

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE FÍSICA

ENSINO DE ELETROMAGNETISMO SOB A PERSPECTIVA AUSUBELIANA UTILIZANDO  
MÉTODOS ATIVOS DE APRENDIZAGEM: UMA EXPERIÊNCIA COM *PEER INSTRUCTION*,  
P. O. E. E MODELAGEM CIENTÍFICA NO COLÉGIO DE APLICAÇÃO DA UFRGS

Guilherme Rodrigues Weihmann

Porto Alegre  
2018

Guilherme Rodrigues Weihmann

ENSINO DE ELETROMAGNETISMO SOB A PERSPECTIVA AUSUBELIANA UTILIZANDO  
MÉTODOS ATIVOS DE APRENDIZAGEM: UMA EXPERIÊNCIA COM *PEER INSTRUCTION*,  
P. O. E. E MODELAGEM CIENTÍFICA NO COLÉGIO DE APLICAÇÃO DA UFRGS

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.

Orientador: Prof. Dr. **Ives Solano Araujo**

Porto Alegre

2018

*Você nunca alcança o sucesso verdadeiro a menos que você goste do que está fazendo.*

Dale Carnegie

## Agradecimentos

A minha formação tanto acadêmica quanto pessoal em muito teve a influência de amigos e familiares, porém, sempre há aquelas pessoas que merecem o destaque na prateleira, e é para essas pessoas que farei a devida e merecida homenagem. Deixo claro que todos os adjetivos utilizados são de inteira responsabilidade do autor desse Trabalho de Conclusão de Curso.

Primeiramente, sou eternamente grato aquele que me aconselhou nos momentos difíceis da minha trajetória no curso e coincidentemente também é o orientador desse trabalho, Professor Ives Solano Araujo. Tive a sorte de ter sido aluno desse cidadão fantástico na disciplina de Física Geral III, e desde então me espelho nele. O “*Sor Ives*” foi importantíssimo para a minha formação com seus conselhos e brincadeiras sarcásticas, sempre confiando em mim e conseqüentemente no meu trabalho. Muito obrigado por ser essa pessoa – já dita – fantástica e por me orientar para a vida.

Ao meu querido orientador e amigo, Professor Rafael Vasques Brandão, “*Mister Brand*” para os íntimos, agradeço por todas as oportunidades concedidas e pela confiança no meu trabalho. Se estou concluindo o curso hoje, muito devo aos conselhos e incentivos dados por esse exemplo de professor. Honestamente, não existem palavras para agradecer o que fizeste por mim. Muito obrigado, tu és o cara!

A primeira bolsa de iniciação científica a gente nunca esquece, muito menos a primeira orientação que tivemos. Agradeço à Professora Clevi Elena Rapkiewicz, do Colégio de Aplicação da UFRGS, pela oportunidade dada, pela confiança e pela amizade ao longo desses cinco anos que nos conhecemos. Cada conversa e trabalho executado agregou e muito à minha formação.

À Professora Eliane Veit, agradeço não só pelos valiosos ensinamentos passados nas três disciplinas em que fui aluno, mas também por ensinar-me a ter paciência e avaliar bem alguma coisa antes de emitir a opinião de momento, no impulso. Disse ela: “*Guilherme, contar até 3 é importante pois te permite pensar. Não peço para tu contar até 10, porque para ti isso é demais (risadas)*”. Muito obrigado professora.

Ao meu orientador e amigo, Professor Leonardo Heidemann, vulgo “*Leozito*”, obrigado pela ajuda e pelos conselhos agregados de valores. Sou imensamente grato por ter me apresentado o mundo da modelagem científica, o mundo da filosofia da ciência, e principalmente, o mundo do Ensino de Física. Mundo esse que pretendo continuar habitando por longos anos graças à convivência com pessoas como essa. Valeu professor.

Ao Professor Rafael Pezzi, agradeço pelas inúmeras reflexões sobre a Liberdade do Conhecimento e sobre o uso de Tecnologias Livres. Muito obrigado “*Pezzito*”.

Serei eternamente grato aos ensinamentos do Professor Claudio Schneider, para mim, o “*Rei da Termodinâmica*”. Obrigado pelas aulas divertidas e inteligentes. Agradeço também a compreensão e paciência para comigo durante a disciplina de Física Geral II.

Gratidão eterna ao Professor Luiz Gustavo Pereira pela dedicação e compreensão ao ministrar a disciplina de Mecânica Clássica I. Aprendi muito contigo. Agradeço também pelas brincadeiras feitas mutuamente. Muito obrigado professor.

Ao Professor Magno Machado, agradeço por sempre estar disponível para sanar dúvidas referentes à Física, por sempre estar disposto a ajudar, e por ser esse exemplo de profissional. Foi uma honra ter sido teu aluno. MUITÍSSIMO obrigado por tudo “*Ó, mestre do saber!*”.

Agradeço à Professora Fernanda Ostermann pelos debates sobre o Ensino de Física e a Educação propostos em suas disciplinas. Tais discussões contribuíram para minha formação profissional e pessoal. Também agradeço pelos conselhos dados visando ampliar meus horizontes.

Ao Professor Cláudio Cavalcanti, meu muito obrigado pela disponibilidade de sempre. As nossas conversas sobre Epistemologia e Teorias de Aprendizagem foram de muito valor para a realização desse trabalho e para minha formação. Gratidão.

Muito obrigado à Professora Neusa Massoni, que na sua disciplina de Epistemologia e História da Física, me ensinou o valor da História e Filosofia da Ciência. Foi fazendo o a monografia final da disciplina que percebi o quão importante é a pesquisa no Ensino de Física. Agradeço também por sempre estar disponível para sanar dúvidas de caráter filosófico.

Serei eternamente grato à Professora Magale Bruckmann, sem a sua compreensão e confiança, demoraria mais tempo para concluir o curso. No semestre que tive o prazer de ser seu aluno, aprendi muito no trato com os alunos, mas muito mais, como ser um profissional dedicado. Continues sempre assim “*Sora Magale*”, muitíssimo obrigado.

Agradeço ao Professor Jonder Morais, o qual tive o prazer de ser aluno durante um ano. Obrigado pela dedicação à ciência e tecnologia, pelos conselhos e pelo chá que tomamos durante uma crise existencial desse que vos escreve. Tais momentos fizeram com que a conclusão do curso se tornasse realidade. Obrigado acima de tudo, pela amizade.

Ao professor Luiz Carlos Bombassaro, agradeço por mostrar-me quão importante é a Filosofia, isto é, refletir sobre as coisas. Agradeço pelas conversas fora de sala de aula e pelas dicas de leitura. Obrigado.

Ao professor Vilson Villa, que durante suas aulas de probabilidade e estatística me encorajou a perguntar e concedeu inúmeras lições de vida, agradeço por cada uma delas.

Aos professores, Luis Carvalho e Ricardo Velloso, agradeço por me incentivarem a seguir essa carreira fantástica e por me aconselharem sempre.

Aos professores do Colégio de Aplicação, Edson Lindner e Vanderlei Machado, agradeço pelas conversas sobre a docência, por me incentivarem a estudar e acreditarem na minha capacidade. Muito obrigado professores e futuros colegas.

Um grande abraço ao meu amigo e quase Doutor em Ensino de Física, Tobias Espinosa, pelas conversas ao longo do curso. Contigo, aprendi a trabalhar em equipe, valorizar a opinião dos colegas e argumentar com propriedade sobre algo. Muito obrigado “*Totô*”.

Aos alunos de *Pós-Graduação*, Alexandre Junges, Elkin Vera, Renato Félix, Matheus Nascimento, Nathan Lima e Terrimar Pasqualetto, agradeço a oportunidade de conviver, mesmo que minimamente, e trocar pensamentos sobre a educação e o ensino de Física. São exemplos que pretendo seguir no que se refere a trabalho e dedicação.

Ao meu amigo, Rafael Japur, muito obrigado por tudo. Obrigado por todos esses anos de amizade, obrigado pelos conselhos sobre a vida, e principalmente, pelo incentivo ao estudo. Que a nossa amizade perdure ao longo dos anos. Um forte abraço meu amigo!

À minha amiga desde os primórdios do curso, Leticia Glass, agradeço pela parceria de sempre. Obrigado pela amizade, por me ensinar a ver a vida de um modo diferente, mais alternativo. Tenho sorte de ter como amiga uma pessoa como tu. Obrigado por tudo “*Leti*”.

Ao meu amigo e colega de curso, Felipe Percheron, agradeço pelas inúmeras conversas sérias e descontraídas, por sempre estar disponível a me ajudar, pelos cafés filosóficos e principalmente, pela amizade. Tens um futuro brilhante e sou grato por ter convivido esses anos contigo, e espero conviver muitos anos mais.

À minha amiga, Ana Amélia Petter, agradeço e muito pelas conversas sobre a vida, pela parceria nos estudos para a Mecânica Clássica I, Física do Século XX A e para a prova de Seleção do Mestrado. Sem ti, tudo teria sido muito mais difícil. Aquele abraço apertado e muito obrigado “*Aninha*”.

Aos meus amigos e colegas de curso, André Hoering, Daniel Pigozzo, Dimitri Brigide, Douglas Grando, Maria Eduarda, Miguel Bento, Paulo Godolphin e Pedro Vazata, meu muito obrigado pelo apoio e por todos os momentos que vivenciamos juntos.

Agradeço imensamente a todos os integrantes do Centro de Tecnologia Acadêmica (CTA) e do Centro de Tecnologia Acadêmica Júnior (CTA Jr.) pelos conhecimentos agregados na minha trajetória.

Sou grato, e de certa forma sortudo, por ter amigos como, Amanda Candeias, Andreas Brigide, Jamenson Nascimento, João Pedro Ferreira, Marina Andriotti e Victória Ferreira. Muito obrigado por todas as vivências proporcionadas, por todas as “*Guilhermisses*” evidenciadas pelo

grande grupo e pelos conselhos dados, cada um à sua maneira. Enfim, muito obrigado pela amizade de todos. Que a vida siga nos proporcionando  $N$  momentos como os que já passamos.

Ao casal, Gisela Danesi e Oswaldo Ferreira, serei eternamente grato por tudo que fizeram por mim ao longo desses anos. À “*Lela*”, agradeço pelas festas, risadas e por me acolher sempre. Ao meu “*Guru*”, “*Oswald*”, agradeço por todos os conselhos, lições de vida e por ter abertos meus olhos para o futuro. MUITÍSSIMO obrigado.

À minha amiga, Samanta Vearick, agradeço por sempre me incentivar a estudar. Nos momentos mais difíceis do curso, teus conselhos me confortaram e fizeram com que seguisse em frente. Graças a eles estou aqui. Muito obrigado “*Samantinha*”.

Aos meus amigos, Eduardo Guterres, Fernando Bragança, Gabriel Baumgarten, Guilherme Coelho, Gustavo Lucena, Leonardo Luce, Matheus Knebelkamp, Nicholas De Conto e Régis Moraes, sou eternamente grato por todos esses anos de amizade e parceria. Uma relação que iniciou no Pré-Vestibular Unificado e que será eterna no que depender de mim. Um grande abraço gurizada!

Ao grupo de amigos desde o ensino médio, Isadora Braga, Lúcio Kniest, Alana Evaldt, Felipe Brack, Júnia Bassan, Alex Granich, Jéssica Garcia, André Luiz, Paola Lopes e Aléxia Dias, por todos os momentos de descontração e pelo incentivo. Que a nossa amizade dure inúmeros anos.

Um agradecimento muito especial ao meu amigo, Antônio Augusto Nunes, vulgo Guto, pela amizade, pelo carinho e pelos conselhos dados. Pode contar comigo sempre meu querido!

À minha namorada, Leticia Caminha, agradeço por todo o apoio dado aos meus estudos e ao meu trabalho. Muito obrigado “*amore mio*”.

Aos meus dindos de coração, Oscar “*Tuti*” Diebold e Marli Diebold, agradeço pelos inúmeros momentos felizes, pelas viagens, pelas festas, pelos pousos ao longo da vida e principalmente, por sempre me tratarem como o quarto filho. Vocês foram, e continuam sendo, importantíssimos para a minha vida. Muito obrigado por tudo. Amo vocês.

Aos meus primos, Alessandro Diebold e Eduardo Diebold, agradeço por tornarem os encontros em família felizes com suas brincadeiras e deboches. Obrigado também por me aconselharem quando precisei.

Aos meus irmãos, Augusto Diebold e Felipe Deboni, agradeço por todas as brincadeiras ao longo da vida, pelas festas, momentos ímpares que tivemos e pelos conselhos trocados. Muito obrigado pela amizade de vocês. Se cheguei nesse ponto da vida, foi graças à influência de vocês.

À minha querida vó, Ivone Weihmann, “*In memoriam*”, agradeço por todos os conselhos, pelas histórias da família contadas, pelos inúmeros “cremes de negrinho”, mousses de maracujá, tortas, bem-casados, bananas à milanesa, o molho fantástico de camarão, enfim, ter me ensinado a

comer tudo do bom e do melhor. Agora, os integrantes do *Valhalla* estão tendo a honra de desfrutar dos teus banquetes. Sempre te carregarei comigo.

À minha vó, Lia Green Bandeira, muito obrigado por mover as montanhas que fossem para me dar o que eu queria, por ter sido a primeira a me levar no estádio Olímpico Monumental e também na Arena do Grêmio. Herdei muito do teu jeito “*louco*” de ser, e agradeço por isso. Te amo.

Ao meu amigo, Ricardo Sudbrack, sou grato pelas lições de vida e pela palavra amiga em exposta sempre que foi preciso. Agradeço por aqueles conselhos que precisavam vir de um amigo. MUITÍSSIMO obrigado por tudo que fizeste por mim.

Ao meu pai, Carlos Roberto Weihmann, agradeço por me oportunizar conhecer o mundo, pelas festas comemorativas proporcionadas, pelo primeiro carro aos 18 anos e principalmente, pelo exemplo de profissionalismo.

À minha mãe, Ana Lia Bandeira Rodrigues, não há palavras para agradecer tudo o que fizestes e fazes por mim. Lembro-me das primeiras idas à escola, das compras de material escolar na Globo, das correções dos temas de casa, dos elogios aos meus desenhos, enfim, toda a educação que tenho adveio de ti. Muito obrigado por sempre me defender e buscar formas de me deixar tranquilo. Agradeço acima de tudo, pelo amor incondicional que tens por mim. Te amo.

## Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	12
2.1. Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.....	12
2.2. Modelagem Científica inspirada em Mario Bunge.....	16
2.3. Método <i>Peer Instruction</i> de Eric Mazur com auxílio do <i>Plickers</i> .....	18
2.4. Método P. O. E.: Predizer, Observar e Explicar.....	22
2.5. O uso de Recursos Educacionais Abertos (REA) nas aulas.....	22
2.5.1 Ciensação.....	23
2.5.2 PhET Colorado.....	23
3. OBSERVAÇÃO E MONITORIA.....	24
3.1. Caracterização da escola.....	24
3.2. Caracterização da turma 302.....	26
3.3. Caracterização do tipo de ensino.....	27
3.4. Relato das observações em sala de aula.....	28
4. PLANEJAMENTO.....	43
5. REGÊNCIA.....	44
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	94
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99
APÊNDICE A – Questionário para averiguar conhecimentos prévios.....	102
APÊNDICE B – Lista de Exercícios.....	104
APÊNDICE C – Avaliação.....	113
ANEXO 1 – Anúncio de um <i>Anel Emagrecedor Magnético</i> .....	118

## 1. INTRODUÇÃO

O estágio docente é a fase do curso de licenciatura onde o estudante do último semestre do curso colocará em prática a gama de conhecimentos teóricos e metodológicos adquiridos. Cabe ao estagiário aplicar e disseminar tais conhecimentos com vistas na formação de alunos cidadãos munidos de senso crítico.

A escola pública possui um papel fundamental para o desenvolvimento da sociedade, pois é dever do estado brasileiro disponibilizar uma educação de qualidade e igualitária a todos. Sob esse ponto de vista, o estagiário não insere-se na escola apenas para observar um futuro colega e observar como o trabalho acontece, mas sim, com o objetivo de tentar modificar beneficentemente a realidade – por vezes problemática – a qual está observando. Esse não só é o papel do estagiário, mas sim de todos aqueles que almejem ser professores.

Como acontece em qualquer ramo de trabalho ou pesquisa, é necessário conhecer o ambiente em que a função será exercida. Os estágios são as oportunidades ideais para conhecer o funcionamento de uma instituição, desde a filosofia de trabalho até os alunos que nela estudam. Tratando especificamente do estágio docente, destaco como fundamentais para a formação os seguintes aspectos: i) relacionamento aluno-professor; ii) relação com professores e funcionários em geral; iii) análise do funcionamento escolar; iv) observações em aula e relato das mesmas; e v) a docência. Tais aspectos agregarão conhecimentos importantes para o futuro professor, quando o mesmo iniciar sua atuação profissional.

Em sala de aula temos diversos fatores que se modificam com passar do tempo. Alunos modificam a forma de pensar conforme a explicação do professor, o humor do professor, o humor dos alunos, a agitação em sala de aula, enfim, são fatores muitas vezes incontroláveis e por esse motivo, preparar-se é fundamental.

O presente trabalho relata detalhadamente a experiência deste que vos escreve nas atividades desenvolvidas na disciplina de Estágio de Docência em Física, componente curricular obrigatória da última etapa do curso de graduação de Licenciatura em Física regido pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), cursada durante o segundo semestre de 2018.

No decorrer da disciplina foram feitas leituras, discussões, elaboração da unidade de ensino, microepisódios de ensino<sup>1</sup>, orientações tanto para o período de estágio quanto para a escrita

<sup>1</sup> Uma aula de aproximadamente 20 minutos ministrada para os colegas de turma e professor-orientador. Normalmente o assunto abordava algum tópico em que o futuro estagiário estivesse inseguro. Após essa breve explanação, os colegas e o professor apresentavam sugestões com vistas a melhorar a aula do apresentador.

desse trabalho de conclusão de curso. No Colégio de Aplicação da UFRGS foram realizadas atividades de cunho observacional e docente durante o período de estágio em Física, ressaltando pontos significativos sobre a escola, sobre as observações realizadas e sobre as aulas ministradas.

Esse trabalho de conclusão possui seis seções. Na seção 2 desse trabalho encontram-se os referenciais teóricos e metodológicos utilizados na unidade de ensino. A seção 3 apresenta informações levantadas no período de observação subdivididas em quatro partes: i) caracterização da escola; ii) caracterização da turma; iii) caracterização do ensino; e iv) relatos sobre as observações realizadas. A seção 4 apresenta o planejamento da unidade de ensino. O período de regência contendo informações sobre o plano de aula acompanhado do relato de aula está inserido na seção 5. Finalizando o trabalho, a seção 6 apresenta algumas considerações do autor sobre o trabalho realizado.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A presente seção está subdividida em quatro tópicos, sendo eles de caráter teórico e metodológico. O primeiro tópico apresenta o referencial teórico utilizado nesse trabalho. Os três subtópicos seguintes apresentam os referenciais metodológicos e por fim, há a quinta e última subseção apresenta uma argumentação filosófica sobre materiais didáticos utilizados. Nessa fundamentação teórica serão abordados apenas os aspectos relevantes de cada referencial para a construção desse trabalho.

### 2.1. Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel

A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel<sup>2</sup> (1918 – 2008) é alicerçada no cognitivismo. Essa vertente – a cognitivista – de aprendizagem visa compreender como as informações se organizam, como são armazenadas na mente daquele ser que aprende. Chama-se de estrutura cognitiva esse agrupamento organizado de conhecimentos (MOREIRA, 2014, p.160-161). Em seu livro intitulado *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva*, Ausubel destaca resumidamente o que seria uma aprendizagem significativa logo na primeira página do primeiro capítulo:

A aprendizagem por recepção significativa envolve, principalmente, a aquisição de novos significados a partir de material de aprendizagem apresentado. Exige quer um mecanismo de aprendizagem significativa, quer a apresentação de material *potencialmente* significativo para o aprendiz. Por sua vez, a última condição pressupõe (1) que o próprio material de aprendizagem possa estar relacionado de forma *não arbitrária* (plausível, sensível e não aleatória) e *não literal* com *qualquer* estrutura cognitiva apropriada e relevante (i.e., que possui significado ‘lógico’) e (2) que a estrutura cognitiva *particular* do aprendiz contenha ideias *ancoradas* relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material. A interação entre novos significados potenciais e ideias relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz dá origem a significados verdadeiros ou psicológicos. (AUSUBEL, 2003, p. 1)

Para Ausubel, o conhecimento é significativo por si só, porém busca-se compreender como o mesmo se integra e se processa na estrutura cognitiva. Outro fator fundamental para compreendermos a aprendizagem significativa é a importância que se dá àquilo que o sujeito já sabe, isto é, aquele conjunto de informações já estabilizado na estrutura cognitiva, porém, é papel do professor averiguar tais conhecimentos prévios. Para aprendermos a sua teoria de maneira

2 Nascido em New York, Estados Unidos, em 25/10/1918, David Paul Ausubel possuía formação na área de Psicologia e fez grandes contribuições para as áreas da ciência e da educação. Fonte: [https://en.wikipedia.org/wiki/David\\_Ausubel](https://en.wikipedia.org/wiki/David_Ausubel) (acesso em 29/11/2018).

simples e didática, será apresentado o transcorrer do processo junto a apresentações de conceitos fundamentais da teoria presentes nesse trabalho de conclusão.

A cada momento que somos expostos a novas experiências, simultaneamente surgem em nossa estrutura cognitiva novas informações ou novos conhecimentos, como preferir. Já na mente do indivíduo, a nova informação precisa relacionar-se com algum conhecimento presente na estrutura cognitiva que seja relevante para ocorrer a *assimilação*, que nada mais é que o resultado final da interação entre a estrutura cognitiva e a nova informação. Tal processo visa organizar e diferenciar elementos da estrutura cognitiva. Ausubel batiza esse elemento relevante da estrutura cognitiva – capaz de ancorar novas informações e aprimorar informações já estabelecidas – de *subsunçor*. Assim, é possível dizer que a estrutura cognitiva significa uma estrutura hierarquizada de conceitos. A Figura 1 e 2 ilustram o processo descrito acima.

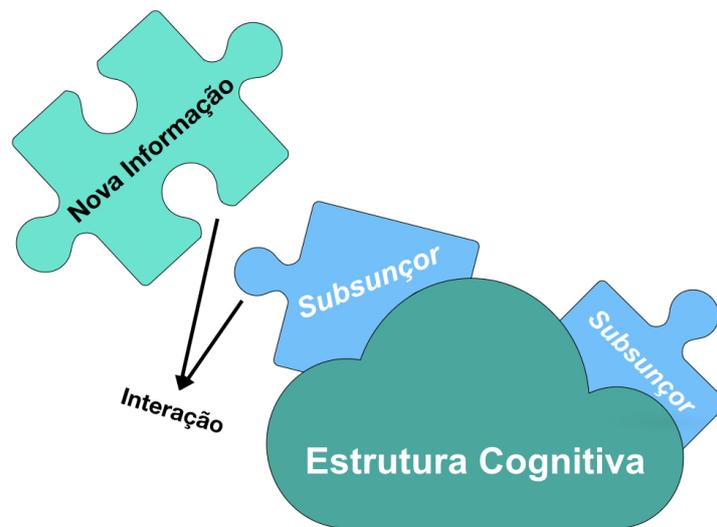


Figura 1: Chegada da nova informação que interage com o *subsunçor* da estrutura cognitiva. Fonte: Autor.

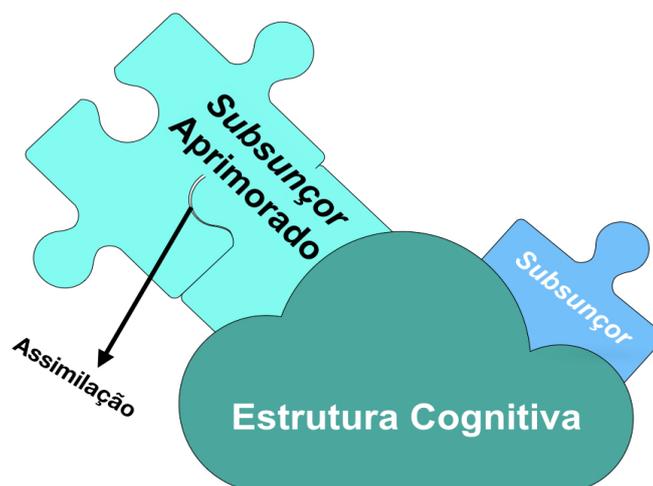


Figura 2: Ocorrência de assimilação da nova informação pela estrutura cognitiva. Fonte: Autor.

O subsunçor é a parte dessa estrutura que tornará a aprendizagem significativa pois o mesmo se trata de uma informação relevante na estrutura cognitiva, isto é, rica em sentidos e significados. Repare que na Figura 2 temos um subsunçor dito aprimorado, pois agora esse elemento da estrutura cognitiva é capaz de ancorar novas informações (no caso, passamos de um encaixe para três encaixes). Vale a pena enfatizar que normalmente, os subsunçores advêm de conhecimentos obtidos por aprendizagem mecânica quando se trata de uma área totalmente desconhecida, pois não há como possuir subsunçores se não há conhecimento prévio (MOREIRA, 2014, p. 162-163). Outras respostas plausíveis são que possuem origem genética e/ou que surgem na infância por intermédio de vivências, isto é, no período de formação de conceitos<sup>3</sup>.

Ausubel não descarta totalmente a aprendizagem mecânica (aquela que o indivíduo aprende de maneira arbitrária com ou nenhuma interação na estrutura cognitiva), o mesmo diz que quando não se conhece nada sobre um determinado tema, tal aprendizagem é útil para a formação de subsunçores. O conhecimento obtido dessa forma fica aleatoriamente distribuído na estrutura cognitiva do sujeito, sem interagir ou ancorar em subsunçores preexistentes. Para Ausubel, a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa são lados opostos de um contínuo, e por isso, há níveis de aprendizagem significativa.

Há mais dois conceitos fundamentais para serem apresentados: *Diferenciação Progressiva* e *Reconciliação Integradora*. A diferenciação progressiva consiste nos novos significados que um dado conhecimento – mais amplo – obtém após o processo de interação entre uma nova informação e a estrutura cognitiva. Por exemplo, sabemos o que é uma bicicleta (conhecimento amplo), a diferenciação progressiva ocorrerá conforme adquire-se novas informações sobre esse objeto, seja em relação as peças que a compõem, seja sobre os tipos de bicicleta existentes (trilha, corrida, passeio), ou seja, surgirá novos significados para o objeto intitulado bicicleta. Na unidade de ensino que será apresentada nas seções 4 e 5, tal processo esteve presente na “visão do todo” sobre o eletromagnetismo, nos conceitos de campo e força magnética por exemplo.

