foi feito em aula está exemplificado na figura 16.

Com o experimento montado, tomei em mãos uma vela, explicando que seria necessário para que observássemos o fenômeno envolvido reduzir a umidade entre as duas hastes, aumentando o índice de permissividade elétrica naquela região. Assim, conectei o sistema à rede de energia da escola, por uma tomada da parede, e, ao aproximar a vela da parte inferior das hastes – tal qual mostra a figura 16 –, foi reproduzida uma descarga elétrica entre as hastes, se propagando até o topo das mesmas e se dissipando no ar. Permaneci com a vela próxima às hastes, e o fenômeno fora se repetindo; os alunos demonstraram muito entusiasmo e ficaram impressionados com o efeito, muitos deles exclamando “‘bah’, ‘sor’, que legal isso aí”, tanto que pediram para que eu repetisse o experimento quando cessei. Repeti mais algumas poucas vezes.

quais foram: duas bobinas, de enrolamentos diferentes (12 000 e 300, a saber), um núcleo de ferro em forma de “U”, uma barra de ferro com as mesmas dimensões que o núcleo, fios condutores, duas hastes de mesmo comprimento, uma tomada com *plug* para conexão à uma fonte de energia, um sargento para fixação dos núcleos. Conforme ia montando o experimento, fui explicando aos alunos do que se

Ao encerrar a demonstração, projetei no quadro uma lista com as principais funções de um transformador, quais foram: transferir energia elétrica entre diferentes circuitos elétricos – usualmente, para diferentes valores de tensão elétrica –; adequar níveis de tensão em sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica; evitar transferência de corrente contínua de um circuito para outro; isolar eletricamente sistemas. Após esse *slide*, mostrei um outro com imagens do físico croata Nikola Tesla (1856-1943), e dos empresários americanos George Westinghouse (1846-1914) e Thomas Edison (1847-1931), representado pela figura 17, cujo utilizei para apresentar, brevemente,



Figura 17: slide utilizado para falar sobre o episódio histórico da guerra das correntes. Slide de produção própria.

sua companhia, cujos construíram subestações de energia em curtas distâncias, uma vez que era necessário suprir as perdas por efeito Joule que ocorriam com os cabos constituintes das redes. Continuei comentando que Edison era um empresário extremamente bem sucedido, de fama internacional, assim como seu reconhecimento enquanto empreendedor; no entanto, Tesla já possuía alguns estudos muito bem solidificados de que havia uma alternativa mais econômica à transmissão por fontes de sinais contínuos. Justamente, Tesla já havia produzido equipamentos (motores, geradores) que forneciam sinais com alternância de sentido: o próprio sinal alternado, configurando a corrente alternada. Prossegui com a história, dizendo que Tesla embarcara para os Estados Unidos à procura de trabalho e com essas ideias em mãos; até que, certo ponto, conhecera Westinghouse, empresário de sucesso também, decidira investir na proposta de Tesla, e assim tornar-se rival de Edison. Salientei, por fim, que a transição do modelo de Edison para o de Tesla-Westinghouse não fora fácil, uma vez que o renome de Edison o prescindia, e seu modelo, apesar de caro, era o que funcionava à época e estava consolidado. No entanto, concluí, ao passar do tempo, Tesla e Westinghouse saíram vencedores desta disputa, e até o momento tínhamos redes que nos forneciam sinais alternados, tanto de diferença de potencial elétrico, quanto de corrente elétrica.

Comecei a discussão da plausibilidade física do que observamos no experimento que fora utilizado. Primeiro, distingi os setores do transformador utilizado, separando em primário – àquele

o episódio histórico conhecido como *guerra das correntes*. Iniciei comentando com os alunos que, nos Estados Unidos do século XIX, predominavam linhas de transmissão de energia elétrica cujo fornecimento era baseado em corrente contínua. Os modelos mais difundidos foram os desenvolvidos por Edison e

em que entrava a diferença de potencial elétrico da fonte – e secundário – àquele que fornece a diferença de potencial transformada, nomeando os enrolamentos das bobinas como N_1 e N_2 , respectivamente. Na configuração utilizada, $N_1 = 300$ e $N_2 = 12\,000$. Após, salientei que tínhamos uma diferença de potencial elétrico e uma corrente elétrica alternadas fornecidas ao sistema, uma vez que, em aulas anteriores, já havíamos discutido sobre o caráter destas grandezas quando fornecidas pela rede elétrica comum. Assim, continuei explicando, que tínhamos “*uma corrente elétrica percorrendo os enrolamentos do setor primário, justamente porque estava sendo estabelecida uma diferença de potencial elétrico neste setor, igual à fornecida pela rede do CAP*”, disse. Recuperei com os alunos, assim como visto nas aulas passadas, que a lei de Ampère nos dava uma informação sobre esse fenômeno, e que justamente por termos uma ddp sendo submetida nas espiras dos enrolamentos, havia um campo magnético – retomando o exemplo com o solenoide estudado na aula 4 – induzido variável em sentido, porque também havia uma corrente elétrica não mais contínua, mas sim alternada. Com isso, continuei a explicação, argumentando que esse campo magnético induzido orientaria os domínios magnéticos de todo o núcleo de ferro, fazendo com que o setor secundário fosse submetido a um campo magnético também variável. Assim, poderíamos recorrer à lei de Faraday-Lenz e perceber que essa bobina estava submetida a um fluxo magnético variável, posto que o campo variava por uma área – justamente, a área dos enrolamentos. Desta forma, a Eq. 12 nos informava que havia nesta outra bobina uma força eletromotriz induzida por conta da indução que ocorrera no setor primário.

Para dar sustentação aos argumentos, utilizei a Eq. 12 e argumentei que cada uma das espiras induziria uma *f.e.m.*, de forma que a *f.e.m.* total poderia ser escrita da seguinte forma: $\varepsilon_{tot} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \dots + \varepsilon_N$; isso representava que o efeito total de indução se dava pela presença de uma mesma variação de fluxo magnético para todas as espiras, tal que poderíamos escrever a Eq. 12 como o seguinte, para este caso: $\varepsilon = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ (Eq. 13). Questionei se estava claro, e boa parte da turma assentiu que sim; os demais nada manifestaram. Segui, explicando que poderíamos aplicar o mesmo raciocínio para os dois setores, porém devíamos atentar para um detalhe: *f.e.m.* e *ddp* são duas grandezas que possuem o mesmo valor, mas com significados físicos diferentes; expliquei que a força eletromotriz era uma propriedade intrínseca de um dispositivo de fornece energia a um circuito para que, assim, haja corrente elétrica, mas sem necessidade de existência de diferença entre dois pontos, como no caso da diferença de potencial¹⁹.

Concluindo esta parte, me dirigi ao quadro, disse que poderíamos obter a seguinte relação: $|\varepsilon| = V$ (Eq. 14). Disto, fiz as seguintes relações: para o setor primário, poderíamos reescrever a Eq. 13 tal que $\varepsilon_1 = -N_1 \frac{\Delta\phi_1}{\Delta t}$ (Eq. 15), cujo índice 1 indicava ser relação para o setor primário; de modo

¹⁹ Falei rapidamente sobre isso, pois os alunos já haviam estudado isso com o professor titular.

análogo, disse que poderíamos fazer o mesmo para o setor secundário, reescrevendo a Eq. 13 tal que $\varepsilon_2 = -N_2 \frac{\Delta\phi_2}{\Delta t}$ (Eq. 16), cujo índice 2 indicava ser relação para o setor secundário. Segui explicando que, poderia ser observado, apesar de possuírem números de enrolamentos diferentes, as áreas de cada uma das bobinas era aproximadamente iguais, sendo que o fluxo seria o mesmo; desta forma, continuei, era aceitável que escrevêssemos, partindo das equações 15 e 16 que $\frac{\varepsilon_1}{N_1} = \frac{\varepsilon_2}{N_2}$ (Eq. 17). Ainda, disse que seria possível, utilizando a Eq. 14, escrever a Eq. 17 em uma forma final, como a equação para os transformadores, tal que $\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$ (Eq. 18). Perguntei se havia dúvidas, e nada me foi dito, mas percebi que os alunos tomavam nota do que eu havia acabado de escrever no quadro. Como aplicação, decidi utilizar os próprios dados que foram indicados enquanto fazia o experimento, tais que foram: $N_1 = 300$, $N_2 = 12\ 000$, $V_1 = 110\ V$ e V_2 sendo o valor a ser descoberto. Rearranjei, no quadro, a Eq. 18, substituí os valores nas variáveis e obtive um valor de $V_2 = 4\ 400\ V$. Os alunos ficaram bastante surpresos com esse valor, uma vez que, segundo eles próprios, estavam “*acostumados aos valores pequenos do dia a dia, como o 110 e o 220. Mas esse aí é bastante grande mesmo!*”. Perguntei se havia alguma dúvida, e alguns alunos perguntaram “*se seria sempre assim, se sempre ia só aumentar*”. Respondi que não, argumentando que dependeria da proporcionalidade entre os enrolamentos. Fui até à mesa, onde estava montado o equipamento do experimento, e inverti a ordem dos setores; expliquei que, neste caso, ao contrário do anterior, ao invés de elevar a tensão, obteríamos um transformador que rebaixaria o valor de tensão. Dei o exemplo dos transformadores para utilizar em redes de 220 V e que seja necessário ligar um aparelho que opera apenas até 127 V. Os alunos pareceram compreender, e segui com a aula.

Complementei a explicação sobre os transformadores dizendo que poderíamos considerar esses equipamentos, dentro do nosso limite de estudo, como ideais; isso implicaria que desconsideraríamos perdas por efeito Joule nos fios constituintes dos enrolamentos do transformador. Continuei, argumentando que, portanto, o resultado disso seria uma conservação da potência, de um dos setores do transformador para o outro. Ou seja, a potência do setor primário P_1 seria conservada no setor secundário, com potência P_2 . Com isso, eu disse que haveria uma igualdade entre essas potências e que poderíamos recorrer à equação que relacionava potência, ddp e corrente elétrica, $P = V \cdot i$, obtendo, como resultado final $\frac{V_1}{V_2} = \frac{i_2}{i_1}$ (Eq. 19)²⁰. Com isso, continuei, obteríamos uma relação inversa entre a diferença de potencial e a corrente elétrica em cada um dos enrolamentos: quando um fosse aumentado, o outro seria diminuído. Como exemplo, citei as soldas elétricas, cujas operam com este

²⁰ Esses passos descritos foram demonstrados no quadro.

princípio físico, o de indução, e utilizam transformadores redutores de tensão para obter valores bastante elevados de corrente elétrica, e assim soldar materiais que são superaquecidos por efeito Joule. Questionei se havia alguma dúvida, e os alunos disseram que não.

Prossigui para o último momento da aula, e informei aos alunos que eles teriam o restante do período, praticamente quarenta minutos, para tirar dúvidas acerca dos exercícios da lista e do conteúdo em si. Os deixei bem à vontade para formarem grupos, ou que ficassem individualmente tentando resolver as questões. Observei que, durante um tempo e enquanto fazia a chamada, os alunos verificaram suas anotações, bem como a lista de exercícios, mas nada me perguntaram. Com isso, devolvi as questões “Desafio” que distribuí na aula anterior, já corrigidas por mim, e as resolvi²¹ no quadro pedindo a colaboração neste momento. A resolução foi tranquila, sem mais perguntas dos alunos, porém me excedi em três minutos, sendo avisado pelos alunos. Concluí o raciocínio, encerrei a aula e liberei os alunos.

5.6.1. Comentários

Pude perceber, nesta aula, que os experimentos que produzem um efeito visual bastante impressionante, como arcos elétricos dentro da sala de aula, prendem a atenção dos alunos e os mantêm mais focados durante a aula; obviamente que não a totalidade – mas boa parte da turma. Outro fato importante também residiu no aporte histórico que apresentei; percebi bastante interesse dos alunos enquanto explicava o momento histórico da guerra das correntes, porque fez silêncio neste ínterim.

Durante a resolução dos exercícios e do momento de dúvidas, fiquei insatisfeito porque percebi um pouco de desinteresse por quase toda a turma. Mesmo que folheassem suas notas de aula, era notável que o faziam sem uma pretensão de procura por dúvidas pontuais e esclarecimentos. Acredito que isso possa causar um reflexo negativo nas notas das provas.

5.7. Sétimo Relato de Regência

21 de novembro de 2018

Alunos presentes: 22

Início: 08h00min

Término: 09h30min

Quando cheguei na sala de aula já estavam presentes vinte e um alunos e o professor titular, que já os organizara em fileiras, com suas carteiras, e recolhido os celulares de todos, os colocando sobre a mesa do professor. Enquanto eu me organizava, deixando minha mochila sobre a mesa e

²¹ Gabarito destas questões encontra-se no Apêndice A deste trabalho.

organizando as provas para distribuí-las, o professor passara de classe em classe recolhendo as resoluções da lista de exercícios – conforme informei os alunos desde a primeira aula. Assim que acabara, comecei a dar algumas instruções aos alunos, informando que deveriam ler a prova com bastante calma, porque os exercícios elaborados para ela estavam de pleno acordo com o que havíamos estudado; orientei que lessem também, com bastante atenção, o cabeçalho da prova, que continha informações a respeito de como responder as questões²². Reforcei, enquanto distribuía as folhas com a prova, que era importante que fossem dadas justificativas a toda e qualquer resposta selecionada, porque a avaliação se daria pela qualidade dos argumentos também, não univocamente por estar certo ou errado.

Assim que finalizei a distribuição das provas, desejei boa prova a todos e me coloquei à frente da classe, observando a atividade dos alunos; o professor titular também ficou na sala, agindo da mesma forma que eu. Durante o início do período de prova pude perceber que, de fato, boa parte dos alunos estava conferindo o que estava escrito no cabeçalho de instruções. Vez ou outra eu mudava de local dentro da sala, sentando mais próximo dos alunos, ao fundo da sala, à mesa do professor e à frente do quadro. O professor ficou cerca de vinte minutos na sala e se retirou, me dizendo que tinha uma reunião.

Passado cerca de trinta minutos de prova, alguns alunos começaram a fazer perguntas a respeito do segundo item da questão 5, alegando não saber do que se tratava a palavra *imantar*; comentei, abertamente a toda a turma, que era um dos verbos que “*mais utilizamos ao longo das nossas aulas, mais especificamente durante as primeiras, quando exploramos o comportamento dos ímãs e de campos magnéticos*”. Houve mais alguma insistência para que eu desse o significado da palavra, mas mantive a explicação anterior, apenas. Mesmo tendo falado à toda a turma, dúvidas acerca dessa mesma palavra ocorreram novamente; mantive a mesma explicação.

Outras perguntas bastante recorrentes estavam relacionadas a: precisar “*justificar inclusive as verdadeiras*”, em que reiterei o que estava contido nas instruções da prova e o que havia dito no começo do período; não saber o que significava a “*notação científica μ* ” como disseram, se referindo ao prefixo utilizado antes de unidades do SI²³, e, como o professor já fazia anteriormente, coloquei no quadro que $\mu = 10^{-6}$. Alertei, com essa última pergunta, que era importante que os alunos prestassem muita atenção para não confundir a constante de permeabilidade magnética e o prefixo μ , porque, apesar de serem iguais em símbolo, eram absolutamente diferentes em significado.

Quando eram 08h45min avisei os alunos acerca da hora. Logo após, três alunos entregaram suas provas; as folheei rapidamente e percebi que havia questões em branco, sem resolução, e perguntei se os alunos não queriam revisar alguma coisa, cujos me responderam que não. Fui até à mesa

²² Prova, com este cabeçalho, está no Apêndice A deste trabalho.

²³ Sistema Internacional de Unidades.

e guardei as folhas. Esses alunos permaneceram na sala, em silêncio, porque estavam acostumados com os métodos do professor titular, apenas pedindo para pegarem seus celulares de volta; concordei, dando a condição de que deveriam se manter quietos. E, conforme pedi, assim se mantiveram.

Às 09h00min avisei novamente acerca da hora. Poucos minutos depois, mais seis alunos entregaram suas provas, com pouco tempo de intervalo entre um e outro. Às 09h10min, chegara mais um aluno, com autorização dada pela secretaria para entrar na sala. Esperei que tomasse assento e lhe entreguei a prova, ao passo que ele me entregara a sua resolução para os exercícios da lista.