Após adquirir-se novas informações, conhecimentos já estabelecidos na estrutura cognitiva podem tanto modificar-se (diferenciação progressiva) resultando em novos significados, quanto se reorganizarem de tal modo que também esses conhecimentos preexistentes adquiram novos conhecimentos. A essa reorganização de conhecimentos na mente Ausubel intitula de reconciliação integradora. Para Ausubel, os conteúdos devem ser explorados de maneira a apontar similaridades e diferenças importantes entre conceitos, visando favorecer a reconciliação desses conceitos na mente do sujeito.

---

3 Uma leitura mais aprofundada a respeito pode ser feita no livro *Teorias de Aprendizagem*, de Marco Antonio Moreira (MOREIRA, 2014). Tal sugestão encontra-se nas referências bibliográficas (seção 7) deste trabalho.

Tanto a diferenciação progressiva quanto a reconciliação integradora são componentes do mesmo ciclo. A partir de um tema geral, mais amplo, ensinamos conceitos aos alunos de maneira que os mesmos diferenciem o geral do específico (diferenciação progressiva), e a partir daí, a estrutura cognitiva se reorganiza com os novos significados oriundos da interação entre a mente e a nova informação, ou seja, há uma reorganização daquele conceito mais geral (reconciliação integradora).

Para que a aprendizagem seja significativa, é preciso considerar algumas condições:

- Que o material a ser utilizado seja potencialmente significativo, isto é, que se relacione de maneira *não arbitrária e não literal*;
- O sujeito precisa estar predisposto a aprender significativamente, isto é, o aluno precisa incorporar o sentimento de aprender e não simplesmente memorizar.

Um aluno sem vontade de aprender simplesmente não aprende, significativamente falando. Se a intenção do aprendiz for, simplesmente, a de memorizar, arbitrária e literalmente, tanto o processo de aprendizagem como seu produto serão mecânicos (ou automáticos). Portanto um dos papéis do professor é instigar e provocar os sujeitos com algum tema (inserido no conteúdo) que seja potencialmente significativo para eles, ensinando-os de acordo com esses conhecimentos prévios investigados. Para isso, o professor precisa averiguar tais conhecimentos prévios do aluno para melhor construir sua abordagem, apesar de não ser uma tarefa fácil, não é impossível, pode-se obter essas informações através de questionários ou de uma simples conversa.

Em resumo, “... o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; descubra isso e ensine-o de acordo.” (AUSUBEL, 1968, 1978, 1980, 2000 apud MOREIRA, 2014, p. 171)

Nesse processo, assim como no *Peer Instruction* (subseção 2.3), o professor possui um papel de mediação para favorecer essa interação de novas informações na estrutura cognitiva (MOREIRA; VEIT, 2010, p. 44). Aqui temos um fator importante, cabe ao professor despertar essa vontade de aprender – objetivo máximo da profissão, inspirar.

Então, escolheu-se como teoria de aprendizagem para o decorrer das aulas desse trabalho a aprendizagem significativa, considerada assim quando o aluno aprende ou é exposto ao ensino partindo de conhecimentos prévios que são “guinchados” aos novos conhecimentos. Quando isso ocorre, é significativo para o aluno pois aquele conhecimento que já se tinha – de origem genética (segundo Popper) ou advindos de vivências – é de certa forma aprimorado e conseqüentemente tem a probabilidade ancorar novos conhecimentos aumentada.

## 2.2. Modelagem Científica inspirada em Mario Bunge

Primeiramente é preciso aceitar a ideia de que a realidade à qual estamos imersos existe independentemente de nós (realismo ontológico), somente assim a ciência é capaz de explicar o que ocorre nessa realidade. Esse pensamento é uma das hipóteses filosóficas de Mario Bunge<sup>4</sup> para a produção científica. Tal postulado Bungeano é suficiente para esse trabalho, embora o epistemólogo possua outros postulados nos quais se apóia. Vale ressaltar que Bunge caracteriza o conhecimento científico sob os olhares da racionalidade e objetividade.

Segundo Bunge, teorias nada mais são do que um sistema onde vinculam-se as ideias sob a batuta de regras lógicas (BUNGE, 1972 apud CUPANI; PIETROCOLA, 2002, p. 103). As teorias capazes de explicar eventos são formadas após longos debates em torno de manifestações de hipóteses validadas e comparadas experimentalmente (CUPANI; PIETROCOLA, 2002, p. 120). A Física possui inúmeras teorias que buscam explicar o mundo, ou seja, é a área que abrange o papel de explicar – e compreender – os fatos e/ou fenômenos reais da natureza, ou supostos como tal. A partir daí, uma gama de eventos reais podem ser explicados desde que sejam “abraçados” por alguma teoria.

Porém, aquelas equações a que somos apresentados no Ensino Médio não são teorias. Para Bunge, tais equações representam um Modelo Teórico resultante de um processo intitulado Modelagem Científica. Pode-se compreender a modelagem científica como uma série de processos que visam construir, usar, validar e até revisar modelos científicos. Também pode-se entender como um *“processo de criação de modelos científicos com a finalidade de apreender a realidade pelo pensamento”* (BRANDÃO; ARAUJO; VEIT, 2010, p. 15). A modelagem científica nos auxilia a representar de maneira simplificada a realidade – ou suposta como tal – em que estamos inseridos.

Para o leitor compreender melhor o caminho até o dito modelo teórico de Bunge, arrisco-me explicar de maneira simples. A todo momento está ocorrendo algum evento no nosso universo, mas digamos que quiséssemos estudar um evento específico. Ao escolher tal evento de estudo, começamos a fazer uma série de relações buscando delineá-lo, obtendo assim um modelo conceitual (ou objeto-modelo). Já nessa fase, para sairmos do real, ou suposto como tal, e chegarmos em um modelo conceitual, uma série de idealizações e simplificações foram consideradas, buscando controlar (de certa forma) fatores que no mundo real variam incessantemente a cada momento. Um exemplo de modelo conceitual é apresentado por Heidemann:

---

<sup>4</sup> Nascido em Buenos Aires, Argentina, em 21/09/1919, Mario Augusto Bunge possui formação na área de Física e sempre se interessou pela filosofia da ciência. Bunge é um forte defensor do Realismo Científico. Com 99 anos, está aposentado de suas atividades. Fonte: [https://en.wikipedia.org/wiki/Mario\\_Bunge](https://en.wikipedia.org/wiki/Mario_Bunge) (acesso em 27/11/2018).

Como exemplo de um modelo conceitual, pode ser citado o pêndulo simples. Tal objeto-modelo consiste em um corpo pontual suspenso por um fio inextensível e inflexível de massa desprezível oscilando em um plano vertical em torno de uma posição de equilíbrio. O pêndulo simples não existe na natureza: todos os fios possuem elasticidade e massa; todos os corpos possuem dimensões, mas esse modelo pode ser usado para descrever diversos sistemas físicos e pode ter sua complexidade modificada inserindo-se, por exemplo, uma ação resistiva do ar sobre o corpo suspenso. (HEIDEMANN, 2015, p. 48)

Após, busca-se adotar uma teoria – sistema organizado de ideias – que se relacione logicamente com o modelo conceitual, resultando assim no modelo teórico. O contrário também é possível, a partir de uma teoria delinea-se um modelo conceitual, porém temos um modelo teórico resultante desse processo.

Essa metodologia estará intrinsicamente presente durante as aulas, pois é importante demonstrar aos alunos que não há modelos teóricos capazes de transmitir a dita *verdade absoluta* – que seja irrefutável – e sim, há modelos teóricos aceitos até o presente momento que foram construídos e aperfeiçoados pela sociedade com o passar dos anos. Vale ressaltar ainda que modelos-teóricos nada mais são do que construções humanas alicerçadas, por meio da relação entre teorias gerais e modelos conceituais que visam representar matematicamente e/ou conceitualmente esses eventos.

Para desconstruir a ideia de *verdade absoluta*, advinda do método indutivo muito presente na área da Física, é necessário resgatar o conceito de ciência e advertir que todo o modelo teórico possui idealizações e um grau de precisão ao representar a realidade, ou suposta como tal. Não há modelos verdadeiros, há modelos ditos adequados, dentro de certos limites, frente ao objetivo de representar algum fenômeno do mundo real. Possivelmente esses modelos ajudem na explicação de outras situações mais gerais da realidade, mas sempre estarão sujeitos a revisões críticas. Algo que não ocorre no indutivismo, onde se espera que a descoberta de uma lei se dê por meio de inúmeros experimentos que a corrobore e, assim se alcance a Verdade. Assim sendo, é papel dos modelos científicos “fazer o meio de campo” entre a teoria e essa realidade.

A modelagem científica está presente neste trabalho nas explicações dos conceitos presentes na unidade de ensino, e também por meio de uma atividade extraclasse. Essa atividade consiste em inferir qual seria o campo magnético gerado pelo anti-herói do Universo Marvel, Magneto<sup>5</sup>. Como esse fenômeno de estudo não existe, ou seja, não é possível observar um indivíduo controlando metais com as mãos, é preciso modelar tal situação – no caso, uma cena de filme

---

5 Magneto é um mutante com poderes incalculáveis. Sua habilidade especial é controlar os metais através do magnetismo (supõe-se). Mais informações a respeito podem ser encontradas em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Magneto>.

escolhida pelos alunos – fazendo algumas idealizações e simplificações da realidade, ou suposta como tal. As ferramentas – conceitos e equações – para realizar essa atividade serão fornecidas conforme o transcorrer da unidade de ensino, isto é, cada conceito apresentado será vinculado ao anti-herói Magneto. Espera-se que assim, os alunos reflitam sobre o fenômeno e pensem de que maneira utilizar aquele conceito na realização da tarefa. Em todas as aulas será disponibilizado um tempo para dúvidas em relação a essa atividade.

A atividade de modelagem construída para essa unidade de ensino inspirou-se no artigo intitulado *Eletromagnetismo e o Anti-Herói Magneto: uma possível abordagem no Ensino Médio* (DA SILVA, 2012).

### 2.3. Método *Peer Instruction* de Eric Mazur com auxílio do *Plickers*

Essa metodologia foi desenvolvida pelo professor Eric Mazur<sup>6</sup> na Universidade de Harvard, em Cambridge, nos Estados Unidos. As informações sobre o surgimento do *Peer Instruction* contidas neste trabalho foram recolhidas a partir de um relato em vídeo intitulado *Peer Instruction for Active Learning*<sup>7</sup>, disponível no *Youtube*.

Mazur julgava ser “o melhor professor de Física do mundo” e era feliz, segundo seu relato. Suas aulas eram semelhantes a um *show* de *Hollywood* e seus resultados eram excelentes, haja vista as notas que seus alunos (estudantes do curso de medicina) que “odiavam aprender Física”, nas palavras de Mazur, obtinham nas avaliações e testes padronizados que ele aplicava. Segundo ele cenário prevaleceu por muitos e muitos anos.

Em dado momento de sua carreira, o professor leu um artigo que afirmava – baseado em testes conceituais de múltipla escolha – que alunos de cursos introdutórios de Física pouco aprendiam sobre os conteúdos ensinados. Mazur, baseado em seus resultados pensou que seus alunos eram exceção e, para provar isso, aplicou o teste desse artigo e se surpreendeu com os resultados. Os alunos obtiveram notas muito abaixo das que vinham conseguindo junto aos testes tradicionais aplicados por ele. Tal fato fez com que o professor refletisse sobre sua maneira de ensinar e também sentisse que sua reputação de bom professor estava ameaçada. Após mais alguns levantamentos, Mazur chegou a conclusão que seus alunos “Foram apresentados à Física com receitas que eles podiam memorizar” para apenas resolver problemas onde essas receitas seriam úteis.

---

6 Nascido em Amsterdã, Holanda, em 14/11/1954, Eric Mazur possui larga formação na área de Física e Astronomia. Mazur é o desenvolvedor do método *Peer Instruction* e defensor dos métodos ativos de ensino. Hoje com 64 anos, é professor da Universidade de Harvard. Fonte: [https://en.wikipedia.org/wiki/Eric\\_Mazur](https://en.wikipedia.org/wiki/Eric_Mazur) (acesso em 28/11/2018).

7 O link para acessar o vídeo encontra-se na bibliografia consultada (seção 7).

Em uma de suas aulas, ao explicar umas das questões do teste conceitual, Mazur percebeu que seus alunos estavam confusos, embora sua explicação sobre o tema tenha sido diversificada e ilustrativa. Mazur havia percebido que aproximadamente a metade da turma (de 250 alunos) tinham acertado a questão e então sugeriu que os alunos conversassem entre si para compreender a resposta. Para sua surpresa, toda a sala começou a discutir e em dois minutos convergiram para a resposta correta, a qual Mazur havia dedicado aproximadamente dez minutos para explicar.

A explicação de Mazur para esse acontecimento se baseia no fato de que o aluno que compreendeu e acertou a questão, recém venceu a dificuldade que os iniciantes no tema tinham, e portanto, seu discurso consegue atingir mais facilmente seus colegas, pois o mesmo sabe das dificuldades em compreender o tema abordado. Já o professor pode ter se esquecido de como era ter essa dificuldade, pois tudo se tornou muito óbvio com o tempo.

Após essa breve contextualização, eis que surge o método ativo de ensino intitulado *Peer Instruction*. Uma metodologia em que os alunos explicam para seus colegas, no mesmo nível, e ao professor cabe o papel de facilitador, um *Coach*. Em seu relato, Mazur afirma que “*O aluno não aprende ouvindo, ele aprende fazendo*”. Assim, os conceitos vistos em aula farão sentido, e ocorrendo isso, a aprendizagem acabará sendo significativa, como já apresentado na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel.

Em suma, o principal objetivo do *Peer Instruction* é que os alunos aprendam os conceitos que são apresentados/estudados previamente interagindo entre si. O conhecimento prévio pode se dar através de consulta a um material fora da classe ou de uma breve explanação sobre o tema.

Mais especificamente, após uma breve exposição oral (aproximadamente 15 min.) o professor apresenta aos alunos uma questão conceitual, usualmente de múltipla escolha [...] que tem como objetivos promover e avaliar a compreensão dos aprendizes sobre os conceitos mais importantes apresentados. (ARAUJO; MAZUR, 2013, p. 367)

No caso da unidade de ensino que será apresentada na seção 4 e 5, interpretou-se como materiais prévios as breves exposições dialogadas para introduzir conceitos feitas na classe. Após esse curto momento, é apresentada uma questão de caráter conceitual. Tal apresentação engloba ler pausadamente para a turma tanto o enunciado quanto as alternativas disponíveis, visando não haver problemas de interpretação da pergunta por parte dos alunos. Feito isso, os discentes dispõem de tempo para refletir – sem consultar os colegas – na resposta correta e formarem argumentos que justifiquem suas escolhas. O tempo disponível para esse momento varia entre dois e cinco minutos, conforme o perfil da turma e da dificuldade da questão.

Dando seguimento à aplicação, abre-se uma votação e verifica-se a distribuição das respostas da turma. Com o auxílio dos cartões com *QR Code*, intitulados de *Plickers Cards* (Figura 3 a seguir) – criação da empresa *Plickers Inc*<sup>8</sup> em 2013 pelo até então professor de matemática, Nolan Amy – tornou-se mais fácil verificar as respostas da turma. Tal plataforma dispõe de um website, onde o usuário realiza seu cadastro e monta seus conjuntos de perguntas, um aplicativo para o *smartphone*, no qual se verifica as respostas dos alunos, e os arquivos contendo os cartões para impressão.

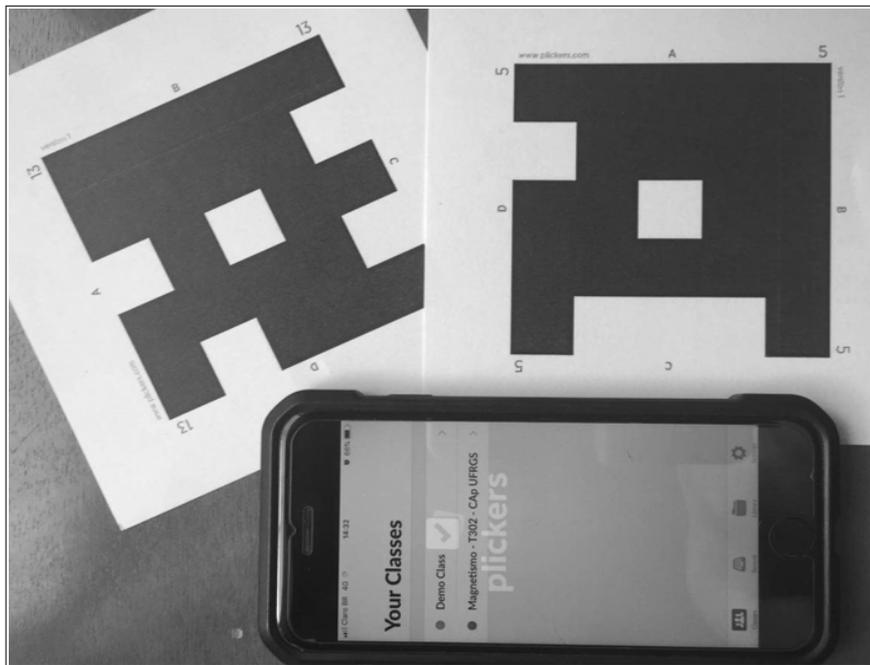


Figura 3: Dois *Plickers Cards* e um *smartphone* com o aplicativo aberto. Fonte: Autor.

É possível fazer o cadastro e utilizar a ferramenta (de maneira mais limitada) gratuitamente, sendo necessário apenas imprimir os *Plickers Cards*. Mais de doze mil professores em aproximadamente 100 países utilizam o *plickers* em suas aulas.

Voltando a aplicação do *Peer Instruction*, com o auxílio do *plickers* é possível verificar as respostas mais facilmente, pois o aplicativo informa graficamente a distribuição das respostas. Com essa informação em posse, o professor precisa tomar uma decisão importante:

- Acertos na faixa dos 70% ou mais, o professor explica novamente em tom de fechamento e parte para um novo teste conceitual abordando outro tópico;
- Acertos entre 30% e 70%, o professor solicita que os alunos procurem algum colega com uma resposta diferente e discuta com ele para convencê-lo ou ser convencido.

8 Site do *Plickers*: <https://get.plickers.com>. Acesso em: 29 nov. 2018.

- Passado um determinado tempo, realiza-se outra votação e o professor complementa a explicação dos alunos. A tendência é que os alunos convirjam para a alternativa correta;
- Acertos abaixo dos 30%, é necessário visitar o conceito apresentado a partir de uma nova exposição dialogada e apresenta-se nova questão conceitual

A Figura 4 (ARAUJO; MAZUR, 2013, p. 370) torna a visualização do processo mais clara:

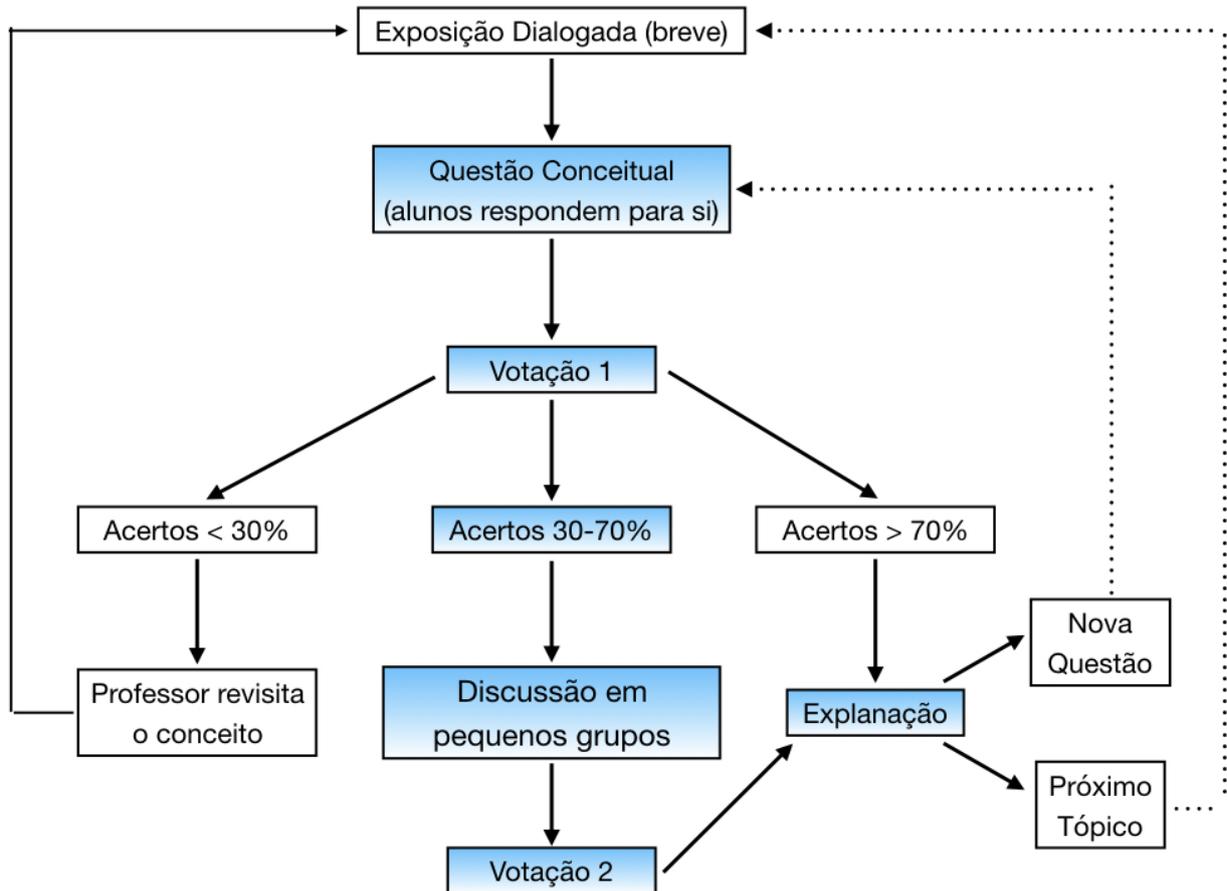


Figura 4: Diagrama do processo de aplicação do *Peer Instruction* Fonte: Araujo e Mazur (2013).

Escolheu-se o *Peer Instruction* como uma das metodologias desse trabalho pois o método auxilia os alunos a compreender conceitos e princípios, segundo o autor do mesmo, Eric Mazur. A possibilidade de utilizar o *Peer Instruction* na unidade de ensino ficou evidente na observação de aula 6, presente na subseção 3.4. Alinhado com a aprendizagem significativa, o método parece facilitar o caminho para a existência de um significado na aprendizagem de conceitos da Física, já que os alunos terão de mobilizar conceitos já estabelecidos na sua estrutura cognitiva para responder aos testes conceituais.

#### **2.4. Método P. O. E.: Predizer, Observar e Explicar**

A metodologia P. O. E. foi desenvolvida por Richard White e Richard Gunstone, e publicada no ano de 1992 na obra intitulada *Probing Understanding*. Esse método de ensino é muito utilizado junto a demonstrações, experimentos e simulações computacionais, e é composto por três momentos distintos, momentos esses que formam a sigla P. O. E.: Predizer, Observar e Explicar.

Primeiramente, os estudantes são munidos de informações prévias de uma dada situação que ainda não ocorreu e precisam – fundamentados em conhecimentos já presentes na estrutura cognitiva – predizer o que acontecerá quando de fato ocorrer tal situação. Por exemplo, uma pergunta possível de ser feita é: Se colocarmos pedras de gelo em um copo contendo água a temperatura ambiente, o que ocorrerá com o gelo? Note que a situação ainda não ocorreu, porém, temos informações suficientes que ao relacionarem-se com a estrutura cognitiva nos permitem fazer predições. É importante salientar que esse método não é eficaz ao ser utilizado para apresentar conteúdos novos, e sim, para abordar conteúdos mais estabilizados na estrutura cognitiva do estudante.

O ato de observar a situação enquanto a mesma ocorre caracteriza o segundo momento. Esse é o momento em que os estudantes verificam se suas predições se confirmarão ou não, se não ocorrer conforme o previsto, será preciso rever os conceitos mobilizados.

O momento final é caracterizado pela explicação daquela situação observada, ou seja, um estudante que tivera sua predição confirmada pode explicar o que ocorrera. Mas esse procedimento não é uma regra, obviamente, algum aluno tenha se equivocado ao realizar sua predição também pode explicar o que pensou e/ou explicar o motivo pelo qual a situação não ocorrera conforme sua predição.

A ideia de utilizar o P. O. E. surgiu na observação 7, presente na subseção 3.4. Nesta unidade de ensino, o P. O. E. fora utilizado junto a Recursos Educacionais Abertos (REA), sendo eles: pequenas demonstrações experimentais e simulações computacionais.

#### **2.5. O uso de Recursos Educacionais Abertos (REA) nas aulas**

Primeiramente, o que é um Recurso Educacional Aberto? Segundo o *Guia Básico sobre Recursos Educacionais Abertos* (BUTCHER, 2011, p. 5), em linhas gerais, um REA é aquele recurso disponibilizado abertamente que dispensa o pagamento por direitos autorais ou taxas pelo seu uso. Podemos assimilar um REA a um *Software Livre* por exemplo, que proporciona aos seus usuários a ocorrência de apropriação desse *software*, além de – no ensino – favorecer o aprendizado

diligente e crítico, fazendo com que os alunos/indivíduos tornem-se sujeitos ativos na utilização dessas tecnologias e não meros usuários de *softwares* ditos “caixas-pretas” (BEZERRA JR. *et al.*, 2012).

O conhecimento é um bem não rival, e por esse motivo deve ser compartilhado através de um acesso livre. Nessa unidade de ensino foram utilizados dois REA: i) Ciensação<sup>9</sup>; e ii) PhET Colorado.

### 2.5.1 Ciensação

O projeto Ciensação consiste numa rede de experimentos práticos que visa promover a educação científica nas escolas públicas brasileiras, tendo em vista que essas instituições muitas vezes não possuem laboratórios de ciências. Essa iniciativa nasceu em 2015 com o apoio da UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura) sob a batuta do Professor Doutor Robert Fischer.

Engana-se quem acha que o professor Fischer desenvolve todos os experimentos disponibilizados pelo Ciensação. Experimentos podem ser enviados de qualquer lugar do mundo pelos professores, e semelhante ao que ocorre quando enviamos um artigo para uma revista, tais experimentos passam por avaliações que sendo positivas, permitem que o experimento seja publicado na plataforma.

Por se tratar de um REA, ser uma comunidade científica de professores fundamentada na filosofia do Conhecimento Livre, e por possuir experimentos muito simples de grande potencial se utilizados junto ao método P. O. E., é que o Ciensação foi escolhido para integrar esse trabalho.