Às 09h15min liberei os alunos que haviam entregue suas provas para saírem da sala, e pedi que o fizessem sem algazarra, em respeito aos demais colegas e às demais turmas do colégio. Já aproveitei o horário para avisar os alunos que restavam quinze minutos para o término da prova. Logo em seguida, mais quatro alunos entregaram suas provas. Restando cinco minutos para o término do período, avisei novamente sobre o tempo. Quando eram 09h30min, avisei os alunos que havia acabado o tempo de prova; os nove alunos restantes me entregaram suas provas. Guardei todas as provas em minha mochila, permiti a entrada daqueles que já haviam saído, e me retirei da sala, dando adeus ao alunos.

5.7.1. Comentários

Fiquei satisfeito com o respeito que os alunos demonstraram uns com os outros durante a prova, e principalmente com o respeito demonstrado por mim por parte de todos. Pelo o que pude perceber durante o período de prova, enquanto circulava pela sala, não ocorreram tentativas de cola, tanto a materiais quanto aos próprios colegas. Foram comportamentos que me deixaram bastante contente.

No entanto, os resultados da prova me aborreceram em certa medida. Corrigindo as provas constatei que ocorreram diversos problemas de interpretação, com respeito ao enunciado e ao próprio conteúdo, com confusões frequentes entre cargas elétricas e polos magnéticos – ponto que debati sempre que possível em todas as aulas, e era questão da lista de exercícios também. Em alguns exercícios da prova, principalmente o terceiro e o quinto, percebi uma dificuldade muito grande quanto à interpretação e si dos conteúdos; não consigo compreender em si o motivo porque, conforme relatado no período de regência, sempre busquei resgatar os conceitos mais importantes no início de cada nova aula. Acredito, contudo, que a origem disso residiu na falta de estudo, que observei na correção da lista de exercícios, havendo muitas respostas bastante incompletas, e em muitas questões não fora apresentado nenhum esforço para solução. Ainda, o oitavo exercício fora resolvido por apenas dois alunos, sendo completamente abandonado, inclusive de qualquer tentativa, pelos demais.

Com isso, ao finalizar as correções e atribuir notas numéricas²⁴, de zero a dez, a cada uma das provas, conferi que a média ficara no valor 4,4, com apenas três alunos com notas superiores a seis. Confesso que fiquei um tanto quanto desapontado com esse resultado, porque fiz o que estava ao meu alcance para que a melhor aula fosse dada dentro dos meus limites. Contudo, compreendo que ocorrera, também, desinteresse dos alunos, não de todos, assim como dificuldades idiossincráticas que contribuíram para a convergência deste valor.

²⁴ A pedido do próprio professor titular, cujo me dissera que depois ele converteria para os conceitos respectivos.

6. CONCLUSÃO

Foram pouco mais de dois meses em que pude apreciar um pouco da função de um professor em uma escola pública. Foram encontros semanais que me propiciaram a oportunidade de vivenciar a rotina de uma instituição de ensino básico, a qual há muito tempo não frequentava desde minha adolescência. Foram muitas horas de trabalho e de dedicação na preparação das aulas, na busca por materiais de qualidade, elaboração de argumentos e construção de raciocínios que viessem para auxiliar os alunos a enfrentar o medo da Física, bem como para estruturar a digna função de professor.

Frente a tudo isso, havia uma turma, muito receptiva, que era meu primeiro contato com alunos reais, em uma situação real, com dificuldades e anseios muito vívidos. Foi a primeira vez durante a graduação em que deixei de ser aluno para ser professor. Foi a primeira vez que vi que o preparo é muito mais essencial do que qualquer tipo de performance – que pode até agradar, mas que em nada agrega. Muitas noites mal dormidas pensando em tudo que eu poderia fazer, tudo que estaria ao meu alcance, para engrandecer as aulas e ajudar os alunos a entenderem o conteúdo. Estou absolutamente certo que fiz tudo aquilo que estava ao meu alcance e dos meus limites. Utilizei toda a minha carga criativa, e quando esta parece esgotada, busquei recursos além de mim, sempre preocupado com o desenvolvimento desses meus primeiros alunos.

Encaro que os resultados um tanto quanto negativos relatados na seção 5.7.1 possuem variáveis que não foram por mim contempladas na totalidade da turma, tais como a predisposição a aprender, discutida no aporte teórico deste trabalho, e a existência de subsunçores necessários à aprendizagem. Talvez eu devesse ter conduzido as aulas de forma diferente, em que usasse métodos e abordagens que prendessem mais a atenção dos alunos, com ainda mais experimentos, explorando mais seus interesses individuais, fomentando o interesse deles. Outra possibilidade diferente, e complementar a esta, talvez fosse a preparação de algum material auxiliar que mapeasse os subsunçores dos alunos, e, a partir disto, construir as aulas embasando-me nesses conhecimentos.

Acredito, contudo, que o questionário elaborado e aplicado tenha cumprido um papel semelhante – porém, mais restrito, já que só atitudes em relação à Física foram levantadas, não a respeito do conteúdo. Foi a partir dele que me empenhei em dar o meu melhor, para obter o melhor dos alunos. O primeiro objetivo tenho certeza que foi alcançado – não falo isso por arrogância, por ausência de modéstia, por incitação à uma demagogia do meu ego, é apenas uma rápida reflexão do trabalho produzido antes, durante e após experimentar ser professor. O segundo, infelizmente, foi parcial. Entretanto, mesmo com esses resultados bastante abaixo da média habitual da turma, pude verificar um crescimento, e isso em praticamente todos os alunos, na qualidade dos argumentos acerca de situações que envolvam Física. Esse resultado, sim, me deixou entusiasmado e empolgado com o meu próprio trabalho.

Ainda a respeito da avaliação final, não posso, enquanto professor, ficar preso a resultados restritos a dez questões. Acredito que uma única avaliação deste porte seja competente o suficiente para mapear o conhecimento dos alunos, e justamente por isso os avaliei com lista de exercícios com bastante tempo para resolvê-la, com as questões para o *Peer Instruction*, com a colaboração nas discussões, com tudo que eu achei que seria relevante e demonstrasse um mínimo de domínio acerca da Física. Neste aspecto, também me sinto satisfeito e com o sentimento de dever cumprido.

Especificamente à minha trajetória na graduação, posso retratar que ser professor não estava nos meus planos iniciais. Quando fui aprovado no vestibular da UFRGS, em 2012, minha escolha foi o bacharelado em Física. Ao me mudar para Porto Alegre para estudar, enfrentei os piores dias, por sofrer muito ao afastar-me de casa. Decidir me afastar um ano, me preparar e só então voltar começar um novo capítulo vencedor na minha vida, retornando em 2013 e ingressando na licenciatura em 2014. No começo, duvidei muito que conseguiria aproveitar o curso e dedicar minha futura carreira ao ato de ensinar; não que fosse repulsa ou desgosto pela profissão, apenas não me via enquanto professor. Conforme fui avançando no curso, comecei a perceber que meu pré-conceito acerca de mim mesmo estava bastante equivocado. Pude notar que esta opinião que me ludibriava foi dando espaço a um desejo reprimido e desconhecido de revolução, esta encontrando residência em mim mesmo.

Ao olhar para tudo que fiz, a tudo que me dediquei, ao empenho empregado, às escolhas feitas, à busca pelo conhecimento e pelo aperfeiçoamento, percebo que Kant tinha muita razão quando afirmava que “*o homem não é nada além daquilo que a educação faz dele*”. Educação é a forma mais transformadora e gratificante de se conhecer, bem como de passar a diante um pouco do que se sabe e do que se conhece. Por isso, após tantas disciplinas na graduação, construindo as 3 435 horas em que fiquei nela, mais as horas de observação e regência no CAp, tenho certeza que ser professor é o que quero ser para sempre. Assim como Einstein declarou que a relatividade fora advinda do pensamento mais feliz da sua vida, a licenciatura se mostrou como a escolha mais feliz da minha.