### 2.5.2 PhET Colorado

O projeto PhET Simulações Interativas foi desenvolvido em 2002 na Universidade do Colorado em Boulder pelo Nobel de Física de 2001<sup>10</sup>, Carl Wieman. Basicamente o projeto consiste na criação de simulações interativas gratuitas de qualidade em *html5* e *JAVA* envolvendo matemática e ciências, fundamentadas em larga pesquisa na área de Ensino de Ciências e Matemática. Este que vos escreve utilizou muitas vezes o PhET nas aulas de Física enquanto cursava o Ensino Médio. É muito difícil os alunos compreenderem o magnetismo – um conteúdo muito abstrato – sem a visualização dos vetores campo magnético, então tornar o conteúdo o menos abstrato possível com auxílio de simulações justificam a presença desse REA no presente trabalho.

---

9 Site do projeto Ciensação: <https://www.ciensacao.org/index.html>.

10 Carl Wieman recebeu prêmio juntamente com Eric Allin Cornell, pela criação experimental do condensado de Bose-Einstein. Fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Carl\\_Wieman](https://pt.wikipedia.org/wiki/Carl_Wieman).

### **3. OBSERVAÇÃO E MONITORIA**

Um dos pré-requisitos para o estágio em docência é o período de observações e monitoria realizados na instituição de educação escolhida, no caso, o Colégio de Aplicação da UFRGS. Essa respeitosa instituição foi escolhida pela sua filosofia de ensino, pela qualidade e por ser pública. Vale ressaltar que essas atividades constam no plano de ensino da disciplina Estágio em Docência em Física e foram realizadas entre 16/08/2018 e 25/09/2018, totalizando 17 horas-aula de observação. Essas atividades são de suma importância para o licenciando, pois além de proporcionar vivenciar a rotina do ambiente escolar, também servem de motivação para a futura carreira. Também servirão de apoio para a construção da unidade de ensino que será aplicada no período de regência (seção 4).

É importante salientar que as monitorias eram realizadas tanto em sala de aula, auxiliando os alunos na resolução de exercícios e dúvidas surgidas em aula, quanto no turno inverso nas terças e quintas-feiras.

Nas subseções a seguir será possível verificar a estrutura da escola escolhida, a caracterização da turma escolhida para realizar a regência, a caracterização do ensino ao qual a turma estava exposta, e por fim, os relatos das observações realizadas em sala de aula.

#### **3.1. Caracterização da escola**

O Colégio de Aplicação da UFRGS (CAp – UFRGS) foi fundado em 14 de abril de 1954 no centro da capital do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, com o objetivo de constituir um espaço para estágios dos cursos de licenciatura da Universidade, bem como para a aplicação de pesquisas sobre o ensino e aprendizagem. A concepção de ensino inicialmente adotada nos colégios de aplicação de todo o Brasil foi influenciada pelo movimento brasileiro chamado de Escola Nova, inspirado pela filosofia de educação de John Dewey. Assim, como consta na Lei de Diretrizes e Bases (LDB)<sup>11</sup> da educação nacional brasileira, busca-se no CAp formar cidadãos com entendimento da realidade a qual estão inseridas e capazes de mudá-la considerando suas necessidades. O colégio possui três etapas de ensino, são elas: Ensino Fundamental (projetos Unifafas, Amora e Pixel), Ensino Médio e Educação de Jovens e Adultos (EJA). Em relação ao ensino médio, cada ano possui duas turmas contendo 25 alunos em média. Com um ensino abrangente, muitas pessoas buscam se matricular e matricular seus filhos na instituição, que trata todos os postulantes às vagas como iguais, tendo em vista que a forma de ingresso para o CAp é

---

<sup>11</sup> Mais precisamente no Título II – Dos Princípios e Fins da Educação Nacional. LDB disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm). Acesso em 16 de agosto de 2018.

mediante a um sorteio. Portanto, o CAp segue a diretriz de proporcionar uma educação universal a qual todos podem usufruir. A Figura 5 demonstra a fachada do colégio.



Figura 5: Fachada do Colégio de Aplicação UFRGS em 2018. Fonte: Autor.

Hoje, com 64 anos de existência embasados numa educação de qualidade, o CAp é referência no desenvolvimento de atividades de ensino, projetos de extensão e pesquisa na educação básica por parte de integrantes da UFRGS tendo como diretrizes a formação docente e inovação no ensino.

A estrutura do CAp é composta por: i. um prédio principal, onde estão localizadas a administração, as salas das áreas do conhecimento, onde ficam os professores vinculados às mesmas, e salas de aula do 5º ano do fundamental ao 3º ano do ensino médio; ii. um prédio onde estão as salas do 1º ao 4º do ensino fundamental, banheiros, a biblioteca e o bar do colégio; iii. um prédio composto por duas salas de música, um teatro, banheiros equipados com chuveiro e um saguão onde os alunos podem executar atividades físicas em dias de chuva; iv. um prédio onde está instalado o refeitório onde os alunos almoçam e fazem lanches; v. duas quadras poliesportivas sendo uma delas coberta; e vi. um campo de futebol com grama natural.

O colégio possui serviços assistenciais para os seus alunos como: psicólogas; nutricionista; enfermeira (emergência); Núcleo de Apoio ao Ensino (NAE); Serviço de Atendimento aos Estudantes (SAE); uma sala específica para a educação especial (inclusiva); um laboratório de

informática com 23 computadores comprados no ano de 2014; dois laboratórios de informática completamente novos; quatro computadores no saguão para os alunos utilizarem nos intervalos; uma cooperativa de pais e mestres (COPAME); e uma Comissão de Alunos do Colégio de Aplicação (CACA). Ressalta-se que o colégio é totalmente acessível, contando com um elevador e rampas no acesso principal para a mudança de nível do prédio primacial (único com dois andares). Também possui bebedouros espalhados por todos os prédios.

Alguns problemas estruturais observados pelo autor desse trabalho em outra oportunidade (cerca de um ano atrás) como: ventiladores estragados e falta de projetores nas salas de aula foram sanados. Outros problemas observados na outra oportunidade persistem: salas com descasques nas paredes e alguns quadros-negros que necessitam de reparos. Porém, tais necessidades não interferem no andamento dos trabalhos docentes.

Durante o ano acontecem diversos eventos no CAp como por exemplo a semana de línguas estrangeiras, mostra de curtas feitos pelos alunos, a semana da consciência negra, festa junina, festa da primavera e as olimpíadas do colégio de aplicação (OCA).

A nota mínima para o aluno obter a aprovação no curso – que vigora desde o início de 2018 – é 5,0. Como ocorre na UFRGS, cada intervalo de nota corresponde a um conceito. No CAp, notas entre 0 e 4,9 refletem no conceito D, notas entre 5,0 e 6,9 refletem no conceito C, notas entre 7,0 e 8,4 refletem no conceito B, e por fim, notas entre 8,5 e 10,0 refletem no conceito A.

Em suma, é um colégio histórico, excelente quando comparado com outras escolas públicas, e de muita importância para o futuro da educação do Rio Grande do Sul e do Brasil.

### **3.2. Caracterização da turma 302**

A turma escolhida para praticar a docência foi a T302, sendo essa do terceiro ano do Ensino Médio regular composta de 28 alunos, sendo 16 meninas e 12 meninos. Os alunos foram carismáticos e receptivos ao receber o autor desse trabalho no seu espaço para observá-los. A turma se organizava praticamente da mesma maneira ao tomarem seus lugares na sala em todas as aulas e sem muito tumulto. Também apresentava um caráter participativo e de tranquilidade para assistir as aulas.

A maioria dos integrantes dessa turma possuía aversão e dificuldades em relação à matemática utilizada. Portanto, a Física que deveria ser trabalhada precisaria ter um caráter mais conceitual do que numérico, se quiséssemos ter êxito na aplicação da unidade de ensino durante o período de regência. Essa característica, de certa forma, justifica a utilização do *Peer Instruction* durante as aulas, tendo em vista que o mesmo possui ênfase conceitual.

A turma aparentava gostar de demonstrações pois achavam a Física muito abstrata. Embora tivessem contato com simulações computacionais utilizadas pelo professor titular, ainda assim, preferiam situações reais, ou supostas como tal.

Embora a turma tivesse dificuldades com a matemática, possuía qualidades importantes como participação e envolvimento com o docente. Tais características fizeram com que essa turma fosse escolhida para exercer a docência, além de aparentemente se encaixar nas metodologias de ensino escolhidas.

### 3.3. Caracterização do tipo de ensino

O professor observado possuía formação superior nos seguintes cursos: i) Física Médica pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) concluído em 1997; ii) Bacharelado em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) concluído em 2002; e iii) Licenciatura em Física também pela UFRGS concluída em 2005. Possuía ainda os títulos de Mestre em Ensino de Física (2008) e Doutor em Ensino de Física (2012), ambos obtidos no Instituto de Física da UFRGS. O professor atua no Colégio de Aplicação da UFRGS desde 2011 alternando entre a Educação de Jovens e Adultos (EJA) e o ensino médio regular. Atualmente leciona Física para as duas turmas do terceiro ano do ensino médio – turmas 301 e 302 – e acumula a função de ser diretor do CAp.

A fim de caracterizar os aspectos docentes do professor – bem como o ensino desenvolvido por ele – foi construída a Tabela 1 abaixo. Cabe salientar que as notas atribuídas a certas características são consequência das observações realizadas pelo autor deste trabalho.

Tabela 1: Caracterização de aspectos docentes do Professor;

<b>Comportamentos Negativos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Comportamentos Positivos</b>
Parece ser muito rígido no trato com os alunos			X			Dá evidência de flexibilidade
Parece ser muito condescendente com os alunos					X	Parece ser justo em seus critérios
Parece ser frio e reservado				X		Parece ser caloroso e entusiasmado
Parece irritar-se facilmente			X			Parece ser calmo e paciente
Expõe sem cessar, sem esperar reação dos alunos				X		Provoca reação da classe
Não parece se preocupar se os alunos estão acompanhando a exposição				X		Busca saber se os alunos estão entendendo o que está sendo exposto
Explica de uma única maneira				X		Busca oferecer explicações alternativas

Exige participação dos alunos			X		Faz com que os alunos participem naturalmente
Apresenta os conceitos sem relacioná-los			X		Apresenta os conteúdos de maneira integrada
Apenas segue a sequência dos conteúdos que está no livro			X		Procura apresentar os conteúdos em uma ordem (psicológica) que busca facilitar a aprendizagem
Não adapta o ensino ao nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos			X		Procura ensinar de acordo com o nível cognitivo dos alunos
É desorganizado			X		É organizado, metódico
Comete erros conceituais				X	Não comete erros conceituais
Distribui mal o tempo de aula			X		Tem bom domínio do tempo de aula
Usa linguagem imprecisa (com ambiguidades e/ou indeterminações)			X		É rigoroso no uso da linguagem
Não utiliza recursos audiovisuais				X	Utiliza recursos audiovisuais
Não diversifica as estratégias de ensino				X	Procura diversificar as estratégias instrucionais
Ignora o uso de novas tecnologias			X		Usa novas tecnologias ou refere-se a eles quando não disponíveis
Não dá atenção ao laboratório		X			Busca fazer experimentos de laboratório, sempre que possível
Não faz demonstrações em aula			X		Sempre que possível, faz demonstrações
Apresenta a Ciência como verdades descobertas pelos cientistas			X		Apresenta a Ciência como construção humana, provisória
Simplesmente “pune” os erros dos alunos			X		Tenta aproveitar erro como fonte de aprendizagem
Não se preocupa com o conhecimento prévio dos alunos			X		Leva em consideração o conhecimento prévio dos alunos
Parece considerar os alunos como simples receptores de informação			X		Parece considerar os alunos como perceptores e processadores de informação
Parece preocupar-se apenas com as condutas observáveis dos alunos			X		Parece ver os alunos como pessoas que pensam, sentem e atuam

### 3.4. Relato das observações em sala de aula

Nesta subseção estão relatadas as 17 horas-aulas observadas durante a disciplina de Física na turma T302 do terceiro ano do ensino médio no Colégio de Aplicação da UFRGS. Todas as aulas foram assistidas em uma sala contendo 40 cadeiras com braço de apoio para escrita acoplado para destros e canhotos, quadro-negro, giz e computador para utilização do projetor que a sala dispõe.

Destaca-se que a turma 302 foi a única turma observada nas disciplinas de Física (foco da observação) e Matemática.

### **Observação 1 – Disciplina de Física**

Data: 16/08/18

Turma: 302 Ano: 3°

Horário: 8h00min às 9h30min (duas horas-aula)

Assunto da Aula: Circuitos Elétricos

Alunos presentes: 26

Presenciaram esta aula treze meninas e treze meninos. Sentei no fundo da sala ao lado de um aluno, para ter visão ampla da sala de aula e do professor. A turma aparentava estar calma conversando com o docente antes do começo das atividades. Iniciada a aula, o professor informou que ela seria de exercícios, e que estes deveriam ser entregues na próxima aula, na qual haveria prova. Ele chamou atenção dos alunos que esta prova possuía caráter cumulativo e, portanto, deveriam estudar conteúdos passados há mais tempo. Enquanto os alunos conversavam, o professor escreveu no quadro-negro a lista de exercícios que deveriam ser entregues, e, finalizada essa ação, falou para os alunos começarem a trabalhar. Três alunos, de maneira respeitosa, reclamaram da lista de exercícios, pois já haviam feito quase todos e não estavam com vontade refaze-los. Perante esse levantamento, o professor disse para que deixassem de preguiça e apenas passassem a limpo os exercícios para entregar. Indo além na sua manifestação, avisou que era um conteúdo fácil, que era para “tirar dez”. Cerca de 30 minutos depois, o professor me apresentou como observador e futuro estagiário da turma. Fui muito bem recebido. Enquanto os alunos trabalhavam, o professor fez a chamada. A turma passou a conversar mais sobre assuntos paralelos, fato chamado de “balbúrdia” pelo professor que pediu para todos reduzirem as conversas paralelas. O professor transitou pela sala de aula sanando dúvidas. Uma aluna veio até mim com dúvida em relação a um circuito composto de uma resistência de  $200\Omega$  e uma resistência variável entre  $0\Omega$  e  $200\Omega$ . O exercício solicitava o cálculo da corrente no circuito conforme variava-se o resistor de comprimento  $L$ . A dúvida da aluna estava relacionada ao valor da resistência desse resistor quando o conector estava em  $L/2$ . Dialoguei com a aluna sobre fatores que influenciam a resistência de um fio. Expliquei que se o conector está em  $L$ , o mesmo possui a resistência máxima, se o conector está em  $L/2$ , o resistor possui também metade desse valor, ou seja,  $100\Omega$ . Com a explicação dada, a aluna perguntou como se calculava a DDP em resistências num circuito e foi explicado que era através da equação  $U= Ri$ .

Ao final da aula, o aluno que estava ao meu lado perguntou como se iniciava um exercício envolvendo gasto energético em kWh de um chuveiro. O exercício informava que um chuveiro cuja potência era 4400 Watts era utilizado 20 minutos por dia, porém, queria saber o consumo em kWh durante um mês (30 dias). O aluno sabia qual equação utilizar –  $E = P \cdot \Delta t$  – porém a sua dificuldade era como encontrar o tempo de uso. Como o exercício exigia a resposta em kWh, era preciso converter 20 minutos em horas (equivalente a 1/3 de hora). Feito isso, como o chuveiro era utilizado 1/3 h em 30 dias, bastava fazer esse produto, encontrar o  $\Delta t$ , e aplicar na equação. O aluno entendeu o processo de conversão e conseguiu resolver o exercício.

**Reflexão:** Os alunos aparentavam estar tranquilos fazendo os exercícios. Reparei que estavam sentados em grupos de três e quatro pessoas por vontade própria, trabalhando conjuntamente, o que demonstra que gostam de trabalhar em grupos. Por tal fato, poucos alunos fizeram questionamentos ao professor, porém, conversavam entre si para sanarem suas dúvidas. Por se tratar de uma aula de exercícios, nenhuma explanação oral de caráter conceitual ou matemático foi feita pelo professor para a turma como um todo, apenas para aqueles que o indagavam. Coube a mim auxiliar os alunos quando os mesmos me questionavam.

### **Observação 2 – Disciplina de Física**

Data: 23/08/18

Turma: 302    Ano: 3º

Horário: 8h00min às 9h30min (duas horas-aula)

Assunto da Aula: Circuitos Elétricos – Avaliação

Alunos presentes: 29

Presenciaram esta aula dezesseis meninas e treze meninos. Foi dia de avaliação, composta de dez questões valendo 1 ponto cada uma, sendo três questões sobre Eletroestática e sete envolvendo Circuitos Elétricos (capítulo 4 do livro utilizado). Os alunos já estavam divididos em cinco fileiras aguardando o professor, que ao chegar, pediu para que os alunos deixassem em cima de suas mesas apenas lápis, borracha, caneta e calculadora. Também solicitou que colocassem seus celulares sobre a sua mesa. A turma não aparentava estar nervosa, haviam conversas descontraídas e ninguém fez a sua última consulta ao material de estudo. O professor recolheu a lista de exercícios divulgada na aula anterior e após esse ato, distribuiu as avaliações para os alunos. O silêncio era absoluto e a concentração máxima por parte dos alunos. Houve três momentos em que os alunos chamaram o professor para perguntar algo em particular. Nos três casos o professor acenou

negativamente com a cabeça demonstrando claramente não privilegiar ninguém. A partir dos 30 primeiros minutos de prova, andei pela sala a fim de verificar o desenvolvimento dos alunos. Uma aluna que estava muito alegre e extrovertida no início do teste, e aparentemente concentrada na realização do teste, demonstrou clara dificuldade da resolução dos exercícios de Eletroestática, porém conseguiu finalizar a avaliação. Outros alunos não colocaram as unidades de medidas associadas às respostas das resoluções dos exercícios. Passados 50 minutos de avaliação, uma aluna perguntou para o professor qual era a “fórmula” da resistência de um fio – a aluna se referia à equação  $R = \rho \frac{L}{A}$  – que não constava no formulário. O professor então se levantou e escreveu no quadro-negro a equação e em voz alta leu e explicou, uma vez apenas, o que significava cada letra da expressão. Com uma hora de avaliação, três alunos já haviam concluído a sua avaliação e os outros alunos estavam entre as questões sete e oito. Uma aluna perguntou para o professor o que era o “P” da equação da resistência de um fio que o professor havia escrito no quadro. O professor imediatamente diz que *“Isso não é um P, é a letra grega Rô. E eu não sei o que é”*, não repetindo a informação que já havia fornecido antes. Um aluno que havia terminado a avaliação virou para trás para conversar e foi fortemente repreendido pelo professor. O professor informou que restavam dez minutos para o término da avaliação. Ao final do teste, o professor recolheu as provas e se retirou da sala.

**Reflexão:** Alguns alunos demonstraram não entender a Física dos conteúdos abordados na avaliação, fato verificado perante a falta de unidades de medida na resolução final dos exercícios. Cálculo sem unidades contém apenas a informação numérica, deixando de lado a informação conceitual. Tal fato demonstra que a turma possui problemas em relação a Física e Matemática. Em relação a postura do professor durante a avaliação, achei correta e pretendo segui-la. Penso que ao respondermos alguma pergunta relacionada à Física presente na avaliação, abrimos precedentes para que cada um dos demais alunos também tenham o direito de realizar uma pergunta, gerando um “efeito cascata” de perguntas e conseqüentemente a perda do controle da turma nesse momento. No meu caso, responderia questões de português como por exemplo, significado de palavras, mas nada mais além disso.

### **Observação 3 – Disciplina de Física**

Data: 27/08/18

Turma: 302    Ano: 3º

Horário: 13h30min às 15h45min (três horas-aula)

Assunto da Aula: Conselho de Classe

Alunos presentes: Alunos da 301 e 302

O professor organizou o seu material cinco minutos antes de começar a receber os alunos das turmas T301 e T302. O professor explicou como funciona o sistema de conceitos/notas do CAp: i) abaixo de 5,0 = D; ii) entre 5,0 e 6,9 = C; iii) entre 7,0 e 8,9 = B; e iv) entre 9,0 e 10,0 = A. A primeira aluna recebida foi informada do seu conceito ruim, porém, o professor a motivou para que se esforçasse mais. A aluna por sua vez não o questionou e prometeu melhorar. Para outro aluno, o professor informou que o mal rendimento nas provas resultaram no conceito D. Tanto o professor quanto os alunos estavam aparentemente descontraídos durante os relatos. Os alunos passaram a entrar na sala em duplas. Duas alunas foram aprovadas com C na disciplina e o professor disse para “se ligarem”, pois essas alunas vão para um intercâmbio na Argentina (3 semanas) e quando regressarem, precisam voltar “no pique”. Uma das alunas disse “*Pode deixar professor, nem esquento, não tirei nenhum D esse semestre ainda (risadas)*”. O professor riu e disse “*Que bom, segue assim guria*”. Essa situação demonstrou a intimidade e companheirismo desse professor com seus alunos, o que pareceu algo benéfico para ambos. Para uma aluna, o professor disse que ela teve muitas chances, pois sua turma havia tido um estagiário “*Muito gentil com as notas*” e que “*Dava para ter tirado um notão*”. A aluna ficou com o conceito C, entretanto, prometeu conseguir A no próximo trimestre. Durante o curto espaço de tempo sem alunos, o professor disse que sua avaliação era composta de uma lista de exercícios (30%) e a prova (50%). Um aluno ficou chateado ao receber sua prova e o professor mencionou novamente o estagiário anterior, com o qual havia obtido B, porém disse que sua prova estava mais difícil e por isso ele ficou com C. O professor também orientou o aluno para “se cuidar”, pois se no próximo trimestre ele ficar com D, por ser conceito cumulativo, ele terá que fazer recuperação geral. O professor chamou a atenção de duas alunas para a avaliação que é feita (divisão de notas) e disse que nem todo mundo gosta de física – algo que as alunas concordaram – mas que elas tinham que “se puxar para se livrar dessa bronca”. Ficou claro que as alunas possuíam histórico negativo na disciplina. Um aluno e uma aluna entraram na sala, claramente os dois estavam com um semblante de derrota e muito apreensivos/nervosos. A aluna estava com os olhos marejados. O menino foi o primeiro a receber seu parecer. O professor disse que a lista de exercícios que o rapaz havia entregado era uma vergonha e deixou claro que “*Se eu quisesse apenas as respostas do livro, eu pegava o livro e pronto!*”. Por conta do “conjunto da obra”, o aluno ficou com D. Já a aluna recebeu C e claramente manifestou alívio dizendo “*Graças a Deus*” e também disse que sentiu que faltavam fórmulas na prova e por isso ficou perdida. O professor disse que não faltavam fórmulas, incentivou os alunos e

explicou que não era difícil atingir a média, ou seja, bastava fazer a lista e acertar três questões da prova. O professor ressaltou que por se tratar de caráter cumulativo, “*A próxima prova sempre é a chance de recuperar*”. Ou seja, a prova realizada ao final de cada trimestre além de potencializar o conceito atual, pode também recuperar o trimestre anterior. Outra aluna questionou o professor sobre a questão 1 da prova cujo enunciado era: *1) 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?* A dúvida da aluna era em relação ao processo, o qual confessou não ter lido que as esferas B e C se encostavam. O professor aproveitou a situação para cobrar atenção da aluna. Outras alunas também entraram na sala visivelmente nervosas, porém, o professor informou que ambas ficaram com C com as “calças na mão”, mas que isso foi consequência do estagiário anterior que “deu a prova”. O professor avisou também que os próximos estagiários não facilitarão tanto quanto os passados. Mais dois alunos entraram na sala, um ficou com D e o outro obteve o conceito A. O aluno aprovado recebeu inúmeros elogios e incentivos para que o aluno dê continuidade nos seus estudos. Cinco alunos entraram juntos para receber seus pareceres. Ambos admitiram estar nervosos, entretanto, todos ficaram com conceito C “com as calças na mão”, nas palavras do professor. Mais quatro alunos entraram em grupo e ambos foram advertidos: “*Gurizada, se liguem, vocês tiveram um estagiário que facilitou as coisas para vocês e não souberam aproveitar*”. Dois alunos obtiveram C e os outros dois, D. Um dos reprovados questionou o professor se não eram consideradas as idas ao laboratório de Física. O professor respondeu que laboratório é para sanar dúvidas e incentivou o aluno a estudar mais. Três alunos entraram e novamente escutaram que tiveram um estagiário gentil e dois alunos obtiveram C. A outra aluna não teve seu conceito fechado, pois não conseguiu realizar a última prova na data marcada por causa da chuva. O professor informou que a aluna deverá fazer a prova na próxima semana, e feito isso, fecharia o conceito. Dois alunos entraram na sala. Um deles expressou felicidade com o C obtido, porém, prometeu melhorar. Com o outro aluno o professor iniciou uma conversa franca dizendo “*A coisa tá feia*”. O professor também se baseou em comentários/relatos de outros professores para mostrar ao aluno que ele “está se enganando”, aproveitou para dizer que o aluno deveria mudar completamente (ênfatizando) a sua postura perante a escola, e que se isso não acontecesse, o aluno reprovava de ano certamente. O aluno argumentou que em casa está muito difícil estudar, que está com acompanhamentos psicológicos e que está querendo estudar. Esse aluno também não havia feito a última prova, e assim como no outro caso, o professor disse que ele poderá fazê-la na próxima semana. Ao final do parecer, o professor incentivou esse aluno para que o mesmo não desista. Um aluno questionou o professor sobre a

questão 9 da prova: 9) *Um fio tem 10,0 m de comprimento e 3,0 mm<sup>2</sup> de área da seção reta. Medindo-se a resistência elétrica desse fio, verificou-se que seu valor é  $5,7 \times 10^{-2} \Omega$ . Calcule a resistividade elétrica do material do qual o fio é constituído.* O aluno argumentou não ter visto tal conteúdo em aula, porém, um colega que estava junto afirmou que ambos estudaram esse assunto e trouxe como exemplo o uso de cabos com seção transversal grandes em *shows*, pois é preciso muita corrente elétrica para alimentar os componentes do *show*. Fim do conselho de classe. O professor informou que o conselho de classe é muito importante pois os alunos compreendem a situação que estão, e afirmou que embora não pareça, os alunos não sabiam como se encontravam na disciplina.

**Reflexão:** De maneira geral, o professor sempre motivou os alunos, tanto para que continuassem estudando quanto para que melhorassem em relação ao seu esforço pessoal. O professor tem relação próxima com os alunos e os mesmos retribuem com respeito. Grande parte dos alunos não questionaram o professor, pelo contrário, corroboraram com o que foi dito a eles. Percebeu-se que os alunos saem aparentemente satisfeitos com conceitos baixos, desde que estejam aprovados. Particularmente tratando da turma T302, houve um conceito A, três B, vinte C e quatro D. Isso demonstra que para a turma, em Física, o importante é ser aprovado, não importa a nota.

#### **Observação 4 – Disciplina de Física**

Data: 06/09/18

Turma: 302 Ano: 3º

Horário: 8h00min às 9h30min (duas horas-aula)

Assunto da Aula: Circuitos Elétricos

Alunos presentes: 27

Presenciaram esta aula quinze meninas e doze meninos. O professor iniciou a aula solicitando o uso dos cartões de identificação, pois haviam alunos que não estavam usando. Havia em sala de aula uma aluna de intercâmbio vinda da Argentina, com a qual o professor interagiu perguntando se gostava de física. Uma aluna traduziu a pergunta para a intercambista, que após a tradução sinalizou com a mão “mais ou menos”. O professor explicou o cronograma para as futuras aulas dizendo que revisaria o que foi aprendido até o momento sobre circuitos elétricos e posteriormente aprenderiam mais alguns conceitos. Também destacou que o estagiário começaria a reger as aulas no final do mês de setembro ou na primeira semana de outubro. Preocupado com a intercambista, antes de começar a revisão, o professor perguntou se ela já havia aprendido tal conteúdo (circuitos). A aluna respondeu positivamente e acrescentou “*Aprendí el año pasado*”. O

professor iniciou a revisão escrevendo a equação  $R = \rho \frac{L}{A}$  e explicou termo a termo, enfatizou as consequências geradas conforme cada termo presente na equação se alterava. Nenhum aluno questionou ou complementou as explicações. Assim sendo, o professor escolheu a questão 5, composta por três partes (a, b, c) cujo objetivo era aplicar a Lei de Ohm ( $U = R i$ )<sup>12</sup> em um circuito simples composto por uma fonte, fio e lâmpada. O foco desse exercício foi a parte matemática, pois muitos alunos erraram contas matemáticas simples (e. g.  $1,5/3,0 = ?$ ). O professor perguntou “*Como vocês erram uma conta simples dessas, gurizada!?*” e uma aluna respondeu “*É que na prova é difícil pensar assim*”. Partiu-se para a questão 6: 6) *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 em  $R_1$  é maior, menor que a que passa em  $R_2$ , ou igual a ela? b) O valor da resistência  $R_1$  é maior, menor que o da resistência  $R_2$  ou igual ele? c) Qual é o valor da voltagem entre os polos da bateria?* Na figura havia uma DDP em  $R_1$  de 8 V, e em  $R_2$  de 4 V. Sobre a alternativa **a**, o professor perguntou “*Iai? A corrente em  $R_1$  é maior, menor ou igual?*” e uma aluna respondeu “*É igual sor, porque é um circuito em série*”. Sobre a alternativa **b** o professor falou a seguinte frase “*Gurizada, mesmo esquema da A (referindo-se a questão anterior),  $R_1$  é maior, menor ou igual a  $R_2$ ?*” e os alunos ficaram quietos, nitidamente prestando atenção no professor, que sem resposta começou a explicar a questão via Lei de Ohm. Os alunos compreenderam a explicação fornecida, ou seja, se a corrente era a mesma em ambas resistências e a DDP em  $R_1$  era o dobro que em  $R_2$ , conseqüentemente  $R_1 > 2R_2$ . Finalizando a questão 6, o professor questionou a turma em relação a **c** perguntando “*Então qual é a voltagem da bateria?*”, e um aluno respondeu “*A soma das voltagens das lâmpadas, 12 V*”. No início do segundo período entraram quatro alunos “a bangu” (na linguagem do professor), ou seja, sem pedirem licença e tampouco entregarem um bilhete de atraso. Pasmado, o professor perguntou a intercambista se no seu colégio na Argentina os alunos também entravam quando queriam (em tom de brincadeira). A aluna respondeu – com auxílio linguístico de uma colega – que poderiam entrar desde que assinassem uma ata de registro. O professor disse “*Ah bom, que bom, aqui no CAp é assim (fazendo gestos e caretas), os alunos entram a hora que querem, saem a hora que querem*”. Tal frase descontraiu a turma que começou a conversar paralelamente com o professor, que dava continuidade as conversas. Passaram alguns minutos, e o professor retoma a revisão com a questão 7 da prova: 7) *Dois resistores  $R_1$  e  $R_2$ , sendo  $R_1 = R_2 = 12 \Omega$ , são ligadas em paralelo a uma bateria que estabelece, na associação, uma voltagem de 24 V, como pode ser visto na figura ao lado. a) Qual é*

12 Na realidade, a Lei de Ohm informa que para materiais ditos ôhmicos, a razão entre  $U$  e  $i$  é constante. Imagino que o professor tivesse essa informação em mente, porém, se equivocou ao colocar tal expressão ( $U = R i$ ) no quadro-negro afirmando que aquela expressão era a Lei de Ohm.

a resistência equivalente da associação? b) Qual é a corrente que passa em R1? c) Qual é a corrente que passa em R2? d) Qual é a corrente total fornecida pela bateria? O professor trabalhou o exercício conceitualmente e a turma aparentemente compreendeu o que foi explicado, porém, quando o professor começou a fazer o cálculo da resistência equivalente para esse circuito ( $1/R = 1/12 + 1/12$ ), chamou a atenção da turma dizendo “Pessoal ... (pausa) ...  $1/12 + 1/12 = 2/12$  e não  $2/24$  pombas! Como é que vocês me erram essa conta gurizada!”. Percebi na turma um aluno que não acreditou no resultado falando para o colega “Como pode?  $12 + 12$  é  $24$ ”. O professor não ouviu tal frase, mas ressaltou “Pessoal, vocês podem estudar frações nos livros do 6º ano” e a turma riu novamente. Como “dica”, o professor ressaltou que a resistência equivalente possui módulo menor que a menor das resistências em paralelo sempre. Faltavam 10 minutos para o fim da aula, o professor anunciou que estagiário entregaria um questionário para que respondessem, a fim de tornar as futuras aulas mais proveitosas para a maioria da turma. Enquanto os alunos respondiam o questionário, o professor realizou a chamada.

**Reflexão:** O professor trabalhou vagarosamente e com paciência, as questões 5, 6 e 7 da prova. Os alunos não questionaram o professor, mas complementavam algumas afirmações, demonstrando que conceitualmente o conteúdo estava aprendido por boa parte da turma. Percebi um problema sério em relação à matemática, pois alunos de 3º ano não saberem executar soma de frações é algo preocupante. Reparei também um certo nervosismo por parte de alguns alunos ao falarem de suas provas, notavelmente, sentem-se pressionados ao realizá-las.

### **Observação 5 – Disciplina de Matemática**

Data: 11/09/18

Turma: 302 Ano: 3º

Horário: 8h00min às 9h30min (duas horas-aula)

Assunto da Aula: Baricentro de um Triângulo

Alunos presentes: 28

Presenciaram esta aula dezesseis meninas e doze meninos. A professora entrou em sala de aula solicitando que os alunos sentassem em fila e realizou a chamada. Logo após, escreveu no quadro-negro a data da prova de recuperação (em dois dias) e, de certa forma, ficou um clima tenso em sala de aula pois os alunos protestaram em relação à data marcada. A professora não cedeu às reclamações e iniciou a aula retomando os conceitos de mediana e mediatriz em geometria analítica que os alunos já tinham conhecimento. Enquanto a professora falava a turma permanecia em

silêncio, apenas respondendo questionamentos. Finalizada a retomada de conceitos, a professora escreveu no quadro o conteúdo da aula – baricentro de um triângulo – e disse que a definição de baricentro estava no livro e bastava os alunos lerem. A professora consultou o livro para escolher um exemplo adequado e desenhá-lo no quadro. Quando a professora terminou de desenhar o triângulo no quadro com auxílio de uma régua, ela pediu para os alunos calcularem as mediatrizes desse triângulo. Enquanto os alunos faziam seus cálculos, a professora informou que a equipe de monitoria havia feito uma lista de exercícios e que ela iria distribuí-la. A professora entregou a lista para a primeira aluna de uma fileira próxima à sua cadeira e pediu para que ela passasse adiante. Enquanto a professora fazia o exercício no quadro, a mesma confundiu-se ao explicar o conceito de mediatriz e explicou o conceito de bissetriz. A turma ficou confusa e por conta disso, a professora escreveu os conceitos de mediana, mediatriz e bissetriz no quadro a fim de sanar possíveis confusões. Passados dez minutos, a professora iniciou a resolução do exercício (encontrar os pontos médios entre dois vértices e traçar a mediatriz) junto com a turma. A professora finalizou a resolução dizendo que o ponto de encontro entre as três mediatrizes se chamava baricentro. Após esse momento, a professora questionou “*É fácil turma?*”, porém ninguém respondeu, então ela complementou dizendo que “*A moral da geometria analítica era essa, é poder analisar as coisas*”. A professora escreveu no quadro uma lista de exercícios e pediu para os alunos fazerem. Os alunos se reuniram e começaram a fazer os exercícios, enquanto isso, a professora caminhava pela sala sanando dúvidas. Fim da aula.

**Reflexão:** Foi uma aula tradicional, com exposições e uso do livro. O que chamou a atenção foi a mudança de comportamento dos alunos em relação à professora e sua aula. Os alunos seguiam as orientações da professora sem questioná-la – a exceção da data da prova, nem mesmo em relação ao conteúdo apresentado. O semblante deles era diferente em relação à disciplina de Física. Pareceu-me que os alunos ficam tensos na aula de matemática e mais relaxados nas aulas de Física. A presença nessa aula foi importante para verificar como o problema matemático na Física está presente também na disciplina de Matemática.

### **Observação 6 – Disciplina de Física**

Data: 13/09/18

Turma: 302    Ano: 3º

Horário: 8h00min às 9h30min (duas horas-aula)

Assunto da Aula: Circuitos Elétricos

Alunos presentes: 23

Presenciaram esta aula doze meninas e onze meninos. O professor entrou na sala de aula anunciando prova surpresa. Tal atitude gerou um certo alvoroço na turma, no entanto o professor repetiu “*É prova surpresa e sentem em duplas*”. Os alunos se organizaram e sentaram em duplas (dez duplas e um trio) conforme ordenado. Quando o professor explicou a prova dizendo: “*Pessoal, na realidade não é uma prova. É um teste de concepções sobre circuitos, é só teoria, não precisam fazer conta nenhuma! A única consulta é o colega de dupla de vocês*”. Após esse comunicado, o professor destacou que o teste não valia nota e o entregou. O professor leu as condições do teste explicando que: i) as lâmpadas presentes nos circuitos em todo o teste eram idênticas; ii) fios com resistência desprezível; e iii) as resistências das baterias eram desprezíveis. Enquanto os alunos trabalhavam, o professor realizou a chamada. Um aluno perguntou qual deveria ser o sentido da corrente para responder ao teste, o professor respondeu que o sentido não importava nesse caso e foi complementado por uma aluna dizendo para seu colega a frase “*Usa o convencional que é mais fácil*”. O professor caminhou pela sala sanando pequenas dúvidas e aproveitou a ocasião para ligar o computador e o projetor. No final do primeiro período de aula (45 min), todos os alunos haviam terminado o teste e por esse motivo o professor iniciou as discussões partindo da primeira questão cujo enunciado era: *No circuito da figura 1 (circuito com fonte e três lâmpadas em série) pode-se afirmar que: a) L1 brilha mais que L2 e esta mais do que L3; b) L3 brilha mais que L2 e esta mais do que L1; c) as três lâmpadas têm o mesmo brilho.* O sistema adotado pelo professor para os alunos informarem qual a alternativa marcada era simples, o professor perguntava “*Quem marcou a letra tal?*” e os alunos levantavam a mão na alternativa escolhida. Quando havia alguma divergência entre as questões, o professor mediava o debate pedindo para aqueles que acertaram a questão explicarem para a turma a sua “linha de raciocínio” (nas palavras do professor). Na primeira questão, dos 12 grupos, dois responderam a letra **a**, dando a entender que a corrente gastava ao circular pelo circuito. Um dos grupos que acertou a questão falou que “*Os brilhos são os mesmos porque é um circuito em série e por isso a corrente é a mesma*”, e o professor complementou enfatizando “*Gurizada, a corrente não gasta! O que acontece é que com o tempo, a bateria não vai conseguir mais proporcionar a mesma DDP por causa da resistência interna dela. Isso nós veremos na aula que vem*”. A mesma situação ocorreu na questão 2 (mesmo circuito da questão 1, porém no lugar da L2 foi colocado um resistor R). A questão 3 possuía um circuito com uma bateria e uma associação em paralelo com dois caminhos, um com a lâmpada L1, e outro com uma lâmpada L2 e um resistor R. O professor explicou o processo da divisão de corrente elétrica num circuito com associação em paralelo, focando nos caminhos que a corrente percorre conforme a resistência encontrada por ela. O professor contextualizou a explicação utilizando tamanhos de

portas e número de pessoas: “*Gurizada, passam mais pessoas por uma porta maior do que por uma porta menor, por quê? Porque a porta menor impôs maior resistência*”. Com essa analogia, percebi que a turma entendeu o comportamento da corrente. A última questão que foi abordada em aula foi a de número quatro, cujo circuito apresentado apresentava duas lâmpadas (L1 e L2) em série, porém, entre L1 e L2 havia um interruptor apenas com fio (caminho alternativo). A questão perguntava o que ocorria com o brilho das lâmpadas quando o interruptor era fechado. Como sabemos, ao fechar o interruptor, a corrente tem um caminho livre (sem resistência) e começa a passar apenas por ele, conseqüentemente, o brilho de L1 aumenta pois a resistência geral do circuito diminui. Os alunos demonstraram dificuldade em compreender esse raciocínio. O professor explicou o raciocínio anterior e complementou dizendo “*Com esse caminho aberto, a corrente passa toda por ali, a DDP da bateria não muda, então, se a DDP é a mesma e a resistência total do circuito diminui, a corrente que passa só (ênfase) em L1 aumenta, e obviamente o brilho dela também*”. Apesar da dificuldade, os alunos demonstraram entender a explicação. O professor perguntou se a turma gostou de fazer o teste e a resposta foi unânime, todos gostaram. O professor encerrou a aula e saiu da sala.

**Reflexão:** Os alunos realmente aproveitaram a oportunidade proporcionada pelo professor acerca do teste, pois notei que os alunos debatiam as questões antes de marcar. Mesmo não valendo nota, houve empenho por parte dos estudantes. Os alunos que acertavam as questões, comemoravam, e aqueles que se equivocavam, ficavam chateados nitidamente, porém, ficavam atentos às explicações. O professor me disse no particular que os alunos “gostam desse *Peer Instruction* enjambrado (risos)”. Entendo que tal método vai ser produtivo nessa turma.

### **Observação 7 – Disciplina de Física**

Data: 15/09/18 (sábado)

Turma: 302 Ano: 3º

Horário: 8h00min às 9h30min (duas horas-aula)

Assunto da Aula: Circuitos Elétricos

Alunos presentes: 17

Presenciaram esta aula onze meninas e seis meninos. O professor chegou na sala antes que seus alunos, ligou o computador e projetor. Conforme os alunos chegavam, o professor os abraçava e desejava um bom dia muito animado. O docente iniciou a aula continuando a correção do teste de concepções sobre circuitos a partir da questão 9. Para qualificar a correção, o professor utilizou uma

simulação computacional do PhET Colorado intitulada *Kit para montar circuito DC*. Então, o professor montou o circuito misto composto por quatro lâmpadas (L1, L2, L3 e L4), sendo que L2 e L3 estão em paralelo (cada uma em um caminho), mas em série com L1 e L4. O professor explicou calmamente esse circuito e perguntou para a turma “*Como é o brilho de L1 em relação a L4?*”, um aluno respondeu que “*Os brilhos são iguais, mas pela simulação, são maiores que os brilhos das lâmpadas 2 e 3*”. O professor sinalizou positivamente e para comparar as correntes nos trechos, adicionou amperímetros no circuito que informavam que a corrente que transitava em L1 e L4 era o dobro da corrente que transitava na associação em paralelo, composta por L2 e L3. O professor complementou a sua explicação dizendo “*Pessoal, saibam que DDP é uma coisa, corrente elétrica é outra coisa e resistência é outra coisa, e essas coisas estão relacionadas pela Lei de Ohm<sup>13</sup>. Em uma pilha há reações químicas exotérmicas, que dependem das propriedades dos materiais, e essa energia emanada é capturada pelos elétrons gerando uma DDP que gera uma corrente que passa pelo circuito*”. O professor parou de falar por um momento e ficou olhando para um ponto fixo, uma aluna disse “*Bugou?*” (expressão que assemelha-se a travar) e o professor respondeu que “*Não buguei não, o que eu quero fazer é uma transposição didática, que é fazer uma analogia didaticamente correta entre a ciência dura e algo ensinável, e o importante nesse processo é cuidar para não cairmos em erros conceituais, o que muitos professores fazem ao fazer analogias. Mas isso não vai acontecer porque eu sei muita Física*”. A última frase foi dita em tom de brincadeira e a turma riu. Para explicar os sentidos da corrente elétrica, o professor fez a seguinte analogia: i) o fio equivale-se a um cano; ii) os átomos de Cobre (Cu) equivalem-se a cocôs; e iii) o elétron livre (presente na última camada) equivale-se a uma mosca. O professor explicou que quando surge uma DDP nesse cano, toda “merda” (átomos de cobre) é muito pesada para ser levada para outra extremidade do cano, porém as moscas, que são muito mais leves, são facilmente conduzidas, porém não todas. O professor disse que essa ida das moscas em direção a extremidade positiva do cano é o sentido real da corrente, e também disse que “*Quando as moscas vão para lá (extremidade positiva), abrem-se buracos que vão ser preenchidas por outras moscas e assim vamos. Os buracos vão se abrindo rumo à extremidade negativa, e esse é o sentido convencional da corrente*”. Uma aluna questionou “*Mas sor, não vai ter uma hora que isso vai parar? Porque os elétrons vão ir pro positivo e deu*”. O docente respondeu que “*Esse processo não pára por causa da bateria, que vai ceder elétrons para os Cu (átomos de cobre) e manter o processo até que não consiga mais gerar a DDP necessária*”. Com essa analogia, a turma pareceu entender os sentidos de corrente “existentes”. Então o professor mudou o foco e começou a explicar as quedas de potencial em um

---

13 Aqui não sei dizer se o professor falava da informação que a Lei de Ohm traz, ou se referia-se à equação  $U = R \cdot i$  (equivocada).

circuito. Ele sentiu insegurança nas respostas dos alunos e disse “*Eu já expliquei isso e vocês já tinham entendido muito bem, mas agora, nesse circuito misto a coisa é um pouco mais complicada, vamos rever isso aqui*”. Então ele desenhou no quadro um circuito com três lâmpadas idênticas em série e calculou a DDP em cada uma delas. Na sequência perguntou se “*A DDP que cada lâmpada estava submetida era igual a DDP que a bateria oferece?*” e a turma unanimemente respondeu “*Não!*”. O professor explicou detalhadamente a DDP existente em cada lâmpada e turma o acompanhou complementando suas falas. O professor então retornou para o circuito misto da questão 9 e explicou lentamente a DDP em cada lâmpada presente no mesmo. Uma aluna perguntou “*O que tu tá usando para calcular isso?*” e obteve como resposta do docente “*Apenas a Lei de Ohm e lógica. Cada circuito é um quebra-cabeças que tem que ser resolvido*”. Uma outra aluna pediu para o professor simular o circuito da questão 6, composto por uma bateria, uma lâmpada e um caminho alternativo com um interruptor aberto entre as duas extremidades da lâmpada. O professor perguntou “*O que acontece com o brilho da lâmpada quando fecharmos o interruptor?*” e uma aluna respondeu “*Deixa de brilhar porque os elétrons vão pelo caminho mais fácil*”. Outra aluna não entendeu e a colega que havia entendido (passagem anterior) explicou para ela, ao professor coube dizer “*Isso aí!*”. O professor fez a chamada e finalizou a aula.

**Reflexão:** A turma gostou de interagir com as simulações, e de certa forma houve uma aplicação do método P. O. E. Tal estratégia também me parece viável na turma que quando provocada, interage.

### **Observação 8 – Disciplina de Matemática**

Data: 25/09/18

Turma: 302    Ano: 3º

Horário: 8h00min às 9h30min (duas horas-aula)

Assunto da Aula: Resolução de exercícios e Equação da Reta

Alunos presentes: 23

Presenciaram esta aula doze meninas e onze meninos. A professora entrou em sala de aula solicitando que os alunos sentassem em fila e realizou a chamada. Logo após, informou aos alunos que corrigiu as provas de recuperações e as entregou. Também solicitou que conferissem a prova, assinassem e a devolvessem pois ela era um documento importante. A professora enfatizou que alguns alunos estavam levando “*na brincadeira*” e que não estão comprometidos com a disciplina pois nem nos laboratórios de reforço estão indo. Aproveitou o momento para discutir quais

disciplinas têm maior influência no conselho final. Uma aluna destacou que a professora não poderia exigir que os alunos priorizassem apenas a sua disciplina e deixasse de lado as outras. A professora rebateu a fala dizendo que não quer que os alunos priorizem sua disciplina, mas gostaria que “*corressem atrás*” e se esforçassem. Conforme os alunos devolviam a prova assinada, a professora explicava a situação de cada um – em particular – mostrando seus conceitos em uma planilha. Após, a professora escreveu no quadro a data da prova de recuperação referente ao 1º trimestre. A professora iniciou a aula lembrando que os alunos haviam visto na aula anterior a Equação da Reta e começou a fazer um exercício no quadro cujo objetivo era encontrar o coeficiente angular da reta a partir de um gráfico. Alguns alunos mexiam no celular nesse momento, outros estavam com um olhar vago, não prestando muita atenção na docente – que seguiu fazendo o exercício. A professora buscava interação a partir de questionamentos para os alunos, que aos poucos começaram a respondê-la. A professora disse que passaria a solucionar dúvidas da lista de exercícios do livro propostos por ela, pois assim, o estagiário da disciplina que começaria na próxima semana, poderia iniciar um conteúdo “*do zero*”. Os alunos focaram suas dúvidas em questões envolvendo o conceito de ponto médio. A docente focou em exercícios do ENEM e enfatizou – ao resolvê-los – o caráter eliminatório dessas questões. Não foram muitas dúvidas e por esse motivo a professora começou a abordar o seguinte conteúdo: inclinação e coeficiente angular da reta. A docente apresentou um exemplo partindo do círculo trigonométrico com retas de diferentes inclinações: uma reta horizontal, duas diagonais (uma crescente e outra decrescente) e uma vertical. Após, disse que o ângulo de inclinação obtém-se sempre no sentido anti-horário e que o mesmo pode ser encontrado quantitativamente a partir da tangente com a seguinte equação:  $m = \operatorname{tg}(\alpha) = y_f - y_i / x_f - x_i$ . Após essa demonstração, finalizou a aula.

**Reflexão:** Os alunos estavam “no mundo da lua” nessa aula, e a professora – embora tentasse de algumas maneiras fazer com que interagissem – não conseguiu fazer com que se interessassem por essa aula. Na oportunidade dada aos alunos, para que explanassem suas dúvidas, reparei em conversas paralelas que a maioria deles estavam escolhendo os exercícios seja pelo tamanho do enunciado, ou aleatoriamente. Imagino que isso ocorreu para que não tivessem conteúdo novo, e tal vontade adveio dessa apatia da turma como um todo nesse dia.

#### 4. PLANEJAMENTO

A unidade de ensino apresentada na seção 5 foi planejada num intervalo de dois meses, isto é, entre o início do período letivo (início de agosto) e o início da regência (final de setembro). Durante esse período foram realizadas leituras e discussões de textos sobre avaliação, metodologias e teorias de aprendizagem, sugeridos pelo orientador desse trabalho. Simultaneamente às aulas, foi escolhida a escola em que as observações e a regência aconteceriam.

Em conversas com o professor responsável pela disciplina de Física da turma T302, ficou acordado que o conteúdo da unidade de ensino seria Eletromagnetismo e que seriam sete aulas entre o final de setembro de 2019 e o final de novembro desse mesmo ano. A partir desse momento, iniciou-se o planejamento das aulas tentando aproveitar todo o conhecimento obtido ao longo do curso para esse fim.

A unidade de ensino tem como principal objetivo a inferência da magnitude do campo magnético gerado pelo anti-herói Magneto em cenas de filmes a partir da Modelagem Científica por parte dos alunos. Tal atividade é o diferencial dessa unidade de ensino. Essa atividade foi inspirada no artigo intitulado *Eletromagnetismo e o Anti-Herói Magneto: uma possível abordagem no Ensino Médio* (DA SILVA, 2012). Para tal, foi construída uma sequência de aulas visando proporcionar ferramentas para que os alunos tivessem a capacidade de modelar em grupos (ou individualmente) a situação escolhida. Tentando tornar essa sequência significativa – na visão Ausubeliana – foi aplicado um questionário no período de observação para reconhecer alguns aspectos da turma, que geraram consequências no planejamento das aulas. O questionário aplicado pode ser visto no Apêndice A.

A composição da nota final dos alunos se deu a partir de alguns critérios de avaliação: i) Participação em aula (1,5 ponto) – *presença nas aulas (0,6 ponto) e interação com os métodos ativos de aprendizagem (0,9 ponto)*; ii) Atividade de Modelagem do Magneto (3,5 pontos) – *evidenciação de conceitos físicos (0,5 ponto), idealizações/suposições feitas (1,0 ponto), cálculo e uso de modelos teóricos (1,5 ponto) e análise do resultado (0,5 ponto)*; e iii) Avaliação (5,0 pontos): *abordagem qualitativa e quantitativa acerca dos conceitos abordados na unidade de ensino (5,0 pontos)*. A avaliação valerá 10,0 pontos e a nota referente a esse tópico será equivalente a 50% da nota do aluno nessa avaliação.

Tanto a lista de exercícios quanto a avaliação aplicada podem ser vistos nos Apêndices B e C respectivamente.

Os resultados advindos desses critérios serão analisados nas considerações finais (seção 6).

## 5. REGÊNCIA

O período de regência iniciou-se em 27/09/2018 com a Aula 1, em concordância com o relato abaixo em 5.1, totalizando quatorze horas-aula de regência divididas em sete encontros compostos de duas horas-aula cada. As aulas foram ministradas em uma sala contendo 40 cadeiras com braços para escrita, quadro-negro acompanhado de gizes, um computador conectado ao projetor que a sala disponha, tela retrátil para o projetor, quatro ventiladores de teto e cortinas nas janelas.