7. REFERÊNCIAS

- ARAUJO, Ives Solano; MAZUR, Eric. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 2013.
- AXT, R.; ALVES, V. M. **Física para Secundaristas: Eletromagnetismo e Óptica**. 2. ed. Porto Alegre: Instituto de Física - UFRGS, 1999.
- BORGES, A. T. Modelos mentais de eletromagnetismo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 15, n. 1, p. 7–31, 1998.
- HEWITT, Paul. **Física Conceitual**. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- INSTITUTO DE FÍSICA - UFRGS. **CREF**. 2018. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/novocref/>>. Acesso em: 8 nov. 2018.
- INSTITUTO DE FÍSICA - USP. **GREF**. 2018. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/eletromagnetismo.html>>. Acesso em: 8 nov. 2018.
- LUZ, A. Máximo R. Da; ÁLVARES, B. Alvarenga; GUIMARÃES, C. **Física: contexto e aplicações - volume 3**. 2. ed. São Paulo: Scipione, 2016.
- MAZUR, Eric. Confissões de um professor convertido. In: NICOLAU, Ricardo (Ed.). **Crítica do contemporâneo**. 7. ed. : Fundação de Serralves, 2008. p. 55–76.
- MAZUR, Eric. **Peer Instruction: a revolução da aprendizagem ativa**. Porto Alegre: Penso, 2015.
- MOREIRA, Marco Antonio. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.
- MOREIRA, Marco Antonio; OSTERMANN, Fernanda. Ausubel. In: **Teorias Construtivistas**. 10. ed. Porto Alegre: Instituto de Física - UFRGS, 1999. p. 45–57.
- OLIVEIRA, Tobias Espinosa De; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. Sala de aula invertida (flipped classroom): Inovando as aulas de Física. **Física na Escola**, v. 14, n. 2, p. 4–13, 2016.
- OSTERMANN, Fernanda; CAVALCANTI, C. J. de H. **Teorias de Aprendizagem**. 1. ed. Porto Alegre: Evangraf, 2011.

PIETROCOLA, M. **Física em contextos: pessoal, social e histórico: eletricidade e magnetismo, ondas eletromagnéticas, radiação e matéria: volume 3.** 1. ed. São Paulo: FTD, 2011.

WIEMAN, Carl; PERKINS, Kathy. **PhET - Simulações Interativas em Ciências e Matemática.** 2002. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/>. Acesso em: 27 nov. 2018.

8. BIBLIOGRAFIA

American Experience: Tesla. Direção: GRUBIN, David. Estados Unidos: Public Broadcasting Service, 2016.

AVENTURAS NA HISTÓRIA. **Tesla vs Edison: a guerra das correntes.** Disponível em: <<https://aventurasnahistoria.uol.com.br/noticias/reportagem/tesla-vs-edison-a-guerra-das-correntes.phtml>>. Acesso em: 01 dez. 2018.

CANAL CIÊNCIAS CRIMINAIS. **A guerra das correntes e a criação da cadeira elétrica.** Disponível em: <<https://canalcienciascriminais.com.br/a-guerra-das-correntes-e-a-criacao-da-cadeira-eletrica/>>. Acesso em: 01 dez. 2018.

COMUNITEXTO. **A lei de Lenz e a sua importância na conservação de energia.** Disponível em: <<https://www.ofitexto.com.br/comunitexto/lei-de-lenz-e-sua-importancia/>>. Acesso em: 01 dez. 2018.

DORNELES, Pedro Fernando Teixeira. **Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de Eletromagnetismo em Física Geral.** 2010. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, 2010.

ENEM ESTUDA. **Questões magnetismo física.** Disponível em: <<https://enem.estuda.com/questoes/?cat=10&subcat=2642>>. Acesso em: 01 dez. 2018.

INSTITUTO DE FÍSICA UFRGS. **Leis de Faraday e Lenz.** Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/tex/fis142/mod10/m_s02.html>. Acesso em: 01 dez. 2018.

KHAN ACADEMY. **Força magnética sobre uma carga.** Disponível em: <<https://pt.khanacademy.org/science/physics/magnetic-forces-and-magnetic-fields/magnets-magnetic/v/magnetism-2>>. Acesso em: 01 dez. 2018.

KHAN ACADEMY. **O que é a força magnética?.** Disponível em: <<https://pt.khanacademy.org/science/physics/magnetic-forces-and-magnetic-fields/magnets-magnetic/a/what-is-magnetic-force>>. Acesso em: 01 dez. 2018.

LIVE SCIENCE. **Earth's magnetic field is a ruthless, solar-wind-shredding machine.** Disponível em: <<https://www.livescience.com/62734-bow-shock-thwarts-solar-wind.html>>. Acesso em: 01 dez. 2018.

UOL EDUCAÇÃO. **Ampère, Biot, Savart e Gauss: outras leis do eletromagnetismo.** Disponível em: <<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/fisica/ampere-biot-savart-e-gauss-outras-leis-do-eletromagnetismo.htm>>. Acesso em: 01 dez. 2018.

Apêndice A

Nesta seção estão disponibilizados os materiais produzidos e entregues aos alunos durante o período de observação e regência, cada um destes em seu momento adequado.

Questionário aplicado anteriormente ao início da regência.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE FÍSICA

LICENCIATURA EM FÍSICA

ESTÁGIO DE DOCÊNCIA EM FÍSICA

Professor Orientador: Ives Solano Araujo

Professor Estagiário: Felipe Santos Percheron

Questionário sobre atitudes em relação à Física

Se você se sentir à vontade, preencha:

Nome:

Idade:

Qual sua disciplina favorita? Qual você menos gosta? Por quê?

O que você acha da disciplina de Física? Comente sua resposta.

Complete a frase: “Gostaria mais de Física se...”

O que é mais interessante nas aulas de Física? E o que é menos?

Que tipo de assunto você gostaria que fosse trabalhado nas aulas de Física?

Você acredita que consegue acompanhar o raciocínio do seu professor nas aulas de Física? Por quê?

Independentemente da sua resposta anterior, você acredita que consegue aprender Física? Comente.

Você vê utilidade em aprender Física? Comente.

Quais dificuldades você enfrenta ao estudar Física?

Você trabalha? Se sim, em quê?

Qual profissão você pretende seguir?

Você quer fazer um curso superior? Qual? Em qual instituição?

Lista de exercícios distribuída aos alunos na primeira aula como regente.UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
COLÉGIO DE APLICAÇÃO**Departamento:** Ciências Exatas e da Natureza**Área do conhecimento:** Física

Professor Felipe Percheron

Turma 301

Roteiro de estudos e lista de exercícios

Atenção: lembre-se que você deve entregar a resolução dos exercícios desta lista no dia da última atividade avaliativa desta unidade didática. Portanto, você deve argumentar o porquê de sua resposta estar correta, NÃO APENAS ASSINALANDO a alternativa que julgue ser correta. **JUSTIFIQUE TODAS AS RESPOSTAS QUE DER.**

- 1) Diferencie cargas elétricas e polos magnéticos.
- 2) Saiba explicar os fenômenos físicos para ser possível utilizar bússolas.
- 3) Explique o motivo de **B** ser uma grandeza vetorial.
- 4) (UFSM-RS - adaptada) Considere as seguintes afirmações:
 - i) Convencionou-se que o polo norte de um ímã é aquela extremidade que, quando o ímã pode girar livremente, aponta para o norte geográfico da Terra.
 - ii) Quando se quebra um ímã ao meio, temos dois novos ímãs, cada um com um polo magnético apenas.
 - iii) Polos de mesmo nome se atraem, e de nomes diferentes se repelem.

Está(ão) correta(s):

- a) Apenas ii e iii
 - b) Apenas i
 - c) i, ii e iii
 - d) Apenas i e iii
- 5) No início do período das grandes navegações europeias, as tempestades eram muito temidas. Além da fragilidade dos navios, corria-se o risco de ter a bússola danificada no meio do oceano. Sobre esse fato, é correto afirmar que:
- a) A agitação do mar poderia danificar permanentemente a bússola
 - b) A bússola, assim como os metais, atraía raios que a danificavam
 - c) A influência magnética produzida pelo raio poderia desmagnetizar a bússola

- d) O aquecimento do ar produzido pelos raios desmagnetizava a bússola
- 6) Saiba diferenciar linhas de campo de linhas de força.
- 7) Conheça e saiba descrever os fenômenos físicos elétricos e magnéticos do experimento de Oersted.

8) (ENEM) O manual de funcionamento de um captador de guitarra elétrica apresenta o seguinte texto:

“Esse captador comum consiste de uma bobina, fios condutores enrolados em torno de um ímã permanente. O campo magnético do ímã induz o ordenamento dos polos magnéticos na corda da guitarra, que está próxima a ele. Assim, quando a corda é tocada, as oscilações produzem variações, com o mesmo padrão, no fluxo magnético que atravessa a bobina. Isso induz uma corrente elétrica na bobina, que é transmitida até o amplificador e, daí, para o alto-falante”.

Um guitarrista trocou as cordas originais de sua guitarra, que eram feitas de aço, por outras feitas de náilon. Com o uso dessas cordas, o amplificador ligado ao instrumento não emitia mais som, porque a corda de náilon:

- a) isola a passagem de corrente elétrica da bobina para o alto-falante.
- b) varia seu comprimento mais intensamente do que ocorre com o aço.
- c) apresenta uma magnetização desprezível sob a ação do ímã permanente.
- d) induz correntes elétricas na bobina mais intensas que a capacidade do captador.
- e) oscila com uma frequência menor do que a que pode ser percebida pelo captador.

9) Por que, com os recursos adequados, conseguimos acender uma lâmpada?

10) Qual a utilidade da corrente alternada para alguns dos fenômenos que observamos? E para o cotidiano?

11) "Trem magnético japonês bate seu próprio recorde de velocidade (da Agência Lusa) - Um trem japonês que levita magneticamente, conhecido por *Maglev*, bateu hoje o seu próprio recorde de velocidade ao atingir 560 km/h durante um teste de via. O comboio de cinco vagões MLX01, cujo recorde anterior de 552 km/h fora alcançado em abril de 1999 com 13 pessoas a bordo, alcançou sua nova marca sem levar passageiros. O trem japonês fica ligeiramente suspenso da via pela ação de magnetos, o que elimina a redução da velocidade causada pelo atrito com os trilhos". (Disponível em <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia>> Acesso em: 28 set. 2018).

É possível deixar suspenso um corpo condutor criando uma força magnética contrária à força gravitacional que atua sobre ele. Para isso, o corpo deve estar imerso em um campo magnético e por ele deve passar uma corrente elétrica. Considerando um fio condutor retilíneo como uma linha horizontal nesta folha de papel que você lê, que deve ser considerada como estando posicionada com seu plano

paralelo à superfície terrestre e à frente do leitor. Quais devem ser as orientações do campo magnético e da corrente elétrica, de modo que a força magnética resultante esteja na mesma direção e no sentido contrário à força gravitacional que atua sobre o fio? Ignore as ligações do fio com a fonte de corrente elétrica.

- a) A corrente deve apontar para esquerda ao longo do fio, e o campo magnético deve estar perpendicular ao fio, apontando para o leitor
- b) A corrente deve apontar para a esquerda ao longo do fio, e o campo magnético deve estar paralelo ao fio, apontando para a direita.
- c) A corrente deve apontar para a direita ao longo do fio, e o campo magnético deve estar perpendicular ao fio, apontando para fora do plano da folha.
- d) A corrente deve apontar para a direita ao longo do fio, e o campo magnético deve estar paralelo ao fio, apontando para a direita.
- e) A corrente deve apontar para a esquerda ao longo do fio, e o campo magnético deve estar perpendicular ao fio, apontando para dentro do plano da folha.

12) (ENEM - adaptada) As cercas elétricas instaladas nas zonas urbanas são dispositivos de segurança planejados para inibir roubos e devem ser projetadas para, no máximo, assustar as pessoas que toquem a fiação que delimita os domínios de uma propriedade. A legislação vigente que trata sobre as cercas elétricas determina que a unidade de controle deverá ser constituída, no mínimo, de um aparelho energizador de cercas que apresente um transformador e um capacitor. Ela também menciona que o tipo de corrente elétrica deve ser pulsante.

Considere que o transformador supracitado seja constituído basicamente por um enrolamento primário e outro secundário, e que este último está ligado indiretamente à fiação. A função do transformador em uma cerca elétrica é

- a) Reduzir a intensidade de corrente elétrica associada ao secundário
- b) Proporcionar perdas de energia do primário ao secundário
- c) Provocar grande perda de potência elétrica no secundário
- d) Aumentar a potência associada ao secundário

13) (ENEM - adaptada) Os dínamos são geradores de energia elétrica utilizados em bicicletas para acender uma pequena lâmpada. Para isso, é necessário que uma parte móvel esteja em contato com o pneu da bicicleta e, quando ela entra em movimento, é gerada energia elétrica para acender a

lâmpada. Dentro desse gerador, encontram-se um ímã e uma bobina. O princípio de funcionamento desse equipamento é explicado pelo fato de que a

- a) corrente elétrica no circuito fechado gera um campo magnético nessa região
- b) bobina imersa no campo magnético em circuito fechado gera uma corrente elétrica
- c) bobina em atrito com o campo magnético no circuito fechado gera uma corrente elétrica
- d) corrente elétrica é gerada em circuito fechado por causa da presença do campo magnético
- e) corrente elétrica é gerada em circuito fechado quando há variação do campo magnético.

14) Saiba explicar o funcionamento e os fenômenos físicos dos transformadores elétricos.

15) O fenômeno da indução eletromagnética permite explicar o funcionamento de diversos aparelhos, entre eles o transformador, o qual é um equipamento elétrico que surgiu no início do século 19, como resultado da união entre o trabalho de cientistas e engenheiros, sendo hoje um componente essencial na tecnologia elétrica e eletrônica.

Utilizado quando se tem a necessidade de aumentar ou diminuir a tensão elétrica, o transformador é constituído por um núcleo de ferro e duas bobinas, conforme ilustra a figura a seguir. Uma das bobinas (chamada de primário) tem N_1 espiras e sobre ela é aplicada a tensão U_1 , enquanto que a outra (chamada de secundário) tem N_2 espiras e fornece a tensão U_2 . Sobre o transformador, é correto afirmar:

- a) É utilizado para modificar a tensão tanto em sistemas de corrente contínua quanto nos de corrente alternada.
- b) Só aparece a tensão U_2 quando o fluxo do campo magnético produzido pelo primário for constante.
- c) Num transformador ideal, a potência fornecida ao primário é diferente da potência fornecida pelo secundário.
- d) Quando o número de espiras N_1 é menor que N_2 , a corrente no secundário é maior que a corrente no primário.
- e) Quando o número de espiras N_1 é menor que N_2 , a tensão U_2 será maior que a tensão aplicada U_1 .

Gabarito da lista de exercícios.

- 1) Cargas elétricas geram campos elétricos, que existem e são gerados isoladamente, por cargas positivas ou negativas, ou com combinações destas; polos magnéticos geram campos magnéticos,

que só são possíveis pois os polos aparecem aos pares, como norte e sul, nunca isolados. Isto se deve ao fato de, até hoje, nunca terem sido observados monopolos magnéticos.

2) A agulha da bússola é um ímã e orienta-se com o campo magnético terrestre, apontando para o norte geográfico, logo, este sendo, um polo sul magnético; e o sul geográfico, sendo um norte magnético.

3) Ao invertermos o sentido dos polos de um ímã, observamos que a orientação de uma bússola próxima a este também é invertida, indicando que existem direções e sentidos.

4) Item B.

5) Item C.

6) As linhas de força são uma representação qualitativa dos campos de interação. Por elas, podemos obter a orientação da força que agiria sobre um corpo colocado na região; principalmente a campos gravitacionais e elétricos. As linhas de campo também são representações qualitativas dos campos, mas essas representações não são equivalentes. Por exemplo, em um campo magnético, a força que age sobre uma partícula eletrizada não tem a direção da linha de campo.

7) Observamos, durante as aulas, que corrente elétrica é capaz de induzir um campo magnético, que surge instantaneamente ao fecharmos um circuito com uma pilha e um fio, por exemplo, e cessa instantaneamente ao abrirmos este mesmo circuito. Isto está relacionado na lei de Ampère. As linhas de campo magnético estão sempre ortogonais à direção de circulação da corrente. Vimos também que, se invertermos os polos da bateria que fornece a ddp, é possível inverter o sentido do campo magnético.