Salvo algumas alterações – cujas explicações constam nos relatos de regência – entre um plano de aula e outro, o planejamento foi seguido. A Tabela 2 abaixo demonstra o cronograma de regência para esta unidade de ensino.

Tabela 2: Cronograma de Regência de Eletromagnetismo no CAp – UFRGS;

Aula	Data	Conteúdo(s) a ser(em) trabalhados(s)	Objetivos de Ensino (aula)	Estratégias de Ensino
1	27 / 09 / 18  <b>Horário:</b> Início: 8h00 Término: 9h30	Apresentação da Unidade de Ensino;  A importância do Eletromagnetismo em nossas vidas – Visão do Todo;  Atividade de Modelagem envolvendo o anti-herói, Magneto.	Apresentar o trabalho que será desenvolvido no período de regência;  Apresentação dos métodos <i>Peer Instruction</i> , P. O. E (predizer, observar e explicar) e Modelagem Científica;  Explicitar os processos avaliativos, informando as percentagens para cada atividade;  Apresentar a importância do Eletromagnetismo através das quatro interações fundamentais da natureza;  Contextualizar o Eletromagnetismo: Iluminação, Comunicação, Eletrodomésticos, Vida Terrestre;  Destacar o magnetismo no mundo animal: Abelhas, Formigas, Pombas e Tartarugas;  Destacar o magnetismo no universo Marvel: Magneto;  Apresentar a atividade de modelagem do Campo Magnético gerado pelo Magneto em uma dada situação para os alunos.	Exposição dialogada;  Instrução pelos colegas (PI): questão-teste sobre onde se observa magnetismo;  Dinâmica reflexiva (sem celulares, luz, projetor);  Modelagem científica – conceitos envolvidos na teoria;  Vídeo do Youtube contendo cenas do Magneto. Disponível em: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=emuHajtRS4">https://www.youtube.com/watch?v=emuHajtRS4</a> .
2			Auxiliar em dúvidas, se houverem, consequentes da atividade de Modelagem	Exposição dialogada;

	<p>04 / 10 / 18</p> <p><b>Horário:</b></p> <p>Início: 8h00</p> <p>Término: 9h30</p>	<p>Atividade de Modelagem envolvendo o anti-herói, Magneto;</p> <p>Funcionamento de uma Bússola;</p> <p>Ímãs e Eletroímã;</p> <p>Conceito de Campo Magnético e sua natureza vetorial;</p> <p>Polos Magnéticos;</p> <p>Linhas de Campo;</p> <p>Campo Magnético Terrestre.</p>	<p>apresentada na aula anterior;</p> <p>Apresentar a origem do Magnetismo – História da Ciência – Bússola e Magnetita;</p> <p>Explicitar a existência do Campo Magnético e que o mesmo pode ser representado por linhas de campo.</p> <p>Conceituar Campo Magnético contextualizando com outros “campos” conhecidos pelos alunos;</p> <p>Apresentar a unidade de medida no SI para o Campo Magnético, o tesla;</p> <p>Apresentar duas maneiras de gerar campo magnético: Ímãs e Eletroímãs;</p> <p>Demonstrar a existência de polos magnéticos, destacando a não observação de monopolos e diferenciando da polaridade de cargas elétricas;</p> <p>Demonstrar e simular a existência de linhas de campo relacionando com o conceito de representação da Modelagem Científica utilizando a Bússola. Retomando a ideia de Campo Magnético;</p> <p>Discutir e debater a formação do Campo Magnético terrestre a partir de um documentário do <i>National Geographic</i>;</p> <p>Demonstrar que corrente elétrica gera campo magnético observado por uma bússola. Experiência semelhante à de Oersted.</p>	<p>Modelagem Científica – representação e conceitos envolvidos na teoria para auxiliar os alunos na atividade;</p> <p>Abordagem histórica;</p> <p>Método P.O.E. (predizer, observar, explicar) nas demonstrações;</p> <p>Demonstrações: Levitação Magnética (Repulsão de polos iguais, disponível em: <a href="https://www.ciensacao.org/experimento_mao_na_massa/e5102p_levitation.html">https://www.ciensacao.org/experimento_mao_na_massa/e5102p_levitation.html</a>);</p> <p>Simulação do PhET: <i>Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday</i>. Disponível em: <a href="https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/faraday">https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/faraday</a>;</p> <p>Documentário do <i>National Geographic</i> sobre o campo magnético terrestre disponível em: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=ZlsGwwv02tE&amp;t=534s">https://www.youtube.com/watch?v=ZlsGwwv02tE&amp;t=534s</a>;</p> <p>Demonstração: A descoberta de Oersted. Disponível em: <a href="https://www.ciensacao.org/experimento_mao_na_massa/e5047p_orsted.html">https://www.ciensacao.org/experimento_mao_na_massa/e5047p_orsted.html</a>;</p> <p>Discussão e debate em relação aos conceitos estudados.</p>
3	<p>11 / 10 / 18</p> <p><b>Horário:</b></p> <p>Início: 8h00</p> <p>Término: 9h30</p>	<p>Atividade de Modelagem envolvendo o anti-herói, Magneto;</p> <p>Campo Magnético ao redor de um fio retilíneo;</p> <p>Campo Magnético em espiras circulares e solenóides;</p> <p>Indutância.</p>	<p>Auxiliar em dúvidas, se houverem, consequentes da atividade de Modelagem sobre o Magneto;</p> <p>Retomar conceitos – propriedades de um ímã e campo magnético – abordados na aula 2.</p> <p>Retomar demonstração de Oersted da aula anterior e questionar a orientação desse campo;</p> <p>Apresentar a regra da mão direita (<math>i \rightarrow B</math>) para posteriormente, aplicá-la;</p> <p>Relacionar o campo magnético gerado por um fio retilíneo com uma espira condutora consequentemente com um solenóide;</p> <p>Demonstrar como é gerado o campo magnético em um solenóide qualitativamente</p>	<p>Exposição dialogada;</p> <p>Modelagem científica – conceitos envolvidos na teoria para auxiliar os alunos na atividade;</p> <p>Demonstração com ímãs e duas moedas de um real, fabricadas em 1998 e 2002. Aproveitando a notícia do BCB disponível em: <a href="https://www.bcb.gov.br/textonoticia.asp?codigo=251&amp;idpai=NOTICIAS">https://www.bcb.gov.br/textonoticia.asp?codigo=251&amp;idpai=NOTICIAS</a>;</p> <p>Demonstração de um vídeo sobre a descoberta de Oersted. Disponível em: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=w-1-4Xnjuw">https://www.youtube.com/watch?v=w-1-4Xnjuw</a>;</p> <p>Simulação do PhET: <i>Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday</i>. Disponível em:</p>

			<p>(Simulação) e quantitativamente (Equação);</p> <p>Apresentar qualitativamente e quantitativamente o conceito de Indutância (capacidade de induzir campo magnético);</p> <p>Desenvolver a habilidade de resolução de problemas diversos;</p> <p>Disponibilizar no <i>Moodle</i> uma lista de exercícios (extensa) sobre os conceitos da unidade de ensino.</p>	<p><a href="https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/faraday">https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/faraday</a>;</p> <p>Instrução pelos colegas (PI): testes conceituais sobre campos magnéticos gerados por corrente elétrica seguidos de explicações, debates e discussões.</p>
4	<p>18 / 10 / 18</p> <p><b>Horário:</b></p> <p>Início: 8h00</p> <p>Término: 9h30</p>	<p>Atividade de Modelagem envolvendo o anti-herói, Magneto;</p> <p>Indutância;</p> <p>Fluxo Magnético;</p> <p>Lei de Faraday-Lenz – Indução – <i>f.e.m</i> e corrente induzida.</p>	<p>Auxiliar em dúvidas, se houverem, consequentes da atividade de Modelagem sobre o Magneto;</p> <p>Solucionar dúvidas, se houverem, consequentes da lista de exercícios disponibilizada no <i>Moodle</i> na aula anterior;</p> <p>Desenvolver a habilidade de resolução de problemas diversos;</p> <p>Relembrar os conceitos da aula anterior através de uma simulação do PhET Colorado;</p> <p>Apresentar qualitativamente e quantitativamente o conceito de Indutância (capacidade de induzir campo magnético);</p> <p>Introduzir o conceito de Fluxo Magnético tanto qualitativamente quanto quantitativamente acompanhado da sua unidade de medida, o weber;</p> <p>Apresentar a Lei de Faraday-Lenz.</p>	<p>Exposição dialogada;</p> <p>Modelagem científica – conceitos envolvidos na teoria para auxiliar os alunos na atividade;</p> <p>Lista de exercícios qualitativos e quantitativos relativos aos conteúdos da unidade de ensino;</p> <p>Essência da Aprendizagem Significativa: não responder/demonstrar respostas a perguntas que não são feitas;</p> <p>Simulação do PhET: <i>Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday</i>. Disponível em: <a href="https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/faraday">https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/faraday</a>;</p> <p>Instrução pelos colegas (PI): testes conceituais sobre o Fluxo Magnético e a Lei de Faraday-Lenz, seguidos de explicações, debates e discussões.</p>
5	<p>01 / 11 / 18</p> <p><b>Horário:</b></p> <p>Início: 8h00</p> <p>Término: 9h30</p>	<p>Atividade de Modelagem envolvendo o anti-herói, Magneto;</p> <p>Lei de Faraday-Lenz – Indução – <i>f.e.m</i> e corrente induzida;</p> <p>Força de Lorentz (Magnética);</p>	<p>Auxiliar em dúvidas, se houverem, consequentes da atividade de Modelagem sobre o Magneto;</p> <p>Solucionar dúvidas, se houverem, consequentes da lista de exercícios disponibilizada na aula 3;</p> <p>Apresentar a contribuição de Lenz para Lei de Faraday;</p> <p>Destacar a existência de uma força no campo magnético e apresentar qualitativamente (conceito) e quantitativamente (equação) o conceito de força magnética relacionando com a Força Coulombiana;</p> <p>Apresentar o produto vetorial para força de Lorentz (<math>F \times B</math>) utilizando a mão direita para posteriormente aplicá-lo em situações</p>	<p>Exposição dialogada;</p> <p>Modelagem científica – conceitos envolvidos na teoria para auxiliar os alunos na atividade;</p> <p>Lista de exercícios qualitativos e quantitativos relativos aos conteúdos da unidade de ensino;</p> <p>Essência da Aprendizagem Significativa: não responder/demonstrar respostas a perguntas que não são feitas;</p> <p>Instrução pelos colegas (PI): testes conceituais sobre o Fluxo Magnético e a Lei de Faraday-Lenz, seguidos de explicações, debates e discussões.</p>

		Reportagem sobre os “anéis emagrecedores magnéticos”. Análise crítica.	distintas com cargas em movimento imersas em campo magnético uniforme; Demonstração do “cientificamente comprovado”. Um anúncio coletado na internet pelo professor Fernando Lang da UFRGS.	Instrução pelos colegas (PI): testes conceituais sobre força de Lorentz seguidos de explicações, debates e discussões; Discussão e debate em grupos sobre a reportagem apresentada. Afinal, é verídico ou não; Epistemologia – Ciência como construção humana. Criticar a visão salvacionista da ciência.
6	08 / 11 / 18 <b>Horário:</b> Início: 8h00 Término: 9h30	Atividade de Modelagem envolvendo o anti-herói, Magneto; Revisão de conteúdos trabalhados na unidade de ensino.	Discussão e debate sobre os resultados encontrados pelos alunos em seus trabalhos em grupo fora do período de aula, demonstrados em quadros brancos; Revisão para a avaliação via lista de exercícios conceituais e numéricos.	Exposição dialogada; Modelagem científica – conceitos envolvidos na teoria para auxiliar os alunos na atividade.
7	22 / 11 / 18 <b>Horário:</b> Início: 8h00 Término: 9h30	Avaliação.	Avaliar objetivamente a aprendizagem dos conceitos trabalhados por parte dos alunos.	Uso de problemas conceituais e numéricos trabalhados em aula e na lista de exercícios entregue na aula 3.

Espera-se que os alunos – após essa unidade de ensino – sejam capazes de:

- Diferenciar os campos elétricos e magnéticos;
- Descrever as linhas de campo magnéticas e relacioná-las com o conceito de Campo Magnético;
- Diferenciar os conceitos de força e campo;
- Identificar a existência de polos magnéticos;
- Distinguir polos Norte e Sul de cargas positivas e negativas;
- Diferenciar as forças elétricas e magnéticas;
- Explicar de maneira simples a formação do campo magnético terrestre;
- Explicar o funcionamento de uma bússola;
- Identificar e relacionar as grandezas que interferem na intensidade do campo magnético nos condutores elétricos;

- Usar a regra da mão direita para fios percorridos por corrente elétrica para determinar a orientação do Campo Magnético;
- Explicar o conceito de fluxo magnético;
- Descrever a Lei de Faraday-Lenz;
- Resolver problemas numéricos envolvendo Eletromagnetismo;
- Definir o que é Força de Lorentz;
- Usar o produto vetorial com a mão direita para verificar a direção e sentido da Força de Lorentz;
- Analisar anúncios “cientificamente comprovados” envolvendo conceitos básicos de eletromagnetismo;
- Identificar o quão grande é a unidade de medida chamada Tesla;
- Demonstrar a capacidade de argumentar, analisar e debater os resultados encontrados;
- Trabalhar colaborativamente.

As descrições das aulas ministradas contêm informações básicas como o plano de aula desenvolvido, a data que a aula foi ministrada, o conteúdo abordado, duração da aula, a quantidade de alunos e um relato acompanhado de uma breve reflexão sobre a regência.

## 5.1. Aula 1

**Data:** 27 / 09 / 18

**Horário:** 8h00min às 9h30min (duas horas-aula)

**Assunto da Aula:** Apresentação da Unidade de Ensino e visão geral de Magnetismo

**Quantidade de alunos:** 24

### 5.1.1. Plano de Aula

**Objetivos de ensino:** Apresentar o trabalho a ser desenvolvido no período de regência; Apresentação dos métodos *Peer Instruction*, P. O. E. (predizer, observar e explicar) e Modelagem Científica; Explicitar os processos avaliativos, informando as percentagens para cada atividade; Apresentar a importância do Eletromagnetismo através das quatro interações fundamentais da natureza; Contextualizar o Eletromagnetismo: iluminação, comunicação, eletrodomésticos, vida terrestre; Destacar o magnetismo no mundo animal: abelhas, formigas, pombas e tartarugas; Destacar o magnetismo no universo Marvel: Magneto; Apresentar a atividade de modelagem do Campo Magnético gerado pelo Magneto em uma dada situação para os alunos.

**Atividade Inicial:** Iniciarei a aula com uma explanação introdutória – com auxílio de um projetor – sobre o período de regência levando em consideração as respostas do questionário aplicado. Durante esse momento, o foco do discurso será demonstrar que os alunos foram ouvidos e que as aulas foram construídas para eles, visando tornar a aprendizagem significativa. Após, apresentarei as metodologias ativas de ensino que estarão presentes na unidade de ensino seguidas dos métodos de avaliação. Esta apresentação inicial deverá ocupar em torno de 30 minutos de aula.

**Desenvolvimento:** Começarei a unidade de ensino fazendo uma pergunta – com quatro alternativas – sobre qual das opções fornecidas eles acham que há relação com o Magnetismo. Utilizarei o *Peer Instruction* acompanhado dos *Plickers* para fazer essa atividade. Tal atividade deverá ocupar em torno de 10 minutos de aula. Com as respostas e discussões entre os alunos, farei uma reflexão com a turma visando demonstrar a importância do Eletromagnetismo em dois momentos: i) o primeiro se dará a partir de uma explanação simples sobre as quatro interações fundamentais da natureza, onde há duas forças atuantes no interior da matéria, outra nos “prende” ao chão e o resto é Eletromagnetismo; e ii) a fim de colaborar com a explanação anterior, realizarei uma breve dinâmica reflexiva cujo objetivo é pensar no mundo sem o eletromagnetismo. Perguntarei para os alunos, como eles fariam para se comunicar com sua família? Como iluminariam a sala? Como aqueceriam sua refeição que estava na geladeira? Espera-se que essa dinâmica reflexiva demonstre a importância do conteúdo que será trabalhado. Esse momento deverá ocupar 20 minutos de aula. Após, destacarei em cerca de 20 minutos, a influência do magnetismo no mundo animal – abelhas, formigas, pombas e tartarugas – e no universo das HQ’s através de um vídeo contendo cenas do anti-herói Magneto.

**Fechamento:** Junto à realização da chamada, nos 10 minutos restantes, apresentarei aos alunos a atividade de modelagem sobre o campo magnético gerado pelo anti-herói Magneto em uma cena pré-definida. Os alunos terão a liberdade de fazer tal atividade em grupo de no máximo cinco pessoas ou individualmente, e apresentarão os seus resultados na parte inicial da aula 6. Explicarei que os conceitos que veremos serão suficientes para realizar essa atividade e enfatizarei que estarei disponível nos horários de monitoria (terça-feira e quinta-feira) para auxiliá-los. Finalizando, solicitarei que escolham uma das cenas e entreguem na próxima aula uma folha contendo: i) os autores dos trabalhos; ii) descrevam a cena escolhida; e iii) conceitos de física envolvidos.

**Recursos:** Computador, projetor, *internet*, *smartphone*, *Plickers*.

### 5.1.2. Relato de Regência

Estiveram presentes nessa aula treze meninas e onze meninos. A aula foi realizada na sala da turma – A 123 – e iniciou pontualmente às 8h. Entrei na sala acompanhado do professor

responsável pela disciplina, que me auxiliou no preparo do projetor que a sala dispunha. Os alunos já estavam na sala conversando entre si e alguns conversando comigo, de certa maneira, ansioso pelo início da minha regência. Iniciei a aula me apresentando, relatando para os alunos a minha história acadêmica junto às bolsas – de extensão, monitoria e iniciação científica – que tive no Colégio de Aplicação. Os alunos me receberam calorosamente e demonstraram gostar do que estavam ouvindo. Após esse momento, apresentei para os alunos algumas respostas referentes ao questionário aplicado no dia 06/09/2018 (observação 4), cujo objetivo era saber o que os alunos pensavam sobre a disciplina de Física. A primeira pergunta apresentada foi: *“Eu gostaria mais de física se...”*. Nas respostas, os alunos solicitaram uma abordagem mais teórica, mais experimentos e que *“não precisasse usar a matemática”*. Ao falar sobre os experimentos, aproveitei para apresentar de maneira breve o método P. O. E., que será utilizado quando forem realizadas algumas pequenas demonstrações. Na sequência, expliquei para os alunos que focaríamos na teoria do magnetismo, porém, não poderíamos deixar os cálculos de lado pois a matemática é a linguagem na qual a Física se apoia para explicar os fenômenos da natureza. Tal explanação serviu de *“gancho”* para a segunda questão apresentada: *“Quais dificuldades você costuma ter ao estudar física?”*. Das 20 respostas, 16 envolveram matemática. Enfatizei mais uma vez que Física não era Matemática, pois se fossem iguais, não precisariam ter nomes diferentes. Os alunos ficaram espantados com o número de respostas, o que me fez crer que, apesar de ser um consenso da turma, não era algo explícito. Tentei mostrar para os alunos a importância dessas duas disciplinas vinculando-as com o concurso vestibular (apesar de a importância transcender esse propósito), já que a maioria dos alunos pretendiam fazer curso superior (resposta do questionário). Posteriormente, apresentei o método de ensino intitulado *Peer Instruction* (PI) e não houve perguntas sobre isso, pois a turma teve um estagiário que aplicou-o no semestre 2018/1. Os alunos receberam bem a proposta de aplicação desse método e disseram que gostavam dele. Com a pergunta *“Sobre os universos Marvel e DC Comics (Vingadores, Liga da Justiça, X-Men, etc): () gosto; () não gosto; () nunca ouvi falar; () apenas conheço”*, verifiquei que grande parte dos alunos gostavam desse tema, e por esse motivo, a atividade final sobre o anti-herói Magneto possui um potencial motivador. As últimas respostas apresentadas foram referentes a seguinte pergunta: *“Você ouvi falar em Modelagem Científica, o que vem à sua cabeça? Comente sua resposta”*. Alguns alunos responderam massinha de modelar, outros falaram em modelar algo, mas a resposta que me chamou mais a atenção foi *“Nossa, acho que vou falar bobagem, mas é o jeito que é desenvolvido a ciência”*. Nesse momento, a aluna que escreveu essa resposta se manifestou e começou a rir, seguida pela turma toda. Porém, deixei a turma se acalmar e disse que aquela resposta não era bobagem e estava totalmente correta. A turma ficou pasma. Expliquei que as teorias conhecidas nos 5% conhecidos do universo foram construídas

– em sua maioria – por pesquisadores e cientistas que modelaram situações, fazendo suposições, idealizações e simplificações da realidade até poder postular uma teoria, que passa pela aceitação da comunidade científica. Os alunos, em toda explanação, prestaram atenção, não conversaram paralelamente e tampouco mexeram em seus celulares. A fim de exemplificar a modelagem científica no tocante a representação, tornando mais clara a ideia de modelo, apresentei os seguintes slides abaixo (Figuras 6 e 7):

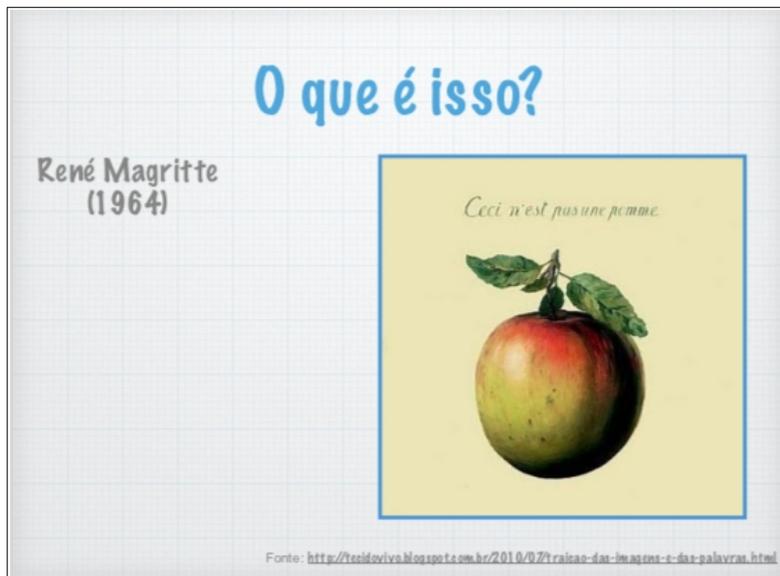


Figura 6: Ceci n'est pas une pomme, René Magritte.

Fonte: <http://tecidovivo.blogspot.com.br/2010/07/traicao-das-imagens-e-das-palavras.html>.



Figura 7: Qual o melhor modelo para representar uma pessoa?

Fonte: <https://unsplash.com>, um endereço onde as imagens estão livres para o uso de qualquer natureza.

Ao apresentar a Figura 6, questionei os alunos sobre a figura perguntando o que eles estavam vendo. Parte dos alunos responderam “maçã” e outros responderam “pêssego”. Um aluno

que fazia aulas de francês na escola leu a frase – *Ceci n'est pas une pomme* (isto não é uma maçã) – que acompanhava a figura e disse que aquilo não era uma maçã. Expliquei para os alunos que realmente aquilo não era uma maçã, e sim, uma representação de uma maçã. Alguns alunos disseram que era uma representação ruim, pois a maçã parecia um pêssego. Então, aproveitei a oportunidade e perguntei qual das imagens da Figura 7 representava melhor a figura de uma pessoa. Ninguém escolheu o macaco, poucos escolheram a estátua, e portanto, a maioria dos alunos escolheram a caricatura. Perguntei “*Por que vocês não escolheram o macaco se na biologia, o parente mais próximo do homem é o macaco?*” e surgiram expressões como “*Bah, pior!*” e “*É real sor!*”. Questionei porque não escolheram a estátua – tendo em vista o detalhamento das formas presentes no corpo humano – e ouvi como resposta que a caricatura era mais “*próxima do real*”. Enfatizei nessa discussão que as três imagens são boas representações, porém dependem do objetivo atrelado ao processo de modelagem de um objeto. Por exemplo, o macaco é uma boa representação se o nosso objetivo é representar um sistema biológico próximo ao do homem. Após essa discussão, expliquei brevemente o método intitulado de Modelagem Científica que visa representar a realidade baseada em idealizações e aproximações apoiadas em uma teoria geral resultando em um Modelo Teórico. Apresentei de maneira breve que esse método servirá de base para uma atividade envolvendo o anti-herói Magneto. Os alunos pareceram compreender a mensagem que lhes foi passada. Então, expliquei os processos avaliativos da unidade de ensino, onde: a participação nas atividades representarão 15% da nota final; a atividade de modelagem sobre o Magneto pesará 35%; e a avaliação representará 50%. Essa primeira parte da aula ocupou aproximadamente 35 minutos. Iniciei a unidade de ensino fazendo a seguinte pergunta: “*Dentre as alternativas abaixo, qual delas possui relação com o Magnetismo? (a) Possibilidade de vida Terrestre; (b) Produção de som; (c) Insetos em sociedade; e (d) Todas as alternativas anteriores*”. Propus aos alunos que escolhessem uma alternativa baseada em um argumento que será utilizado para tentar convencer um colega de opinião distinta, ou seja, utilizei o *Peer Instruction* pela primeira vez na turma. Antes de iniciar a votação, expliquei como deveriam orientar seus cartões para sinalizar a resposta pretendida. Sobre o *Peer Instruction* e os *Plickers* não houve dúvidas pois os alunos já utilizaram esses recursos com outro professor estagiário. Então, solicitei que votassem e verifiquei no *smartphone* (utilizando o App) que havia divergências entre as respostas. Portanto, pedi-lhes que encontrassem alguém que tivesse uma resposta distinta e tentassem convencê-lo que o seu ponto de vista é o mais adequado. Corroborando com as reflexões advindas das observações (turma participativa), os alunos prontamente se mobilizaram e iniciaram as discussões. Na segunda votação, como prevê a teoria, os alunos convergiram para a resposta correta (letra *d*). A fim de detalhar cada alternativa ligada a essa questão, apresentei o seguinte *slide*:



Figura 8: Quatro imagens com situações envolvendo o Magnetismo.

Fontes: <https://unsplash.com> e [http://www.jovemexplorador.iag.usp.br/?p=blog\\_magnetosfera](http://www.jovemexplorador.iag.usp.br/?p=blog_magnetosfera).

Em cada imagem presente na Figura 8 foi apresentada e explicada a maneira como o magnetismo se manifestava. Dentre as quatro situações explanadas, a que gerou maior interação com a turma – através de perguntas e complementos dos alunos – foi quando apresentei a estreita relação que as abelhas e formigas têm com magnetismo. Quando perguntei aos alunos “*Como e para que vocês acham que as abelhas e as formigas utilizam o magnetismo?*”, prontamente vincularam o magnetismo às antenas que ambas possuem. Os alunos ficaram surpresos ao saber que as antenas são responsáveis pelos sentidos do olfato e do tato, e impressionados com o fato das abelhas possuírem pequenos ímãs (magnetitas) no abdome<sup>14</sup> e os utilizarem na orientação do seu voo, comunicação e organização da colmeia. Sobre as formigas, que possuem magnetitas atrás dos olhos, enfatizei que o herói dos quadrinhos, o Homem-Formiga, utilizava microcontroladores implantados nas cabeças formigas para emitir sinais interagentes com essas magnetitas para obedecê-lo. Essa explanação introdutória sobre o magnetismo ocupou 40 minutos de aula. Nos 15 minutos finais, apresentei o personagem que será o foco da atividade de modelagem, o anti-herói Magneto. Para exemplificá-lo, através de um vídeo do Youtube, expus cenas do anti-herói em ação. Após, apresentei a atividade de modelagem cujo objetivo é *inferir a magnitude do campo magnético gerado pelo Magneto em uma das situações presentes no vídeo*. Informe que no decorrer das aulas, os alunos serão munidos de ferramentas que poderão ser utilizadas para desenvolver a atividade, e também me disponibilizei a estar presente nos horários de monitoria para

<sup>14</sup> Informações coletadas no artigo intitulado *Insetos Sociais: um exemplo de magnetismo animal* e presente nas referências bibliográficas deste trabalho.

auxiliá-los. Uma aluna perguntou se o trabalho era individual (informação que havia esquecido de mencionar) e respondi que a atividade poderia ser realizada tanto individualmente quanto em grupo de no máximo cinco pessoas. Outra aluna perguntou “*O que fazemos agora sor?*” e respondi que primeiramente escolhessem a cena e seu grupo de trabalho, e na próxima aula me entregasse uma folha contendo: o(s) nome(s) do(s) aluno(s); uma descrição da cena escolhida; e conceitos da física que acreditam que estejam presentes. Realizei a chamada e finalizei a aula.

**Reflexão:** A turma me recebeu calorosamente. Nessa primeira aula, a turma se comportou muito bem, demonstrando interesse nas minhas explanações e pareceu ter gostado da atividade de modelagem proposta sobre o Magneto.

## 5.2. Aula 2

**Data:** 04 / 10 / 18

**Horário:** 8h00min às 9h30min (duas horas-aula)

**Assunto da Aula:** Campo Magnético – Bússola, Ímã e Terra.

**Quantidade de alunos:** 25

### 5.2.1. Plano de Aula

**Objetivos de ensino:** Auxiliar em dúvidas, se houverem, consequentes da atividade de Modelagem apresentada na aula anterior; Apresentar a origem do Magnetismo – História da Ciência – Bússola e Magnetita; Explicitar a existência do Campo Magnético e que o mesmo pode ser representado por linhas de campo; Conceituar Campo Magnético contextualizando com outros “campos” conhecidos pelos alunos; Apresentar a unidade de medida do SI para o Campo Magnético, o tesla; Apresentar duas maneiras de gerar campo magnético: Ímãs e Eletroímãs; Demonstrar a existência de polos magnéticos, destacando a não observação de monopolos e diferenciando da polaridade de cargas elétricas; Demonstrar e simular a existência de linhas de campo relacionando com o conceito de representação da Modelagem Científica utilizando a Bússola; Discutir e debater a formação do Campo Magnético terrestre; Demonstrar que corrente elétrica gera campo magnético observado por uma bússola, em experiência semelhante à de Oersted.

**Atividade Inicial:** Iniciarei a aula auxiliando os alunos nas dúvidas (se houverem) relacionadas à atividade de Modelagem do Magneto. Após, em aproximadamente 20 minutos explicarei – com auxílio do projetor – a origem do Magnetismo na dita região da Magnésia (Grécia)

e também do uso das “pedras magnéticas” em aparatos para navegações pelos Chineses, ou seja, o surgimento da bússola. Explicarei como funciona uma bússola e qual o princípio físico que a envolve através de demonstrações com pequenas bússolas e a simulação do PhET Colorado intitulada *Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday*<sup>15</sup>, mais precisamente, a aba *ímã em barra*.

**Desenvolvimento:** Conceituarei o Campo Magnético contextualizando com os campos já conhecidos pelos alunos (gravitacional, elétrico, de futebol, etc), e apresentando a unidade de medida do SI desse campo, o tesla. Aproveitarei esse momento para lembrar onde podemos ter a presença dessa grandeza física. Essa explanação deve ocupar 15 minutos de aula. Após, explicarei as formas de se gerar campo magnético por ímãs e eletroímãs, porém, nesse primeiro momento focarei no estudo do ímã. Através de demonstrações simples com ímãs, utilizando o método P. O. E. com os alunos, destacarei a existência de polos magnéticos, como esses polos interagem e a não observação de um monopolo magnético. Estas atividades devem ocupar em torno de 15 minutos. Nos próximos 15 minutos, aprofundarei a discussão apresentando o campo magnético gerado por um ímã a partir de uma simulação do PhET Colorado – intitulada *Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday* – a qual mostra um ímã em barra com pequenas bússolas ao redor indicando a orientação do Campo Magnético. Tal simulação mostrará um mapa do campo magnético e servirá de “gancho” para representação desse campo através de linhas de campo. Em aproximadamente 20 minutos, partindo de um questionamento em relação ao surgimento desse campo que orienta a bússola, explicarei a formação do campo magnético terrestre – cuja existência foi apresentada na aula 1 – apresentando de maneira simples a teoria aceita (hoje) para a sua formação, ou seja, informarei que esse campo tem sua origem a partir do movimento de partículas carregadas (corrente elétrica) no núcleo da Terra.

**Fechamento:** Junto à realização da chamada, nos 10 minutos restantes, realizarei uma experiência semelhante à de Oersted visando mostrar a geração de campo magnético via corrente elétrica e relacionando com o campo magnético terrestre.

**Recursos:** Giz, quadro-negro, computador, projetor, vídeo do *Youtube*, ímãs, bússolas, *jumper* e pilha AA.

**Avaliação:** Participação nas atividades pelo método P. O. E.

### 5.2.2. Relato de Regência

Estiveram presentes nessa aula quatorze meninas e onze meninos. A aula foi realizada na sala da turma – A 123 – e iniciou pontualmente às 8h. Entrei na sala com 5 minutos de antecedência

---

15 Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/faraday](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/faraday).

e preparei o projetor para a apresentação dos *slides*, o *pointer* e organizei o material que seria usado para demonstrações. Nesta aula ocorreu a primeira observação do professor-orientador da disciplina de Estágio em Docência, bem como o acompanhamento do professor responsável pela disciplina de Física desta turma. Alguns alunos que não estavam presentes na aula 1 – estavam participando de uma saída de campo do colégio – estavam ansiosos e fizeram perguntas (O que era para fazer? Como fazer? Em quantas pessoas?) sobre a atividade de modelagem. Pedi a esses alunos que esperassem um pouco pois no primeiro momento da aula haveria tempo para dúvidas. Às 8h iniciei a aula perguntando aos alunos se havia alguma dúvida da atividade de modelagem sobre o Magneto como por exemplo: i) a cena escolhida; ii) se realizariam a atividade em grupo ou individualmente; e iii) quais conceitos de física estão presentes na cena. Grande parte dos alunos trouxeram a atividade solicitada na aula anterior, mas para não tumultuar a aula, pedi a eles que me entregasse ao final da mesma. Após, retomei a ideia de que estamos cercados por um campo magnético e perguntei aos alunos o que seria esse campo? Sem muitas respostas (o que era esperado), apresentei um pouco de história da ciência relatando fatos desde a – suposta – origem do magnetismo na região da magnésia à aproximadamente 2000 anos atrás com as pedras intituladas *magnetitas*. Prossegui essa passagem explanando sobre o uso de ímãs naturais como instrumentos de orientação pelos chineses no século XI d.C., ou seja, expliquei que os chineses foram os primeiros – segundo os registros – a utilizarem as bússolas nas navegações.

Quando apresentei a bússola e como a mesma funcionava, relatei o funcionamento com o campo magnético terrestre e procurei demonstrar que as cores na agulha não passam de meras convenções/representações, um dos aspectos fundamentais da modelagem científica (foco da atividade sobre o Magneto). Enquanto explicava o funcionamento de uma bússola, distribuí cinco bússolas para os alunos para que pudessem manipulá-las. Como esperado, todos os alunos já tinham conhecimento do que era uma bússola, pois é um dos primeiros temas da disciplina de Geografia. Continuando a história, apresentei o médico inglês William Gilbert (1544 – 1603) e sua teoria, que enunciava que a Terra possuía as propriedades de um ímã e por esse motivo as bússolas se alinhavam sempre na direção norte-sul. Também enfatizei que Gilbert foi um dos pioneiros na distinção entre a eletricidade e o magnetismo, tendo teorizado ambas. Posteriormente apresentei o conceito geral de campo aos alunos, pois apesar de já conhecerem dois campos da física (elétrico e gravitacional), pareceu ser um conceito não assimilado por eles. Até então, os alunos permaneceram prestando atenção no desenvolvimento histórico, fazendo pequenas contribuições e questionamentos.

Tendo apresentado o conceito geral de campo, introduzi conceitualmente o campo magnético dizendo que “*Campo magnético é toda região do espaço nas proximidades de um ímã*”

ou em torno de um condutor percorrido por corrente elétrica onde sua ação se manifesta” junto a imagens representando as linhas de campo em torno de um ímã – e no seu interior – e a magnetosfera, enfatizando sua função protetora contra os ventos solares. Sobre as linhas de campo magnético, disse aos alunos que estas eram fechadas. Nesse momento da aula não houve perguntas, e por esse motivo, achei importante comparar as linhas de campo elétrico e magnético listando as suas distinções.

Durante minha fala, uma aluna levantou a mão e disse que também haviam linhas de campo elétrico cujo formato era circular. Aqui eu abro um parêntese, pois no momento confesso que não havia entendido a relação que a aluna estava fazendo ao expressar sua dúvida, porém, o professor responsável pela disciplina falou comigo enquanto eu mostrava para os alunos um vídeo – mais ao final da aula – que a aluna confundira as linhas de campo magnético com as linhas equipotenciais elétricas, e que seria interessante eu retomar a discussão no final da aula. Fecho parêntese. Apresentei a natureza vetorial desse campo bem como a sua unidade de medida, o tesla. Sobre o tesla, destaquei o quão grande essa unidade é, e que tal magnitude ficaria mais clara quando aprofundássemos a formação do campo magnético terrestre e posteriormente, no final da atividade de modelagem sobre o Magneto. Prossegui a aula apresentando duas maneiras de gerar de campo magnético: ímã e eletroímã. Deixei claro para os alunos que nessa aula estudaríamos as propriedades de um ímã e na aula seguinte estudaríamos o campo magnético gerado por corrente elétrica. Apresentei os polos norte e sul de um ímã, diferenciando-os de cargas positivas e negativas.

A fim de demonstrar se havia atração ou repulsão, fiz duas demonstrações – utilizando o método P. O. E. (predizer, observar e explicar) – onde, com auxílio de um caderno (utilizado como rampa), coloquei um ímã no lado inferior e colocava o outro para rolar caderno abaixo. Se os polos do ímã estivessem orientados igualmente, havia repulsão (levitação magnética<sup>16</sup>, como intitulado no site *Ciensação*), se os polos estivessem orientados contrariamente, havia atração. A Figura 9 abaixo, torna mais clara a demonstração feita em sala de aula.



Figura 9: Levitação magnética. Fonte: Ciensação.

16 Disponível em: [https://www.ciensaao.org/experimento\\_mao\\_na\\_massa/e5102p\\_levitation.html](https://www.ciensaao.org/experimento_mao_na_massa/e5102p_levitation.html).

Fiz para os alunos a seguinte pergunta “*O que acontecerá quando eu largar o ímã para rolar até encontrar o outro ímã?*” e as repostas foram divididas. Alguns alunos disseram que haveria repulsão e outros disseram que haveria atração. Então soltei o ímã – igualmente orientado com o outro – e a reação da turma foi de surpresa com o ocorrido, até mesmo para aqueles que haviam respondido que os ímãs repeliriam. Solicitei que uma aluna explicasse o que houve e ela respondeu que “*Eles se repelem porque os polos estão iguais*”, seguida de outro aluno que complementou a frase dizendo “*Se inverter, eles grudam*”. Então, inverti a polaridade e os ímãs permaneceram grudados, o que não surpreendeu a turma. Quando finalizei a explanação sobre os polos de um ímã, apresentei a simulação computacional intitulada *Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday* (PhET Colorado) focando na orientação da bússola conforme o movimento da mesma em torno de um ímã. Perguntei para os alunos como era a orientação das linhas de campo e grande parte respondeu “*De norte para sul*”. Então perguntei “*Como é a orientação dessas linhas dentro do ímã?*” e fiquei surpreso quando o silêncio tomou conta da sala, pois a resposta – de sul para o norte – seria óbvia, já que eu havia dito que eram linhas circulares, diferentemente das linhas de campo elétrico. Assim, ativei (na simulação) a opção *ver dentro do ímã* e demonstrei para eles que as linhas dentro do ímã se orientavam de sul para norte, complementando a informação anterior de que fora do ímã a orientação era de norte para sul. Após, expliquei aos alunos que poderíamos representar as orientações demonstradas na simulação em forma de linhas de campo. Sobre a representação do campo magnético não houve perguntas. Aproveitei que estávamos falando de bússolas e perguntei para os alunos “*O que gera o campo magnético que orienta a bússola?*”, uma aluna respondeu que eram os metais pesados que agiam lá no núcleo da Terra. Eu disse a essa aluna que aquela fala fazia sentido e perguntei “*Como esses metais agiam?*”, ela e seus colegas não souberam responder tal pergunta.

Então, continuei com a abordagem histórica, focando na descoberta de Hans C. Oersted (1777 – 1851) – que percebeu que corrente elétrica afetava a orientação de uma bússola próxima ao fio condutor – e enfatizando que esse princípio regia a formação do campo magnético terrestre. Apresentei para a turma o trecho de um documentário da *National Geographic*<sup>17</sup>, onde é demonstrado e explicado através de uma animação, a formação do campo magnético da Terra. Os alunos aceitaram bem a teoria apresentada. Seguindo a sequência dos *slides*, novamente falei da importância da magnetosfera para a possibilidade de vida na Terra. Nesse momento, eu chamo atenção para algumas partículas altamente energéticas que ultrapassam esse “escudo magnético” e eram responsáveis por um fenômeno muito bonito. Quando perguntei que fenômeno era esse, os alunos responderam unanimemente que era a aurora boreal. Aqui, abro outro parêntese, pois em

17 Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ZlsGwv02tE&t=534s>.

conversa posterior à aula com o professor-orientador, concordamos que a explicação sobre a formação de uma aurora boreal e a resposta dada para a aluna que havia perguntado sobre a periculosidade dessas partículas altamente energéticas que penetram na atmosfera terrestre foram um pouco superficial. Fecho parêntese. Após apresentar a teoria mais aceita para a formação do campo magnético terrestre, apresentei um *slide* que continha o planeta Terra – acompanhado de um visível ímã no seu interior – envolto por linhas de campo magnético, a magnetosfera. Perguntei aos alunos se aquela imagem demonstrava o que realmente acontecia para a formação da magnetosfera, ou seja, baseados no vídeo anterior, era possível afirmar que a Terra continha um grande ímã no seu interior? Os alunos disseram que não. Então perguntei “*E é uma boa representação? Podemos dizer que há no centro da Terra um grande ímã?*”, a turma ficou dividida e eu intervi dizendo que era uma boa representação desde que saibamos qual teoria rege esse modelo. A Figura 10 ilustra o *slide* apresentado nesse momento.



Figura 10: *Slide* afirmando que um ímã no interior da Terra é uma boa representação. Fonte: autor.

Lembrei para os alunos que o tesla era uma unidade de medida muito grande e perguntei: “*Qual é o módulo do campo magnético terrestre?*”. Os alunos foram chutando diversos valores entre 1 T e 10 T, e quando disse que o campo magnético terrestre estava na ordem de  $10^{-5}$  T, novamente a turma ficou surpresa. Um aluno perguntou – em particular – “*Por que um asteróide não é atraído pelo campo magnético da Terra?*” e eu respondi que a atração exercida era muito fraca (para não dizer insignificante), incapaz de atrair um grande corpo como aquele sugerido. Nos dez minutos finais de aula, fiz uma demonstração semelhante à experiência de Oersted<sup>18</sup>, que demonstrara existência de campo magnético através da passagem de corrente elétrica por um fio condutor. Fiz tal demonstração com um *jumper*, uma pilha AA e uma pequena bússola. Passei pelos

18 Disponível em: [https://www.ciensacao.org/experimento\\_mao\\_na\\_massa/e5047p\\_orsted.html](https://www.ciensacao.org/experimento_mao_na_massa/e5047p_orsted.html).

alunos demonstrando que tal fenômeno realmente ocorria e enfatizei que esse assunto seria tratado na próxima aula. Também aproveitei esse momento final para demonstrar a diferença entre as linhas de campo elétrico, magnético e linhas equipotenciais. Essa explicação se tornou necessária a partir do alerta dado pelo professor responsável da disciplina (como já explicado em uma passagem acima). Fiz a chamada com o auxílio de um aluno que informava quem estava ou não em sala de aula e finalizei a aula as 9h30 min.

**Reflexão:** Foi uma aula diferente, assistida pelos professores orientador e responsável. Confesso que o nervosismo prevaleceu em alguns momentos, principalmente em questionamentos feitos pelos alunos. Em reunião com o professor-orientador, posterior a aula, concordamos que alguns conceitos não ficaram claros para os alunos, como por exemplo: a não observação do monopolo magnético e a possibilidade de inversão dos polos do campo magnético terrestre. Tal fato acarretou numa atualização do plano de aula consequente. Mesmo com esses fatores considerados negativos, senti a turma interessada e participativa enquanto eu explanava as passagens históricas e o conteúdo proposto.

### **5.3. Aula 3**

**Data:** 11 / 10 / 18

**Horário:** 8h00min às 9h30min (duas horas-aula)

**Assunto da Aula:** Campo Magnético gerado por corrente elétrica.

**Quantidade de alunos:** 21

#### **5.3.1. Plano de Aula – Versão 2**

**Objetivos de ensino:** Auxiliar em dúvidas, se houverem, consequentes da atividade de Modelagem sobre o Magneto; Retomar conceitos – propriedades de um ímã e campo magnético – abordados na aula 2; Retomar demonstração de Oersted da aula anterior e questionar a orientação desse campo; Apresentar a regra da mão direita ( $i \rightarrow B$ ) para posteriormente, aplicá-la; Relacionar o campo magnético gerado por um fio retilíneo com uma espira condutora consequentemente com um solenóide; Demonstrar como é gerado o campo magnético em um solenóide qualitativamente (simulação) e quantitativamente (equação); Apresentar qualitativamente o conceito de Indutância (capacidade de induzir campo magnético); Desenvolver a habilidade de resolução de problemas diversos; Disponibilizar no *Moodle* uma lista de exercícios (extensa) sobre os conceitos da unidade de ensino.

**Atividade Inicial:** Iniciarei a aula reforçando aspectos acerca das propriedades de um ímã como a não observação de monopolo magnético, a divisibilidade de um ímã (e conseqüentemente a formação de novos ímãs) e que nem todos os metais são atraídos por um ímã. Também reforçarei a formação do campo magnético terrestre e a hipótese de seu enfraquecimento. Após, auxiliarei os alunos nas dúvidas (se houverem) relacionadas à atividade de Modelagem do Magneto. Esse momento deve ocupar 20 minutos de aula.

**Desenvolvimento:** Após a introdução, retomarei a experiência semelhante à de Oersted apresentada na aula anterior através de uma animação encontrada no Youtube<sup>19</sup>. Essa retomada ocupará em torno de 5 minutos de aula. Posteriormente, apresentarei – em torno de 5 minutos – a regra da mão direita para o campo magnético gerado por uma corrente elétrica percorrendo um fio. Posteriormente, aplicarei duas questões sobre esse tema utilizando o método *Peer Instruction* com auxílio do *Plickers*. Essa atividade ocupará aproximadamente 15 minutos de aula. Depois de aplicar essas questões, explicarei a formação do campo magnético em uma espira e posteriormente num solenóide. Para isso utilizarei o diálogo e o quadro-negro. A fim de tornar menos abstrato para os alunos, utilizarei uma simulação do PhET Colorado – intitulada *Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday* – que demonstra a geração de campo magnético por um solenóide (eletroímã) composto por diferentes números de espiras. Durante a simulação farei algumas perguntas visando interagir com os alunos. A construção da equação quantitativa do campo magnético gerado por um fio retilíneo e um solenóide será feita simultaneamente. Essa simulação ocupará em torno de 20 minutos de aula. Posteriormente, em torno de 10 minutos, aplicarei uma questão abordando o campo magnético gerado por uma espira utilizando o método *Peer Instruction* com auxílio do *Plickers*. Após, com base no que já foi apresentado, explicarei o conceito de Indutância dialogando com os alunos em 5 minutos.

**Fechamento:** Junto à realização da chamada – nos 10 minutos restantes – anunciarei que a lista de exercícios está disponível no *Moodle* e realizarei um ou dois testes conceituais envolvendo os conceitos abordados nessa aula utilizando o método *Peer Instruction* com auxílio do *Plickers*.

**Recursos:** Giz, quadro-negro, computador, projetor, *internet*, *smartphone*, vídeo no *Youtube*, ímãs, moedas e simulação do PhET Colorado.

**Avaliação:** Participação nas atividades pelo método *Peer Instruction*.

### 5.3.2. Relato de Regência

Estiveram presentes nessa aula dez meninas e onze meninos. A aula foi realizada na sala da turma – A 123 – e iniciou pontualmente às 8h. Entrei na sala com 10 minutos de antecedência e fiz

<sup>19</sup> Intitulado *Oersted Experiment*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=-w-1-4Xnjuw>.

os preparos necessários para a apresentação dos *slides* bem como as demonstrações. Nesta aula ocorreu a segunda observação do professor-orientador da disciplina de Estágio em Docência. Duas alunas me pediram 5 minutos de aula para acertar com a turma os procedimentos para um passeio que farão com a professora de geografia. Dado o recado, iniciei a aula cumprindo o planejado na atividade inicial, ou seja, expliquei o que ocorre com os polos de um ímã ao dividi-lo e a enfatizei a não-observação de monopolos magnéticos. Após, perguntei para a turma “*Gurizada, o que é isso?*” – segurando uma moeda de um real em cada mão – e os alunos responderam “*Moedas de um real*”, enfatizando a modelagem científica, dei continuidade à questão perguntando “*O que elas representam?*” e a turma respondeu “*Um real sor*”. Uma das moedas foi confeccionada em 1998 e a outra em 2002. Tomei o cuidado de garimpar a moeda mais nova com um desgaste parecido com a moeda de 1998, assim, os alunos não poderiam dizer que eram diferentes pelo fato de uma brilhar e outra mais fosca. O leitor pode estar se perguntando “*Mas porquê pegar moedas de um real tão velhas?*” e a resposta está em uma notícia<sup>20</sup> de 2004 presente no *site* do Banco Central do Brasil (BCB), a qual informa que a partir de 2001 as ligas metálicas utilizadas para a confecção de moedas foram alteradas e tais ligas interagem atrativamente com campos magnéticos de um ímã próximo. Já as moedas confeccionadas antes de 2001, são feitas de ligas diamagnéticas. Portanto, seguindo a sequência da prática realizada, aproximei da moeda de 2002 um ímã e a moeda ficou grudada no mesmo. Os alunos não ficaram surpresos. Porém, quando ímã foi aproximado da moeda de 1998 e nada aconteceu, os alunos ficaram boquiabertos (grande parte deles) e notavelmente com os “olhos brilhando”. O *kit* utilizado para realizar essa atividade está na Figura 11.



Figura 11: Materiais utilizados para demonstrar que nem todos os metais são atraídos por um ímã. Fonte: autor.

20 Notícia disponível em: <https://www.bcb.gov.br/textonoticia.asp?codigo=251&idpai=NOTICIAS>.

Percebi naquela hora que atingi o objetivo. Repeti a sequência mais algumas vezes para eles verificarem que não era um truque e perguntei “*Por que isso está acontecendo? Por que uma moeda é atraída e outra não?*”. Um aluno disse “*É porque as moedas são feitas de metais diferentes*” e prontamente concordei com o aluno. Claramente, os alunos gostaram muito demonstração, digo isso pois vi os olhos deles “brilhando”, ao verificar que uma moeda, teoricamente idêntica a outra, não era atraída por um ímã. A grande sacada nessa demonstração – além de mostrar que nem todos os metais são atraídos por ímãs – foi a relação feita com a modelagem científica, a qual, enfatizei que podemos representar a mesma coisa de maneiras (no caso, materiais) distintas. Nesse ponto da discussão, fiz relações com o Magneto, personagem da atividade de modelagem dessa unidade de ensino. Destaquei que podemos representar o Magneto de diferentes formas: como um grande ímã, um grande fio percorrido por corrente, ou um solenóide.

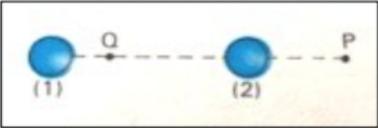
Após esse momento, apresentei as definições de materiais diamagnéticos, paramagnéticos e ferromagnéticos, e trouxe exemplos de metais pertencentes a cada grupo. Surgiram algumas dúvidas quanto a esse assunto, principalmente sobre o diamagnetismo, que foram sanadas com algumas explicações. Seguindo a sequência, retomei brevemente a formação do campo magnético terrestre enfatizando o seu enfraquecimento e o suposto atraso – segundo documentário apresentado na aula anterior e disponível no *Moodle* – na inversão dos polos magnéticos. Apesar da retomada desse assunto, faltou explicar as consequências dessa inversão, enfatizando uma delas, que seria o surgimento de áreas anômalas ao redor do globo terrestre que permitiriam a entrada direta das partículas dos ventos solares, e conseqüentemente, acabando com a vida nesse local. Perguntei se haviam dúvidas a respeito da atividade de modelagem do Magneto e não surgiu nenhum questionamento, porém, aproveitei para destacar que aquela aula lhes oferecia mais uma ferramenta para ser utilizada em tal atividade, ferramenta essa caracterizada pela possibilidade de tratar o anti-herói como um fio percorrido por corrente ou um solenóide.