8) C; o náilon é um dos materiais que não apresenta “ímãs permanentes” consideráveis em sua estrutura, sendo impossível magnetizá-lo e obter som, para este caso.

9) Porque podemos induzir corrente elétrica a partir de um campo magnético variável, como está descrito na lei de Faraday. Em um circuito em que dispúnhamos de bobinas condutoras, fios condutores, uma lâmpada e uma fonte de campo magnético, um ímã por exemplo, podemos originar uma corrente elétrica que circule pela lâmpada e a acenda.

10) A corrente alternada é a forma mais eficaz de transmissão de energia elétrica por longas distâncias, pois ela apresenta facilidade para ter o valor da sua tensão alterado por aparelhos denominados transformadores. No caso das nossas aulas, se não utilizássemos corrente alternada, não seria possível induzir um campo magnético variável nas bobinas, e, por consequência, não poderíamos utilizar os transformadores.

11) E.

12) A.

13) E.

- 14) São instrumentos para redução/aumento de diferença de potencial/força eletromotriz entre partes distintas de circuitos elétricos. Isso é possível por conta do fenômeno de indução eletromagnética, que ocorre porque as espiras, enrolamentos, de um dos elementos do transformador é percorrido por corrente elétrica alternada, induzindo um campo magnético, que orienta os domínios magnéticos de um material ferromagnético, intensificando e “transferindo” o campo para o outro enrolamento. Assim, corrente elétrica é induzida via campo magnético neste outro enrolamento.
- 15) E.

Questões “Desafio” entregues na aula 5.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
COLÉGIO DE APLICAÇÃO

Departamento: Ciências Exatas e da Natureza

Área do conhecimento: Física

Prof. Felipe Percheron

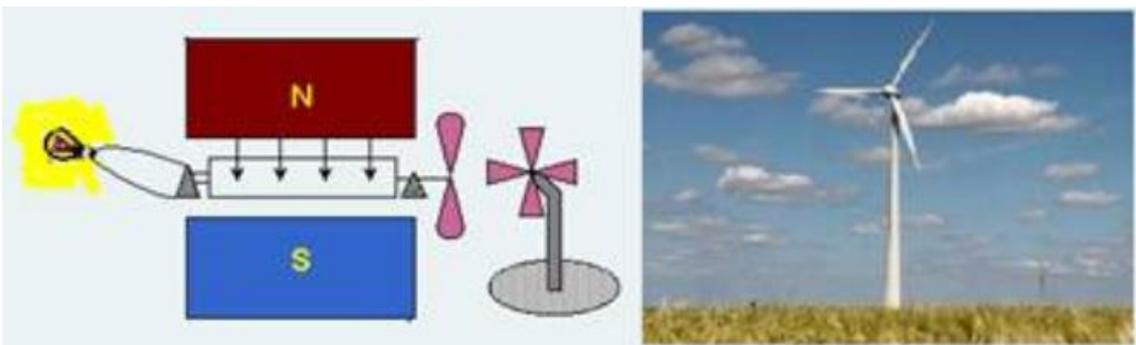
Turma 301Nomes:

Data: 05/11/2018

Desafios

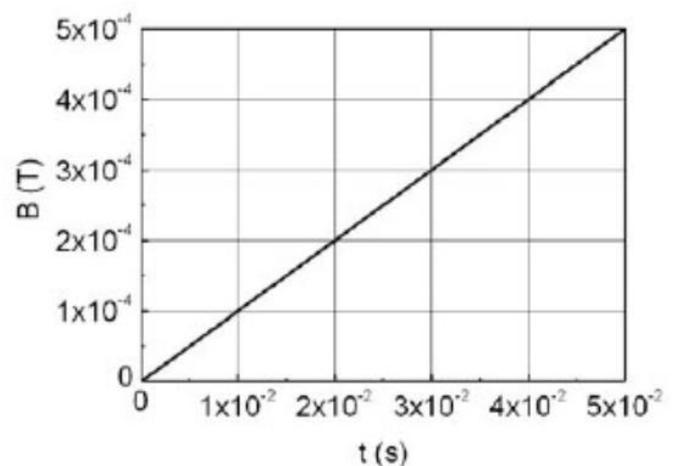
Instrução: Respondam as questões da forma mais completa possível, sempre *justificando* suas afirmações com argumentos físicos e, quando necessário, cálculos. **A avaliação não se dará apenas por respostas corretas, será levada em conta a qualidade dos argumentos apresentados nas respostas.**

Questão 1: (UFSC) A energia eólica pode ser uma excelente opção para compor a matriz energética de uma nação como o Brasil. Um estudante construiu um modelo de gerador elétrico “eólico” colocando um ventilador na frente de pás conectadas a uma espira com $1,0 \times 10^{-3} m^2$ de área, que está em um campo magnético constante de $2,0 \times 10^{-2} T$. O modelo do gerador está representado pelo esquema a seguir. Baseando-se nisso, assinale com verdadeiro ou falso cada uma sentenças abaixo.



- I. () Com o ventilador ligado e a espira girando, a lâmpada brilha, e a corrente elétrica gerada é alternada.
- II. () Mesmo sem vento e com a espira parada teremos uma força eletromotriz induzida, pois um campo constante sempre gera uma força eletromotriz sobre uma espira.
- III. () O módulo do fluxo magnético na espira varia entre $-2,0 \times 10^{-5} T \cdot m^2$ e $2,0 \times 10^{-5} T \cdot m^2$, valores mínimo e máximo, respectivamente.

Questão 2: (UNICAMP) O princípio de funcionamento dos detectores de metais utilizados em verificações de segurança é baseado na lei de indução de Faraday. Se um pedaço de metal for colocado nas proximidades da espira, o valor do campo magnético será alterado, modificando a corrente elétrica na espira. Essa variação pode ser detectada e usada para reconhecer a presença de um corpo metálico nas suas vizinhanças.



- a) Considere que o campo magnético B atravessa perpendicularmente a espira e varia no tempo segundo gráfico representado na figura. Se a espira tem raio de 2 cm, qual é a força eletromotriz induzida?
- b) A espira é constituída por um fio de cobre, cujo raio equivale 1 mm e resistividade equivalente a $\rho = 2,0 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$. Qual é a corrente na espira?

Gabarito das questões “Desafio”.

- 1) V. Quando a espira gira, o fluxo magnético através dela sofre variação e surge uma força eletromotriz induzida que gera uma corrente elétrica induzida;
- F. Com a espira parada não ocorre variação de fluxo magnético.
- V. $\phi = B \cdot A \cdot \cos \theta$; ocorre um máximo quando o valor de $\cos \theta$ tiver o maior valor possível, isto é, quando $\theta = 0^\circ$. Logo: $\phi = B \cdot A \cdot (+1) = 2,0 \times 10^{-5} Wb$. Para ocorrer um mínimo, devemos ter o menor valor possível para $\cos \theta$, isto é, quando $\theta = 180^\circ$. Logo: $\phi = B \cdot A \cdot (-1) = -2,0 \times 10^{-5} Wb$.

2) a. $\phi_1 = B_1 \cdot A \cdot \cos \theta = 5 \times 10^{-4} T \times 1,26 \times 10^{-3} m^2 \times 1 = 6,3 \times 10^{-7} Wb$ e $\phi_2 = B_2 \cdot A \cdot \cos \theta = 4 \times 10^{-4} T \times 1,26 \times 10^{-3} m^2 \times 1 = 5,0 \times 10^{-7} Wb$; $\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1$;

$$\varepsilon = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{-1,3 \times 10^{-7} Wb}{1,0 \times 10^{-2} s} \rightarrow \varepsilon = -1,3 \times 10^{-5} V$$

b. $R = \rho \frac{l}{A}$; $A = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot (1,0 \times 10^{-3})^2 m^2 \rightarrow A = \pi \times 10^{-6} m^2$

$l = 2\pi \cdot r' = 2\pi \cdot (2,0 \times 10^{-2}) \rightarrow l = 4\pi \times 10^{-2} m$; $R = 2,0 \times 10^{-8} \Omega \cdot m \frac{4\pi \times 10^{-2} m}{\pi \times 10^{-6} m^2} \rightarrow R = 8,0 \times$

$10^{-4} \Omega$; $|\varepsilon| = V = R \cdot i \rightarrow i = \frac{|\varepsilon|}{R} = \frac{-1,3 \times 10^{-5} V}{8,0 \times 10^{-4} \Omega} \rightarrow i = 15 mA$

Prova distribuída aos alunos na última aula de regência.

As questões 1, 4 e 7 foram elaboradas pelo professor titular, e revisitam conteúdos já vistos aos longo do ano letivo.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

COLÉGIO DE APLICAÇÃO

Atividade Avaliativa



Departamento: Ciências Exatas e da Natureza

Área do conhecimento: Física

Prof. Felipe Percheron

Turma 301

Nome:

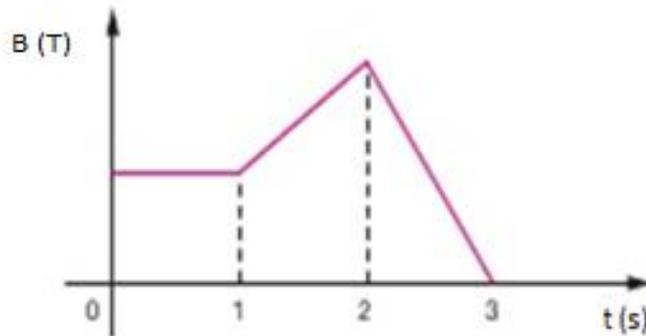
Data: 21/11/2018

Instrução: As questões abaixo versam sobre os conceitos e problemas estudados nas aulas anteriores, e ao longo de todo o ano. Respondam-nas da forma mais completa possível, sempre *justificando* suas afirmações com argumentos físicos e, quando necessário, cálculos. **A avaliação não se dará apenas por respostas corretas, será levada em conta a qualidade dos argumentos apresentados nas respostas.** Escreva cálculos, respostas e justificativas em uma folha anexa, identificando a questão à qual a justificativa ou resposta elaborada se refere. Esta avaliação é *individual e sem consulta a nenhum tipo de material.*

- 1) Duas pequenas esferas idênticas A e B têm cargas, respectivamente, $Q_A = -18 \times 10^{-9} \text{ C}$ e $Q_B = 50 \times 10^{-9} \text{ C}$. As duas são colocadas em contato e após atingido o equilíbrio eletrostático são separadas, quantos elétrons foram transferidos de uma esfera para outra?
- 2) Sobre cada um dos seguintes tópicos, aponte se a frase está correta ou se há equívocos – caso haja, aponte quais são. Em ambos os casos, justifique sua resposta com os conceitos físicos que foram apresentados e discutidos ao longo das aulas.

- a) A diferença de potencial nos terminais do enrolamento secundário de um transformador é sempre menor que a diferença de potencial nos terminais do primário.
- b) Um dos fundamentos para uso de transformadores em redes elétricas reside no fato dos fios condutores apresentarem resistividade à passagem de corrente.
- c) Inserir um material ferromagnético no interior do enrolamento de uma bobina em que circula corrente elétrica atrapalha a geração de campo magnético induzido, porque diminui a permeabilidade magnética do meio.

- 3) Uma espira condutora em formato circular está imersa em um campo magnético. O gráfico representa um campo magnético através da espira em função do tempo. O intervalo de tempo em que aparece na espira uma corrente elétrica induzida é:



- a) 0 a 1 s, somente
- b) 0 a 3 s
- c) 1 s a 2 s, somente
- d) 1 s a 3 s, somente
- e) 2 s a 3 s, somente

- 4) Em um ponto do espaço existe um campo elétrico $E = 5,0 \times 10^4 \text{ N/C}$, horizontal, para a direita. Colocando-se uma carga q nesse ponto, verifica-se que ela tende a se mover para a direita, sujeita a uma força elétrica de módulo $F = 0,20 \text{ N}$.

- a) Qual é o sinal da carga q ?
- b) Determine, em μC , o valor de q .

- 5) Assinale com V para verdadeiro e F para falso as seguintes sentenças, a respeito de fenômenos eletromagnéticos.

- () É possível isolar os polos de um ímã.
- () Imantar um corpo é fornecer elétrons a um de seus polos e prótons ao outro.
- () Ao redor de qualquer carga elétrica, existe um campo elétrico e um campo magnético.
- () Cargas elétricas em movimento geram um campo magnético.

- 6) Para “escoar” a energia elétrica produzida em suas turbinas, a hidrelétrica de Itaipu eleva a tensão de saída para aproximadamente 500.000 V. Em sua residência, as tomadas apresentam uma tensão aproximada de 127 V e/ou 220 V. O equipamento que realiza essa tarefa de elevar e baixar a tensão é o transformador. Neste contexto, é correto afirmar que:

- a) o princípio de funcionamento de um transformador exige que a tensão/corrente seja contínua.
- b) o princípio de funcionamento de um transformador exige que a tensão/corrente seja alternada.
- c) o transformador irá funcionar tanto em uma rede com tensão/corrente alternada quanto em uma com tensão/corrente contínua.
- d) o transformador irá funcionar quando, no enrolamento primário, houver uma tensão/corrente contínua e, no secundário, uma alternada.
- 7) Para que um próton consiga penetrar no núcleo de um átomo de ouro, ele deverá ter uma energia cinética mínima próxima de $E_c = 8 \times 10^{-12}$ J. Essa energia cinética é fornecida ao próton por dispositivos conhecidos como aceleradores de partículas, que aplicam a ele uma diferença de potencial V_{AB} . Determine o valor de V_{AB} .
- 8) Trezentos milhões de elétrons passam por milissegundo por um condutor, formado por um fio retilíneo bastante longo, que se encontra no vácuo. Determine a intensidade do campo magnético gerado por esses elétrons a uma distância de 10^{-3} mm (Considere que $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$, e $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} Tm/A$).
- 9) Materiais com propriedades magnéticas especiais têm papel muito importante na tecnologia moderna. Entre inúmeras aplicações, podemos mencionar a gravação e a leitura magnéticas, usadas em fitas magnéticas e discos de computadores. A ideia básica na qual se fundamenta a leitura magnética é a seguinte: variações nas intensidades de campos _____, produzidos pela fita ou pelo disco em movimento, induzem _____ em uma bobina existente no cabeçote de leitura, dando origem a sinais que são depois amplificados.
- a) Magnéticos; magnetização
- b) Magnéticos; correntes elétricas
- c) Elétricos; magnetização
- d) Elétricos; cargas elétricas
- 10) Num laboratório de biofísica um pesquisador realiza uma experiência com “*bactérias magnéticas*”, ou seja, bactérias que possuem pequenos ímãs em seu interior; com auxílio desses ímãs, essas bactérias se orientam para atingir o fundo dos lagos, onde há maior quantidade de alimento. Dessa forma, devido ao campo magnético terrestre e à localização desses lagos, há regiões em que um tipo de bactéria se alimenta melhor e, por isso, pode predominar sobre outro. Esse pesquisador, então, obteve amostras de três lagos de diferentes regiões da Terra, contendo essas bactérias.
- Na amostra A predominam as bactérias que se orientam para o polo norte magnético, na amostra B predominam as bactérias que se orientam para o polo sul magnético, e na amostra C há quantidades iguais de ambos os grupos.
- i) Com essas informações, preencha o quadro a seguir, relacionando a amostra de cada grupo de bactérias à localização dos lagos de onde vieram.

Lagos próximos ao polo norte geográfico	
Lagos próximos ao Equador	

Lagos próximos ao polo sul geográfico	
---------------------------------------	--

- ii) Baseando-se na configuração do campo magnético terrestre, justifique as associações que você fez.

Formulário

$$\begin{array}{lllll}
 i = \frac{\Delta q}{\Delta t} & q = n \cdot e & R = \rho \cdot \frac{l}{A} & V = R \cdot i & |\vec{F}| = i \cdot l \cdot B \cdot \sin\theta \\
 B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2\pi \cdot r} & \phi = \vec{B} \cdot \vec{A} = B \cdot A \cdot \cos\theta & \varepsilon = -N \cdot \frac{\Delta\phi}{\Delta t} & & \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} \\
 & |\vec{E}| = \frac{F}{q} & E = q \cdot V & &
 \end{array}$$

Gabarito da prova.