Assim sendo, apresentei um vídeo intitulado *Oersted Experiment* (sobre a experiência de Oersted) visando tornar o efeito mais claro para os alunos, supondo que na aula anterior, muitos alunos não observaram muito bem a alteração da orientação da bússola ao passar corrente pelo fio condutor próximo a ela. Após a apresentação, demonstrei a chamada *regra da mão direita* para fios retilíneos percorridos por corrente elétrica – demonstrada na figura acima –, a qual o polegar indica o sentido da corrente e o restante dos dedos que circundam o fio indicam o sentido do campo magnético em torno desse fio, lembrando que as linhas de campo são circulares. Para introduzir o conteúdo de maneira mais eficiente, apliquei duas questões utilizando o método *Peer Instruction*. A primeira questão foi a seguinte: *1) Dois fios retilíneos, (1) e (2), são percorridos pelas correntes  $i_1$  e  $i_2$ , são perpendiculares à folha de papel, como está mostrado, em corte, na figura deste*

problema. O campo magnético no ponto  $P$  só poderá ser nulo se  $i_1$  e  $i_2$  forem tais que: a)  $i_1 > i_2$  e tiverem ambas o mesmo sentido; b)  $i_1 = i_2$  e tiverem sentidos opostos; c)  $i_1 > i_2$  e tiverem sentidos opostos; e d)  $i_1 < i_2$  e tiverem ambas o mesmo sentido. A Figura 12 abaixo demonstra o slide que foi apresentado.

### Questão 1

Dois fios retilíneos, (1) e (2), são percorridos pelas correntes  $i_1$  e  $i_2$ , são perpendiculares à folha de papel, como está mostrado, em corte, na figura deste problema. O campo magnético no ponto  $P$  só poderá ser nulo se  $i_1$  e  $i_2$  forem tais que:



a)  $i_1 > i_2$  e tiverem ambas o mesmo sentido.  
 b)  $i_1 = i_2$  e tiverem sentidos opostos.  
 c)  $i_1 > i_2$  e tiverem sentidos opostos.  
 d)  $i_1 < i_2$  e tiverem ambas o mesmo sentido.

Figura 12: Primeira questão de *Peer Instruction*. Fonte: autor.

Li a questão junto a turma e solicitei que escolhessem uma resposta baseada em argumentos, que num segundo momento serão utilizados para convencer colegas de respostas distintas. Percebi que antes da primeira votação, alguns alunos estavam utilizando a regra da mão direita, apresentada no *slide* anterior, ou seja, tentando se apropriar do conceito apresentado. Abri a primeira votação, e com a turma praticamente dividida entre duas respostas (Figura 13), pedi que procurassem colegas com respostas distintas as suas e tentassem convencer seus colegas.



Figura 13: Número de votos por alternativa na primeira votação. Fonte: *Plickers*.

Novamente os alunos utilizaram a regra como argumento para convencer seus colegas, porém, o ponto-chave da questão era a distância que o fio 1 estava do ponto P, que, por estar mais longe, para a resultante dos vetores B1 e B2 ser zero,  $i_1$  deveria ser maior que  $i_2$  e obrigatoriamente terem sentidos opostos. O interessante nessa discussão foi a predisposição dos alunos em ouvirem uns aos outros. A Figura 14 demonstra as parciais da segunda votação.

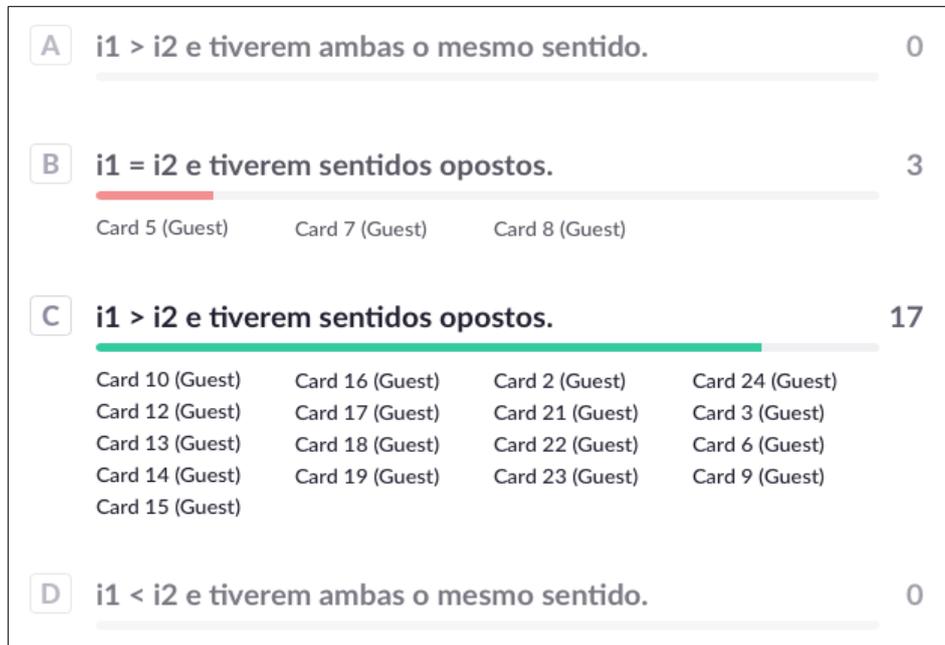


Figura 14: Número de votos por alternativa na segunda votação. Fonte: *Plickers*.

Quando finalizei a questão, uma aluna não havia entendido porquê a corrente do fio 1 deveria ser maior. Assim, desenhei no quadro a situação do problema (que já estava no *slide*, porém, não conseguia manipulá-la) e a expliquei demonstrando a relação das linhas circulares de campo magnético em torno do fio com a distância ao ponto que se quer estudar, ou seja, o módulo vetor campo magnético é inversamente proporcional a distância que se está do fio. A aluna manifestou que compreendeu a relação. Prossegui para a segunda questão cujo enunciado era: 2) *Afigura abaixo mostra dois fios longos, encapados, retilíneos e perpendiculares entre si, percorridos por corrente elétrica de intensidade  $i$  e  $2i$ . De posse dessas informações, o vetor campo magnético resultante no ponto P: a) possui módulo diferente de zero e está saindo perpendicularmente ao plano da página; b) possui módulo diferente de zero e está entrando perpendicularmente ao plano da figura; c) possui módulo diferente de zero e está orientado horizontalmente para esquerda; e d) possui módulo diferente de zero e está orientado verticalmente para cima.* Tal questão está representada na Figura 15. Novamente li a questão e as alternativas com os alunos em um tom tranquilo, salientando que aquele momento era individual e sem dar pistas de qual era a alternativa correta. A questão era semelhante ao exercício anterior no que se refere ao resultante dos vetores

campo magnético. Assim, sincronizei a votação e pedi que levantassem seus cartões para que eu pudesse visualizar com o *app* do *Plickers*. Novamente a turma ficou distribuída entre as alternativas, embora 60% da turma estivesse escolhido a alternativa correta. Então pedi que conversassem com seus colegas justificando suas respostas. Durante as conversas nos grupos de diálogo que se formaram, ouvi um aluno explicando para seu colega a sua resposta da seguinte forma “*Se tu pegar a mão para os dois fios, um campo vai entrar no quadro e outro vai sair, mas uma corrente é maior que a outra, então sobra o campo que está entrando no P, por isso é a letra b*”, e interessadamente, convenceu seu colega e ambos aparentemente marcaram a mesma coisa (pois ambos comemoraram quando a resposta certa foi exposta).

**Questão 2**

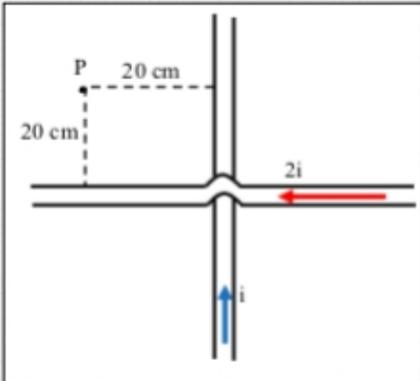
A figura abaixo mostra dois fios longos, encapados, retilíneos e perpendiculares entre si, percorridos por corrente elétrica de intensidade  $i$  e  $2i$ . De posse dessas informações, o vetor campo magnético resultante no ponto P:

a) possui módulo diferente de zero e está saindo perpendicularmente ao plano da página.

b) possui módulo diferente de zero e está entrando perpendicularmente ao plano da figura.

c) possui módulo diferente de zero e está orientado horizontalmente para esquerda.

d) possui módulo diferente de zero e está orientado verticalmente para cima.



O diagrama mostra dois fios longos e retos que se cruzam perpendicularmente no centro. Um fio é horizontal e o outro é vertical. O fio horizontal está percorrido por uma corrente elétrica de intensidade  $2i$ , indicada por uma seta vermelha apontando para a esquerda. O fio vertical está percorrido por uma corrente elétrica de intensidade  $i$ , indicada por uma seta azul apontando para cima. Um ponto P está localizado no quadrante superior esquerdo, a uma distância de 20 cm do fio horizontal e 20 cm do fio vertical, conforme indicado por linhas tracejadas.

Figura 15: Segunda questão de *Peer Instruction*. Fonte: autor.

Prossigui a aula apresentando a formação do campo magnético em uma espira no centro da mesma e fora dela junto a regra da mão direita. Desenhei duas espiras com correntes iniciando por lados contrários visando demonstrar que a inversão da orientação desse campo conforme invertemos o sentido da corrente que passa pelo fio. Posteriormente, expliquei que o campo magnético em um solenóide tinha o mesmo princípio que numa espira, porém, mais extenso no seu interior, ou seja, deixei claro que um solenóide nada mais era que um conjunto de espiras. Para tornar essa explicação menos abstrata eu utilizaria uma demonstração do PhET intitulada *Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday*, porém, confesso que no “*calor do momento*”, acabei esquecendo de demonstrar a simulação contendo um solenóide e prossigui a aula demonstrando a equação que determina a intensidade de um campo magnético gerado por um fio e depois por um

solenóide: i)  $B = \frac{\mu \cdot i}{2 \pi R}$ , onde  $\mu$  é a permeabilidade magnética,  $i$  é a corrente que passa pelo fio e

$R$  é a distância do ponto que se quer inferir o  $B$  até a origem (fio); e ii)  $B = N \cdot \frac{\mu \cdot i}{2 \pi R}$ , onde  $N$  é o número de espiras que compõem o solenóide. Com o fim da aula próximo, apresentei a terceira questão, representada pela Figura 16:

**Questão 3**

Dois espiras circulares P e Q, coplanares e concêntricas, respectivamente de raios  $R$  e  $2R$  são percorridas por corrente elétrica de mesma intensidade  $i$ , como mostra a figura abaixo: No centro das espiras o campo magnético resultante possui orientação:

a) perpendicular ao plano das espiras e entrando.  
 b) perpendicular ao plano das espiras e saindo.  
 c) nenhuma, pois a intensidade do vetor campo magnético resultante será nula.  
 d) verticalmente para cima.

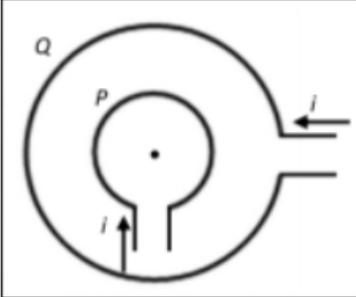


Figura 16: Terceira questão de *Peer Instruction*. Fonte: autor.

Confesso que essa aplicação foi um pouco corrida pois faltavam 8 minutos para o fim da aula. Repeti os procedimentos previstos na teoria do *Peer Instruction* antes da primeira votação, que ocorreu conforme representado na Figura 17:

<b>A</b>	<b>perpendicular ao plano das espiras e entrando.</b>	<b>8</b>
	Card 10 (Guest) Card 16 (Guest) Card 20 (Guest) Card 3 (Guest) Card 14 (Guest) Card 2 (Guest) Card 21 (Guest) Card 6 (Guest)	
<b>B</b>	<b>perpendicular ao plano das espiras e saindo.</b>	<b>5</b>
	Card 11 (Guest) Card 17 (Guest) Card 7 (Guest) Card 9 (Guest) Card 15 (Guest)	
<b>C</b>	<b>nenhuma, pois a intensidade do vetor campo magnético resultante será nula.</b>	<b>0</b>
<b>D</b>	<b>verticalmente para cima.</b>	<b>1</b>
	Card 22 (Guest)	

Figura 17: Primeira votação da questão 3 de *Peer Instruction*. Fonte: autor.

Conforme se percebe, os alunos votantes ficaram divididos. Vale ressaltar que muitos alunos não quiseram escolher uma alternativa pois manifestaram ter pouco tempo para pensar (cerca de três minutos). Quando pedi que conversassem com seus colegas, notei que um aluno saiu do seu grupo que estava localizado na frente da sala dirigindo-se a um pequeno grupo de alunos que estavam no fundo e perguntou o que eles tinham escolhido. O debate girou em torno do campo magnético resultante no centro das espiras ser zero ou ser “*para dentro*” em relação ao plano do quadro, pois ambos concordavam que o  $B$  era perpendicular. O aluno que estava no fundo e ouviu seu colega, defendeu que o  $B$  era perpendicular em relação ao quadro e estava entrando no mesmo pois a maior espira estava mais longe daquele ponto, ou seja, o aluno pensava (corretamente) que a intensidade de  $B$  era inversamente proporcional a distância, conforme mostrado nos *slides* anteriores a essa questão. Esse foi um dos diálogos ocorridos em sala de aula durante os três minutos disponibilizados para discussão. Sincronizei a segunda votação acerca dessa questão e complementei-a com uma breve explicação. A Figura 18 abaixo demonstra o resultado dessa segunda votação.

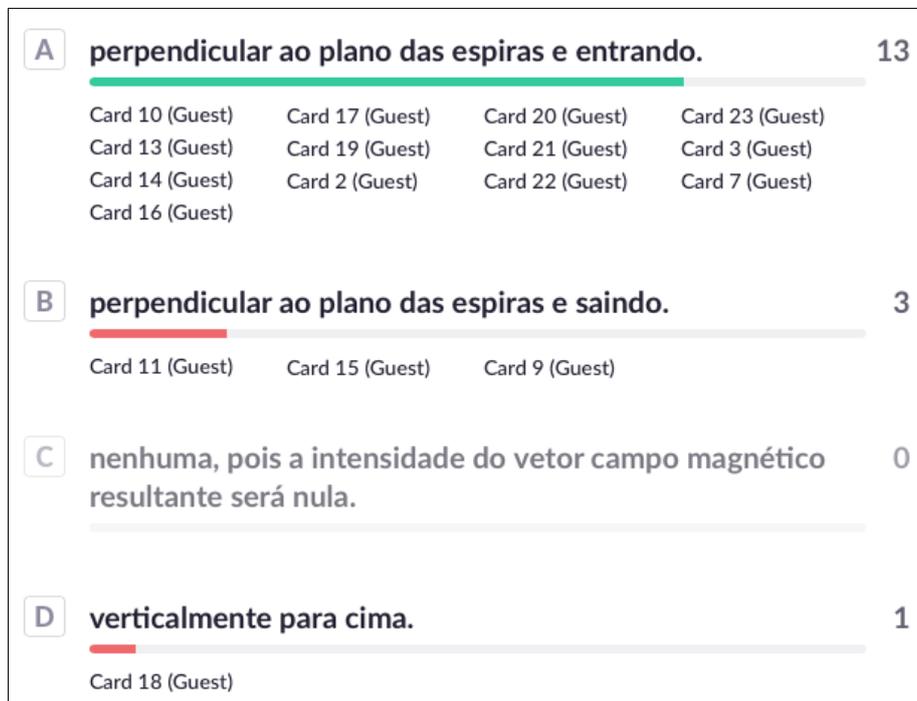


Figura 18: Segunda votação da questão 3 de *Peer Instruction*. Fonte: autor.

Rapidamente apliquei duas vezes a regra da mão direita para corrente elétrica passando por um fio visando demonstrar a direção e sentido do vetor campo magnético gerado por cada uma das espiras num ponto qualquer, no caso, no centro de ambas espiras. Depois, expliquei que “*Então, segundo a regra, os vetores  $B$  têm sentidos opostos, porém, o campo no centro dessas espiras não pode ser zero pois a espira  $Q$  está mais longe do centro do que a espira  $P$ . Assim sendo, prevalece o*

*sentido do campo magnético gerado pela espira mais próxima do centro de ambas as espiras (foco da pergunta). O campo nesse ponto seria zero se a corrente em  $Q$  fosse duas vezes maior, para compensar o dobro do raio que  $Q$  tem em relação a  $P$ ".* A turma pareceu compreender a relação, tendo em vista as respostas registradas no *Plickers*. Finalizei a aula fazendo a chamada e anunciando que a lista de exercícios já estava disponível no *Moodle*.

**Reflexão:** A turma foi muito participativa tanto na demonstração das moedas de um real, quanto nos testes conceituais com o *Peer Instruction*. Percebi que eu atingi meu objetivo ao apresentar tal demonstração, pois os alunos manifestaram-se surpresos, afinal, as moedas representavam a mesma coisa (um real), porém, esqueci de utilizar a simulação que constava no plano de aula que visava tornar o conceito de campo magnético gerado por corrente elétrica menos abstrato. Entretanto, utilizarei tal simulação na atividade inicial da aula 4 com a finalidade de retomar os conceitos dessa aula 3. Os argumentos utilizados pelos alunos para convencer seus colegas foram bem embasados, trazendo conceitos apresentados em aula. Também ressalto que não notei alguém que tenha respondido apenas por responder, e sim, alunos predispostos a responder os testes conceituais da melhor maneira possível. Como havia percebido no período de observação, é uma turma participativa. Pessoalmente, gostei da maneira que a aula fluíra e percebi que os alunos entenderam os conceitos-foco (presentes nos objetivos de ensino) dessa aula.

#### **5.4. Aula 4**

**Data:** 18 / 10 / 18

**Horário:** 8h00min às 9h30min (duas horas-aula)

**Assunto da Aula:** Fluxo Magnético e Lei de Faraday-Lenz.

**Quantidade de alunos:** 20

##### **5.4.1. Plano de Aula – Versão 2**

**Objetivos de ensino:** Auxiliar em dúvidas, se houverem, consequentes da atividade de Modelagem sobre o Magneto; Solucionar dúvidas, se houverem, consequentes da lista de exercícios disponibilizada no *Moodle* na aula anterior; Desenvolver a habilidade de resolução de problemas diversos; Relembrar os conceitos da aula anterior através de uma simulação do PhET Colorado; Apresentar qualitativamente e quantitativamente o conceito de Indutância (capacidade de induzir campo magnético); Introduzir o conceito de Fluxo Magnético tanto qualitativamente quanto quantitativamente acompanhado da sua unidade de medida, o weber; Apresentar a Lei de Faraday-Lenz.

**Atividade Inicial:** Iniciarei a aula auxiliando os alunos nas dúvidas (se houverem) relacionadas à atividade de Modelagem do Magneto e solucionando dúvidas sobre a lista de exercício disponibilizada no *Moodle*. Após esse momento, retomarei brevemente os conceitos da aula anterior envolvendo a geração de campo magnético via corrente elétrica. Farei isso auxiliado por uma simulação do PhET – intitulada *Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday* – e dialogando com os alunos. Tais abordagens devem ocupar 20 minutos de aula.

**Desenvolvimento:** Apresentarei o conceito – qualitativo e quantitativo – de Indutância. Introduzirei o conceito de Fluxo Magnético – através de um vídeo da *Khan Academy* intitulado Fluxo e Fluxo Magnético<sup>21</sup> – junto a sua unidade de medida (weber) dialogando com os alunos e intercalando com testes conceituais utilizando o *Peer Instruction* com auxílio do *Plickers*. Esse momento deve ocupar 20 minutos de aula. Após, através da simulação já utilizada no momento inicial da aula, utilizarei o método P. O. E., visando demonstrar que a variação do fluxo magnético induz uma corrente elétrica a fim de provocar a atenção dos alunos para o fenômeno. Posteriormente, apresentarei a Lei de Faraday-Lenz (Indução) conceitualmente, focando no processo (quase) inverso ao apresentado na aula 3, ou seja, se corrente gera campo magnético, a variação do fluxo magnético gera corrente. Essa explanação ocorrerá junto a aplicação de testes conceituais utilizando o método *Peer Instruction* com auxílio do *Plickers* e durará aproximadamente 30 minutos.

**Fechamento:** Junto à realização da chamada – nos 20 minutos restantes – continuarei aplicando testes conceituais envolvendo a Lei de Faraday-Lenz utilizando o método *Peer Instruction* com auxílio do *Plickers*.

**Recursos:** Giz, quadro-negro, computador, projetor, *internet*, *smartphone*, *Plickers* e simulação PhET Colorado.

**Avaliação:** Participação nas atividades pelo método *Peer Instruction*.

#### 5.4.2. Relato de Regência

Estiveram presentes nessa aula nove meninas e 11 meninos. A aula foi realizada na sala da turma – A 123 – e iniciou pontualmente as 8h. Entrei na sala com 10 minutos de antecedência e preparei o projetor para a apresentação dos *slides*, o *pointer* e deixei aberto o arquivo referente a simulação que seria utilizada e também o vídeo sobre fluxo e fluxo magnético que seria apresentado. Iniciei a aula perguntando “*Como anda a atividade do Magneto? Conseguiram avançar nela?*” e também “*Vocês têm dúvidas sobre a lista de exercícios que eu coloquei no*

21 Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/science/physics/magnetic-forces-and-magnetic-fields/magnetic-flux-faradays-law/v/flux-and-magnetic-flux>.

*Moodle?*”. Ambas respostas fornecidas pela turma foram negativas. Nesse momento, percebi que deveria marcar uma monitoria visando auxiliar os alunos em ambas atividades. E foi o que fiz, agendei –em conjunto com os alunos – para o dia 30 de outubro, terça-feira, das 13h30 às 17h30. A monitoria não foi marcada em data anterior devido as *Olimpíadas do Colégio de Aplicação*, que ocorreriam entre 22 e 26 de outubro e portanto, não haveria aulas no CAP. Então, retomei o conteúdo da aula anterior utilizando a simulação do PhET Colorado intitulada *Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday* (Figura 19), com a qual demonstrei o campo magnético gerado por um solenóide onde estava circulando corrente elétrica, ou seja, demonstrei um eletroímã. Destaquei que esse aparato era o responsável pela fabricação de ímãs artificiais que temos hoje. Também enfatizei que a intensidade do campo magnético gerado no interior do eletroímã era constante em certos pontos, pois se o ponto escolhido fosse muito próximo das bordas, a intensidade variaria.

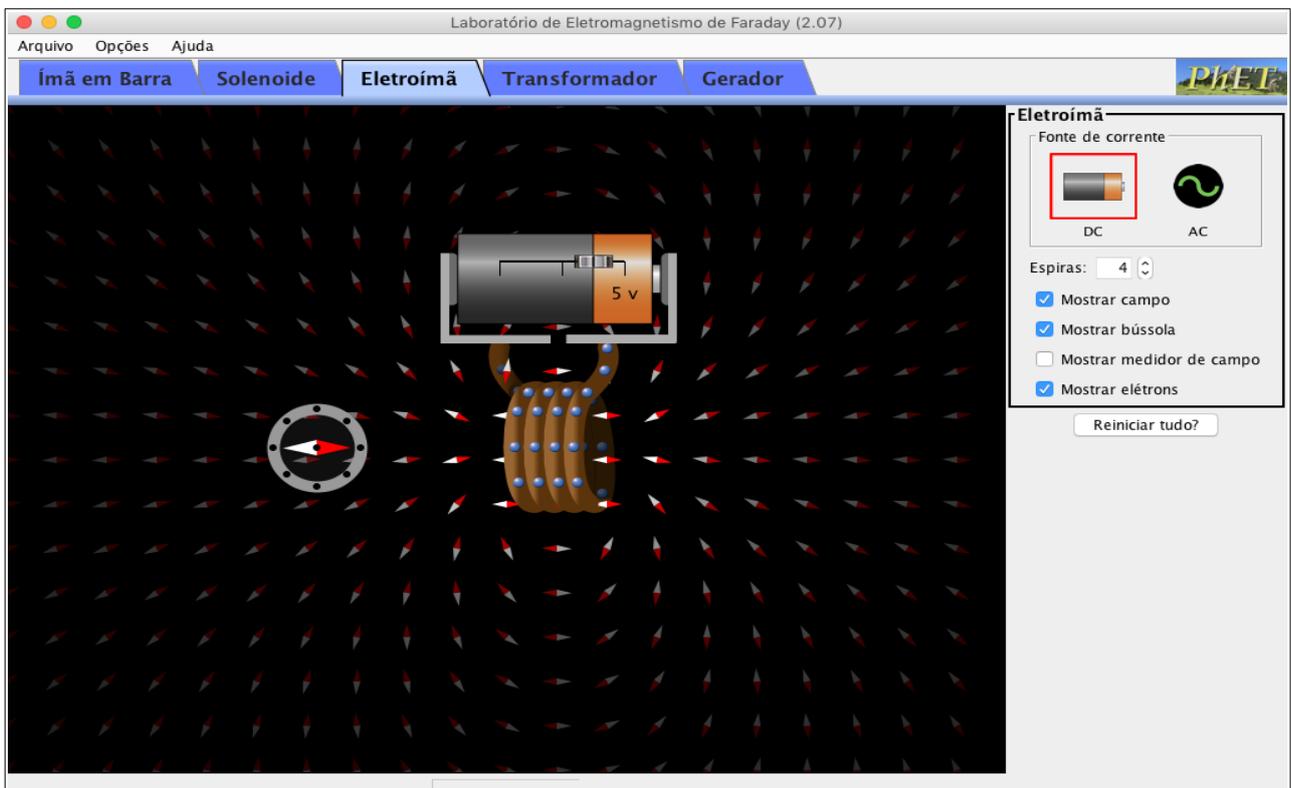


Figura 19: Aba intitulada Eletroímã, presente na simulação do PhET.

Fonte: PhET Colorado – [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/faraday](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/faraday).

Após, apresentei o conceito de indutância – tanto qualitativamente quanto quantitativamente – como a capacidade de uma bobina gerar um fluxo magnético. Até esse momento, a turma não interagiu muito e manifestou não haver dúvidas acerca do que estava sendo revisto. Então, ao falar de fluxo de magnético, aproveitei o “gancho” para apresentar esse conceito fundamental para a turma, porém, comecei pelo básico, ou seja, pelo conceito de fluxo somente.

Perguntei para a classe o que eles entendiam por fluxo e um aluno me respondeu que “*Fluxo é quanto de alguma coisa passa em algum tempo*”, aproveitei a resposta do aluno para apresentar o *slide* (Figura 20) que transcrevia o conceito de fluxo, corroborando com o aluno.