- 1) $n = 2,125 \times 10^{11}$ elétrons.
 - 2) a. Não necessariamente. Esta relação se dá pela proporção entre o número de enrolamentos entre o primário e o secundário. Portanto, há casos em que ocorre a elevação da diferença de potencial elétrico.
 - b. Sim; como, na realidade, os fios da rede elétrica não são ideais, até que energia elétrica seja transmitida das usinas às residências, ocorrem diversas perdas no cainho, sendo necessário “reforçar” o sinal.
 - c. É o contrário. Um material deste tipo favorece a geração de campo magnético induzido, intensificando o módulo de mesmo.
 - 3) item D. Da lei de Faraday-Lenz, concluímos que somente um campo magnético variável (fluxo magnético variável) gera corrente elétrica induzida. De zero a um segundo, temos um valor constante para \mathbf{B} , o que não induz corrente elétrica. De um a três segundos, a intensidade do campo varia e, com isso, ocorre indução.
 - 4) a. Sinal Positivo.
 - b. $q = 4,0 \mu C$
 - 5) F; até o momento, não foram observados monopolos magnéticos.
- F; esse processo é conhecido como eletrização. Magnetizar materiais consiste em orientar os ímãs fundamentais na estrutura destes, em uma certa ordem, o que configura os polos norte e sul.
- F; não exatamente. Cargas elétricas geram, sim, campos elétricos, mas só quando em movimento cargas elétricas geram campo magnético.

V; nos experimentos que estudamos, percebemos que corrente elétrica gerava campo magnético, cujos fenômenos envolvidos constituem a lei de Ampère para o magnetismo.

6) item B. Para que ocorra o fenômeno de indução eletromagnética é necessário, para o caso do transformador, que haja corrente alternada em um dos enrolamentos; só assim é possível que através do outro enrolamento haja um campo magnético induzido variável, e, por consequência, uma corrente elétrica induzida.

$$7) V_{AB} = 5,0 \times 10^7 V$$

$$8) q = n \cdot e = 300 \times 10^6 \times 1,6 \times 10^{-19} C = 4,8 \times 10^{-11} C \rightarrow i = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{4,8 \times 10^{-11} C}{1,0 \times 10^{-3} s} = 4,8 \times 10^{-8} A$$

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2\pi \cdot r} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \times 4,8 \times 10^{-8}}{2\pi \cdot 10^{-3} \times 10^{-3}} T \rightarrow B = 9,6 \times 10^{-9} T$$

9) item B. Pela lei de Faraday, a fita magnética, cuja movimentação ocorre para leitura, induzirá uma corrente elétrica, que ao percorrer o restante do circuito, passando pelos componentes, será interpretada e traduzida como um sinal.

10) i. Amostra B; Amostra C; Amostra A

ii. Nos lagos no norte geográfico, terá mais bactérias da amostra B, pois este é o sul magnético; nos lagos do sul geográfico, terá mais bactérias da amostra A, pois este é o norte geográfico; próximo ao equador, podem coexistir, portanto, a amostra C é oriunda desta região.

Apêndice B

Cronograma de estágio.

Aula	Data	Conteúdo(s) a serem trabalhado(s)	Objetivos de ensino	Estratégias de Ensino
1	01/10/18	Apresentação dos aspectos da Unidade Didática (1 hora-aula) Contextualização sobre princípios fundamentais do magnetismo, necessidade e aplicabilidade (1 hora-aula) Magnetismo	<ul style="list-style-type: none"> Mostrar aos alunos que se deu importância às respostas do questionário, ao que foi observado e em hipotéticas conversas com estes Apresentar as propostas para transpor barreiras relacionadas à disciplina de Física, encontradas no mapeamento com o questionário Listar os conceitos mais importantes que serão apreendidos, e exemplificar com situações que serão discutidas Explicitar os processos avaliativos Demonstrar a aplicabilidade e 	<ul style="list-style-type: none"> Exposição dialogada. Experimentos com ímãs Resolução de questões conceituais, com uso da metodologia ativa <i>Peer Instruction</i>

			<p>importância dos transformadores para a sociedade moderna</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diferenciar polos magnéticos de cargas elétricas • Salientar a não observação de monopolos magnéticos • Classificar materiais em ferromagnéticos e não ferromagnéticos 	
2	08/10/18	Campo Magnético	<ul style="list-style-type: none"> • Conceituar o termo “campo” • Demonstrar as linhas de campo magnético • Esclarecer o alcance do campo magnético • Caracterizar campos de interação • Apresentar o campo magnético terrestre • Propor uso de simulação livre • Utilizar experimentos em sala de aula • Construir o conceito de fluxo • Apresentar e discutir o conceito de força magnética 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição dialogada • Experimentos com ímãs e bússolas • Resolução de questões conceituais, com uso da metodologia ativa <i>Peer Instruction</i>
3	15/10/18	Campo Magnético e Força Magnética	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar os conceitos vistos até o momento • Reforçar, com demonstrações em simulação, o conceito das linhas de campo magnético • Esclarecer o alcance do campo magnético • Apresentar o campo magnético terrestre, juntamente às linhas de indução • Realizar experimentos simples com bússolas, bem como explorar o funcionamento destas • Comentar sobre as auroras boreal e austral • Propor uso de simulação livre para experimentação extraclasse • Construir o conceito de fluxo • Abordar o conceito de força magnética. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição dialogada • Experimentação com bússolas • Apresentação de um vídeo • Utilização de simulações • Resolução de questões conceituais, com uso da metodologia ativa <i>Peer Instruction</i>
4	29/10/18	Indução eletromagnética – parte I	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar, via resolução de algumas questões da lista de exercícios, o conteúdo que fora trabalhado até aqui • Questionar sobre como detectar corrente elétrica em um fio condutor • Motivar a aula com o experimento de Oersted e destacar os principais efeitos • Reforçar a natureza vetorial do campo magnético • Conceituar a lei de Ampère para o magnetismo • Apresentar exemplos: campo magnético em um fio condutor, em uma espira e em um solenoide 	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação de um vídeo • Reprodução experimental do vídeo • Resolução de dúvidas e questões da lista e questões conceituais com o <i>Peer Instruction</i>
5	05/11/18	Indução eletromagnética		<ul style="list-style-type: none"> • Revisão do que foi

		– parte II	<ul style="list-style-type: none"> • Questionar sobre a possibilidade de gerar energia elétrica via campo magnético • Apresentar breve apanhado histórico sobre estudos de Faraday • Utilizar simulações computacionais e atividades experimentais para demonstrar a lei de Faraday-Lenz e reforçar os conceitos principais • Destacar o significado físico da lei de Lenz • Estruturar o conceito de corrente alternada 	<p>trabalhado</p> <ul style="list-style-type: none"> • Exposição dialogada • Simulação computacional integrada à atividade experimental • Resolução de exercícios em pequenos grupos
6	19/11/18	Funcionamento e funcionalidade de um transformador e Revisão e resolução de dúvidas e exercícios	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar os conceitos que visto até aqui • Contextualização com a história da Guerra das Correntes • Mostrar vídeos de operação de transformadores elétricos • Comparar valores de tensão elétrica produzida em usinas e os valores recebidos nas residências • Demonstrar experimentalmente a produção de diferença de potencial elétrico e corrente elétrica por indução • Investir tempo para resolução dos exercícios da lista, como preparação para a avaliação • Orientar a solução das questões, fomentando a interação entre os alunos • Dedicar atenção às dúvidas comuns e buscar, com os alunos, resolvê-las • Orientar as atividades em grupos • Destacar os aspectos principais das questões com maiores dúvidas e permitir que os alunos prossigam com soluções, em colaboração 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição dialogada • Atividades experimentais • Uso de simulações • Apresentação de vídeos • Resolução de exercícios em pequenos grupos
7	21/11/18	Avaliação	<ul style="list-style-type: none"> • Alertar sobre o caráter individual da atividade avaliativa • Aplicar prova elaborada • Recolher a prova 	<ul style="list-style-type: none"> • Distribuição de folhas com a prova e para resolução das questões • Monitoramento da atividade dos alunos durante o período de execução da atividade avaliativa