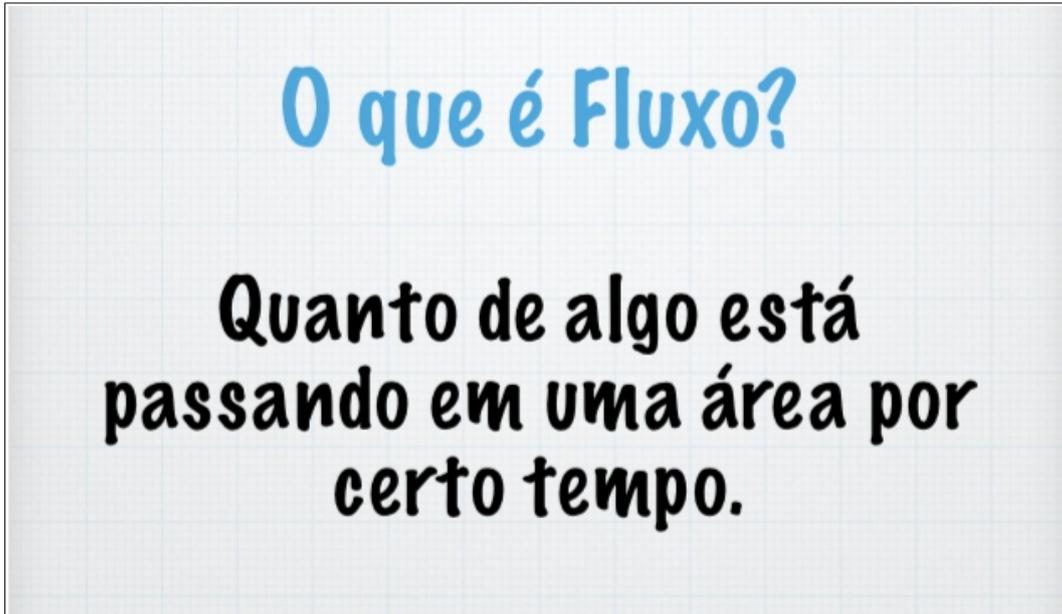


Figura 20: *Slide* demonstrando o conceito de fluxo. Fonte: Autor.

Então, tratei de enfatizar o conceito de fluxo em dois momentos: i) utilizei o exemplo de uma avenida com muitos carros a qual eu pusera uma linha que ocupava três vias. Conforme essa linha se deslocava na avenida, eu perguntava para a turma qual era o fluxo de carros naquela linha. Essa abordagem foi efetiva, pois a turma interagiu fazendo perguntas e associações com pedágios, por exemplo; ii) utilizei um vídeo de 10 minutos da *Khan Academy* intitulado Fluxo e Fluxo Magnético. A turma pareceu prestar atenção – a meu ver – naquilo que estava sendo apresentado, pois haviam poucos alunos envolvidos em atividades paralelas (celular, escrevendo algo etc.). Após esses dois momentos, visando introduzir de maneira “*suave*”, a ideia de variação de fluxo magnético, apresentei uma situação a qual tínhamos uma superfície translúcida atravessada por oito linhas de campo em um primeiro momento, e, inclinando um pouco essa superfície, a mesma era atravessada por seis linhas de campo num segundo momento. Assim, perguntei para os alunos se o fluxo magnético estava variando e, se sim, como (aumentando ou diminuindo o fluxo). A turma respondeu concordando que o fluxo estava variando e essa variação era “negativa”, ou seja, estavam dizendo que o fluxo estava diminuindo. Então apresentei o Fluxo Magnético para a turma conceitualmente (medida do campo magnético total que atravessa uma área específica) e a sua equação ( $\Phi = BA$ ), além da sua unidade de medida, o weber. Então apresentei a primeira questão pelo método *Peer Instruction* ilustrada na Figura 21:

## Questão 1

Uma espira retangular penetra em uma região onde existe um campo magnético  $\vec{B}$  (vetor), passando sucessivamente pelas posições (1), (2) e (3), mostradas na figura abaixo. Assinale qual das alternativas está **errada**:

a) Quando está passando por (1), o fluxo magnético através dela está aumentando.

b) Quando está passando por (2), o fluxo magnético através dela não está variando.

★ Quando está passando por (2), o fluxo magnético através dela está variando.

d) Quando está passando por (3), o fluxo magnético através dela está diminuindo.

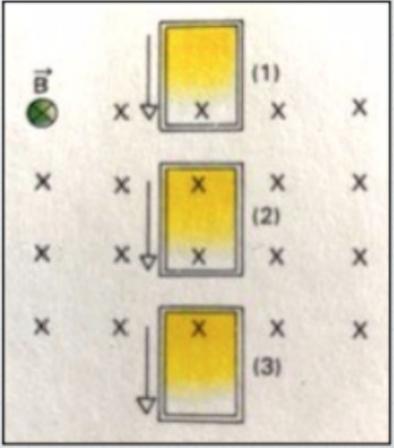


Figura 21: Slide ilustrando a pergunta conceitual feita e demonstrando a resposta. Fonte: Autor.

Li com os alunos o enunciado e suas respectivas alternativas. Os alunos tiveram dificuldade em compreender a situação e a imagem que a ilustrava, portanto, dediquei mais alguns minutos explicando a situação em si, sem dar dicas para a alternativa correta. Sincronizei a votação e coletei as respostas com o *smartphone*. Dos 17 que manifestaram seu voto: 1 marcou letra *a*; 12 marcaram letra *b*; 3 marcaram a letra *c* (correta); e 1 marcou a letra *d*. Ou seja, apenas 18% dos votantes marcaram corretamente a resposta. Porém, mesmo com o aplicativo informando a resposta correta (letra *c*) na tela do *smartphone* e estar bem nítida a palavra *errada* no enunciado da questão, acabei cometendo um erro nessa questão. No impulso do momento, pulando a etapa de conversa entre os pares – ou seja, não houve uma segunda votação – e apresentei a resposta correta e gerei uma confusão na turma, pois muitos alunos não haviam marcado essa alternativa. Assim sendo, admiti o meu erro e perguntei para os alunos “*Por que vocês marcaram a letra b?*”. Os alunos disseram que cometeram o mesmo erro e disseram não ter percebido que o exercício pedia qual a alternativa que era a errada. De certa forma, houve um momento de empatia entre mim e a turma, pois sou um ser humano e estou suscetível a erros. Assim, expliquei para a turma o motivo da alternativa correta ser a letra *c*, comparando-a com as outras alternativas. Continuando a sequência, destaquei que o conceito de variação do fluxo magnético, apresentado nessa questão, seria fundamental para compreenderem a Lei de Faraday. A fim de introduzir a ideia por trás dessa lei, fiz uma demonstração com auxílio da simulação (Figura 22) do PhET, intitulada *Laboratório de*

*Eletromagnetismo de Faraday*, a qual dispunha um ímã e um solenóide (aba solenóide) com seus polos ligados a uma lâmpada.

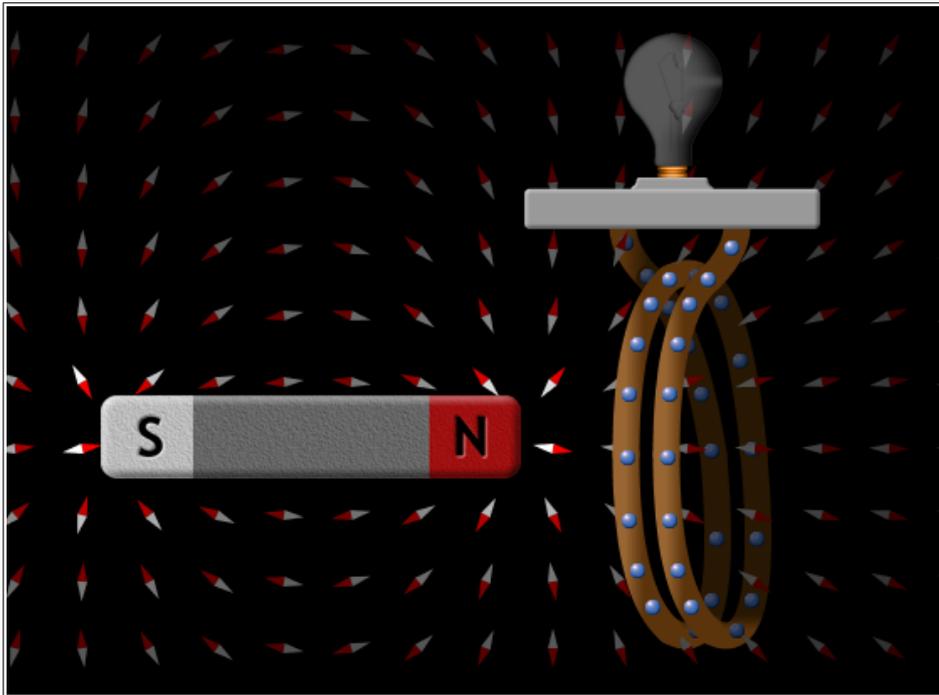


Figura 22: Ímã e um solenóide com lâmpada conectada. Fonte: PhET Colorado.

Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/faraday](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/faraday);

Conforme o ímã se movimentava através do solenóide, os alunos perceberam que a lâmpada acendia, mas logo apagava. Uma aluna enfatizou que “Ela (lâmpada) só acende quando o ímã se mexe” e eu disse para ela que era isso mesmo e que era disso que se tratava a Lei de Faraday, ou seja, expliquei que a variação do fluxo magnético através de uma ou mais espiras (solenóide) gerava uma força eletromotriz induzida, também chamada de *fem induzida*, que conseqüentemente faz com que surja uma corrente elétrica que circula no circuito e acende a lâmpada. Posteriormente, apresentei a equação  $\varepsilon = \Delta\Phi / \Delta t$  que demonstrava essa relação, conceituando-a. Iniciei o segundo teste conceitual (Figura 23) cujo enunciado era: 2) *Considere as seguintes situações: I – Uma espira de fio condutor, circundando um fio retilíneo, no qual passa uma corrente contínua; II – Um ímã caindo e passando através de uma área limitada por uma espira de fio condutor; III – Uma esfera carregada com uma carga constante  $Q$ , situada no centro de uma espira de fio condutor. Em qual das situações faz aparecer uma corrente elétrica circulando na espira de fio? a) I; b) II; c) III; d) II e III.* Li novamente tanto o enunciado quanto as alternativas. Após os alunos pensarem individualmente, passados cerca de três minutos, sincronizei a votação e capturei as respostas dos *Plickers* levantados. Dos 14 que manifestaram seu voto: 2 marcaram a letra *a*; 7 marcaram letra *b* (correta); 2 marcaram a letra *c*; e 3 marcaram a letra *d*.

## Questão 2

Considere as seguintes situações:

I - Uma espira de fio condutor, circundando um fio retilíneo, no qual passa uma corrente contínua.

II - Um ímã caindo e passando através de uma área limitada por uma espira de fio condutor.

III - Uma esfera carregada com uma carga constante  $Q$ , situada no centro de uma espira de fio condutor.

Em qual das situações faz aparecer uma corrente elétrica circulando na espira de fio?

a) I

 b) II

c) III

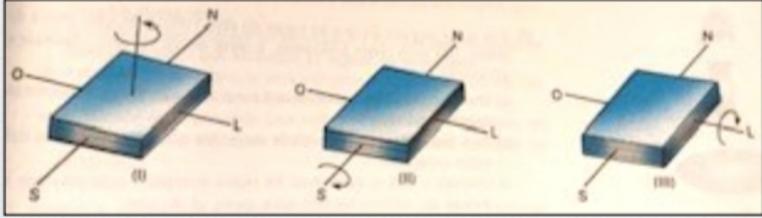
d) II e III

Figura 23: Slide ilustrando a questão 2 com a alternativa correta. Fonte: Autor.

Ou seja, 50% da turma havia acertado a questão, mas isso não era o bastante e, portanto, pedi que os alunos encontrassem algum colega com uma resposta diferente e tentasse convencê-lo da sua resposta. Alguns alunos se movimentaram pela sala, já outros apenas viraram para a mesa ao lado, mas todos – quase – estavam conversando e defendendo suas respostas. Sobre a afirmação III da questão, uma aluna defendeu seu ponto de vista para a colega que estava ouvindo-a dizendo que “A carga tá parada no meio, atraindo os elétrons do fio (supondo que a carga seja positiva) e então eles não vão se mexer para ter corrente”, e a colega disse “Ah claro, eles não vão girar no fio, vão só ser atraídos, entendi”. Durante minha caminhada pela sala para ouvir o que os alunos discutiam, percebi que os alunos estavam convictos que a afirmação I estava equivocada “Porque a corrente que gera campo no fio não varia, e como o sor disse, o fluxo magnético precisa variar” e a afirmação II estava correta já que “O ímã vai chegando perto e variando o fluxo, e depois ele vai indo para longe, também variando o fluxo”. Essas falas foram ouvidas e anotadas durante a circulação na sala. A grande dúvida da turma estava na afirmação III. Encerrado o tempo de discussão, sincronizei a votação novamente e coletei as novas respostas. Desta vez, 16 alunos votaram e 13 deles marcaram a letra b, ou seja, apenas a afirmação II geraria corrente numa espira condutora. Novamente, expliquei cada alternativa apresentada e segui para o próximo teste conceitual – terceira questão do dia – demonstrada na Figura 24:

**Questão 3**

Numa região onde o campo magnético terrestre é uniforme e dirigido no sentido sul-norte, um estudante tenta produzir corrente elétrica girando uma bobina retangular. Em qual(ais) situação(ões) o estudante **não detectará** corrente?



a) II  
b) I e II  
c) I e III  
d) II e III

Figura 24: Slide ilustrando a questão 3 da aula com a alternativa correta. Fonte: Autor.

Restavam 20 minutos para o encerramento da aula. Li a questão com a turma e demonstrei como eram os movimentos das espiras em relação ao campo magnético terrestre, já que os alunos não estavam familiarizados com as setas cujo papel era representar o sentido do giro. Disponibilizei um tempo considerável para os alunos pensarem individualmente, ou seja, formarem um raciocínio sem interagir com seus colegas. Repeti os procedimentos necessários para a votação e coletei as respostas dos alunos. As 15 respostas da turma ficaram distribuídas da seguinte forma: 1 aluno marcou a letra *a*; 5 marcaram letra *b* (correta); 5 marcaram a letra *c*; e 3 marcaram a letra *d*. Ou seja, 33% dos votantes marcaram corretamente a resposta. Nisso, restavam três minutos para o encerramento da aula e a turma estava muito confusa com a questão apresentada. Então decidi encerrar a aula me desculpando por alguns equívocos cometidos durante a aula, pois eu não estava em um bom dia. Desculpas essas, aceitas pelos alunos, representados pela fala de uma aluna que disse “*Capaz sor, foi uma aula muito boa, mas todo mundo erra*”. Assim, realizei a chamada e encerrei a aula.

**Reflexão:** Honestamente foi a pior aula que lecionei até agora. Meu pensamento estava no Salão Jovem da UFRGS e nos trabalhos que meus orientandos apresentariam no mesmo. Cometi erros básicos ao aplicar o *Peer Instruction*, como já relatado. Porém, tive que enfrentar sentimentos muito fortes, intrínsecos à minha personalidade: o ego e o orgulho. Assumir o erro na frente de 20 alunos e na medida do possível, levantar a cabeça e retomar a aula depois, não foi algo trivial. Entretanto, os alunos me deram muita força e compreenderam que eu sou uma pessoa, que estou em processo de formação e que sou suscetível a erros. Algumas coisas, como errar a aplicação do

método por duas vezes, até foram motivos de risada em aula, o que quebrou o gelo. Aprendi com a experiência dessa aula a assumir erros e contorná-los. Outra lição aprendida é que a preparação para a aula (estudos, leituras, revisar a apresentação) são fundamentais para um bom andamento da aula. Sobre os alunos, ao aplicar os testes com o *Peer Instruction*, muitos não se sentem seguros em votar, em errar, e por isso se abstêm de se comprometer com uma resposta mesmo sabendo que não há avaliação pelo certo ou errado. Tal atitude justifica a variação de respostas coletadas nas três questões apresentadas. Tanto eu quanto meus alunos e alunas não gostamos de errar, e principalmente, assumir os erros, porém, como já disse o Mestre Yoda (da série de filmes *Star Wars*): “O maior professor, o fracasso é”<sup>22</sup>.

### 5.5. Aula 5

**Data:** 01 / 11 / 18

**Horário:** 8h00min às 9h30min (duas horas-aula)

**Assunto da Aula:** Lei de Faraday-Lenz, Força de Lorentz e mito magnético.

**Quantidade de alunos:** 26

#### 5.5.1. Plano de Aula – Versão 2

**Objetivos de ensino:** Auxiliar em dúvidas, se houverem, consequentes da atividade de Modelagem sobre o Magneto; Solucionar dúvidas, se houverem, consequentes da lista de exercícios disponibilizada na aula 3; Apresentar a contribuição de Lenz para Lei de Faraday; Destacar a existência de uma força no campo magnético; Apresentar qualitativamente (conceito) e quantitativamente (equação) o conceito de força magnética relacionando com a Força Coulombiana; Apresentar a regra da mão direita para força de Lorentz para posteriormente aplicá-la em situações distintas com cargas em movimento imersas em campo magnético uniforme; Demonstração do “cientificamente comprovado”. Um anúncio coletado na internet pelo professor Fernando Lang da UFRGS sobre o *anel emagrecedor magnético*.

**Atividade Inicial:** Iniciarei a aula auxiliando os alunos nas dúvidas relacionadas à atividade de Modelagem do Magneto e à lista de exercícios. Depois, reapplicarei um teste conceitual utilizando o método *Peer Instruction* com auxílio do *Plickers* sobre a Lei de Faraday. Após esse momento, apresentarei a contribuição de Lenz para a Lei de Faraday visando demonstrar o sentido da corrente induzida. Farei isso dialogando com os alunos. Esse momento deve ocupar aproximadamente 20 minutos de aula. Lembrarei os alunos dos horários de monitoria.

---

22 Disponível em: <https://www.aficionados.com.br/frases-star-wars-os-ultimos-jedi/>.

**Desenvolvimento:** Destacarei a existência de uma força que atua no campo magnético. Aprofundarei a discussão sobre a Força de Lorentz (magnética) de maneira qualitativa e quantitativa, comparando-a brevemente com a Força Coulombiana e destacando as condições para sua existência. Para isso, utilizarei o quadro-negro e imagens no projetor visando tornar o conteúdo o menos abstrato possível. Após, aplicarei uma questão sobre esse tema utilizando o método *Peer Instruction* com auxílio do *Plickers*. Em um segundo momento, apresentarei a regra da mão direita para a Força de Lorentz seguida de outra questão conceitual envolvendo *Peer Instruction*. Esses dois momentos serão de aproximadamente 45 minutos.

**Fechamento:** Junto à realização da chamada – nos 25 minutos restantes – mostrarei um anúncio de internet, o qual apresenta as vantagens de usar o *anel emagrecedor magnético*. Após, perguntarei se os alunos acham que o anúncio é verídico ou não, e promoverei um debate em torno do anúncio. Durante a discussão, tentarei desconstruir a visão salvacionista da ciência.

**Recursos:** Giz, quadro-negro, computador, projetor, *smartphone*, *internet*, *Plickers* e anúncio advindo da *internet*.

**Avaliação:** Participação nas atividades pelo método *Peer Instruction*.

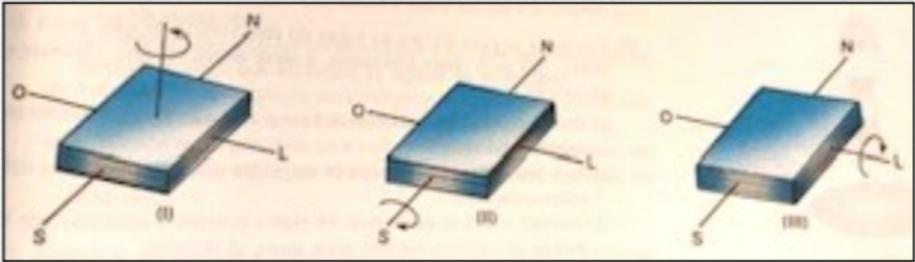
### 5.5.2. Relato de Regência

Estiveram presentes nessa aula quinze meninas e onze meninos. A aula foi realizada na sala da turma – A 123 – e iniciou pontualmente às 8h. Entrei na sala com aproximadamente 10 minutos de antecedência e desenhei – visando ganhar tempo de aula – espiras com fluxo magnético variando no seu interior para dialogar sobre a contribuição de Lenz para a Lei de Faraday, e também fiz os preparos necessários para a apresentação dos *slides*. Iniciei a aula informando a turma que eu estaria disponível no dia 06/11/18 (terça-feira posterior a aula) das 13h30 às 17h para auxiliá-los tanto na atividade de modelagem do Magneto, quanto na resolução da lista de exercícios disponível no *Moodle* desde a aula 3.

Nesse breve anúncio, não houve questionamentos. Então apresentei um teste conceitual (adaptado do último problema apresentado na aula 4) utilizando o *Peer Instruction* e visando retomar a Lei de Faraday. O enunciado da questão 1 está ilustrado na Figura 25:

### Questão 1

Numa região onde o campo magnético terrestre é uniforme e dirigido no sentido sul-norte, um estudante tenta produzir corrente elétrica girando uma bobina retangular. Em qual(ais) situação(ões) o estudante detectará corrente?



★ III  
 b) I e II  
 c) I e III  
 d) II e III

Figura 25: Slide ilustrando a questão 1 da aula com a alternativa correta. Fonte: Autor.

Como é de praxe nos testes conceituais com o *Peer Instruction*, li vagarosamente a questão com os alunos e demonstrei – utilizando o *smartphone* – como eram os movimentos da espira (conforme a seta em torno do eixo de giro). Enfatizei para os alunos que o mais importante era se comprometer com alguma resposta, tendo em vista que na aula anterior houve muitas abstenções. Então disponibilizei três minutos para os alunos pensarem individualmente a fim de se comprometerem com uma resposta, e passado esse tempo, sincronizei e abri a votação. Dos 24 alunos que escolheram uma alternativa: dois marcaram letra *a* (correta); cinco marcaram letra *b*; 14 marcaram a letra *c*; e três marcaram a letra *d*. Aos alunos, pedi-lhes conversassem com os colegas que tivessem uma resposta distinta. Grande parte das discussões giravam em torno da situação 1 apresentada no problema, pois o que variava na bobina era apenas a área lateral que era atingida pelo campo magnético terrestre (sentido sul-norte). Uma aluna falou que “*Mesmo o campo da Terra não variando, a área varia, ai varia o fluxo e tem corrente*”, e tal frase convenceu o colega que estava ouvindo, pois o mesmo disse “*Bah, não tinha me ligado*”. A aluna estava certa ao considerar o campo magnético terrestre e a área na indução de corrente em uma bobina, porém estava interpretando erroneamente a área – que deveria ser a área delimitada pelos fios que a circundam, ou seja, área no interior da bobina. Quando percebi que as discussões estavam se dizimando, iniciei a segunda votação, cujo resultado está ilustrado na Figura 25:

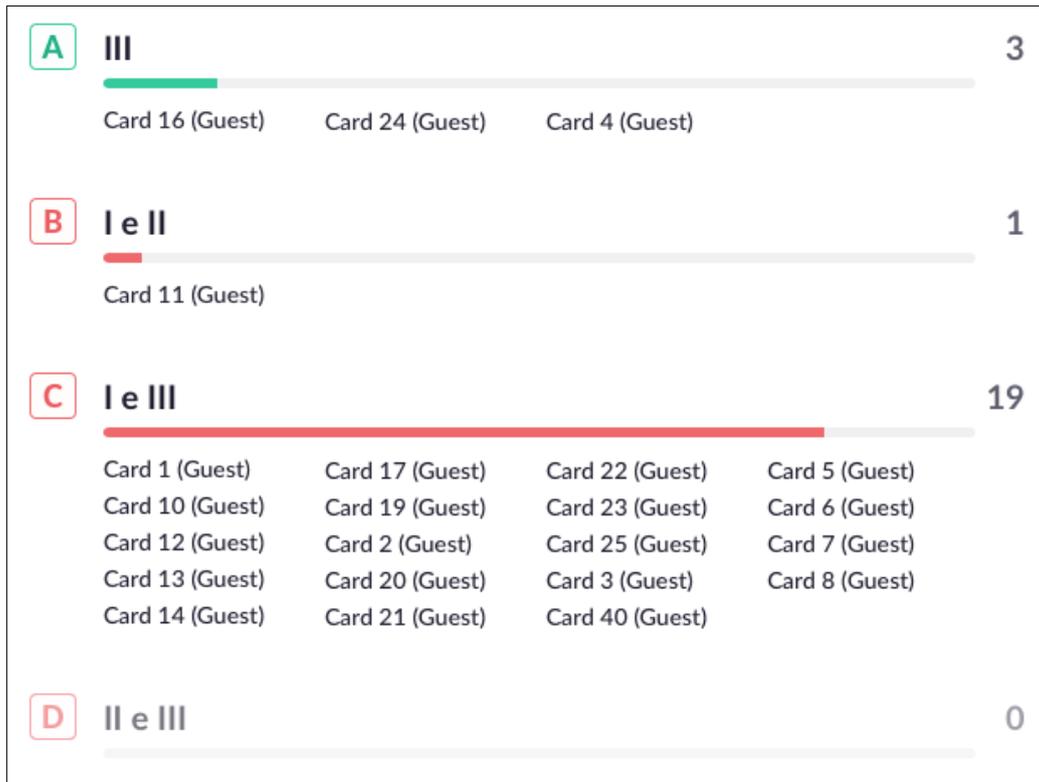


Figura 26: Distribuição da segunda votação sobre a questão 1. Fonte: Autor.

Confesso que não me surpreendi com a distribuição das 24 respostas dadas, pois percebi durante as discussões que os alunos que haviam marcado a alternativa *c* conseguiram convencer seus colegas utilizando o mesmo argumento da área (já mencionado anteriormente). Por esse motivo – não tão grave na minha opinião – mostrei a resposta correta e desfiz a confusão ocasionada pelas áreas explicando que a variação do fluxo magnético deveria ocorrer “dentro” da bobina. Na situação 1 não havia variação de fluxo magnético pois as linhas de campo não atravessavam a área delimitada pelos fios que a circundavam. Já a situação 3 foi compreendida pelos alunos. Após, perguntei para os alunos “Tá, então nesse problema nós variamos o fluxo magnético na bobina e geramos uma *f.e.m.* induzida que ocasiona uma corrente elétrica induzida. Qual seria o sentido dessa corrente?”. Os alunos olharam-se uns aos outros, mas não responderam a pergunta. Assim sendo, apaguei o projetor e comecei a utilizar as espiras desenhadas no quadro num momento anterior ao início da aula. A espira quadrangular situada no lado esquerdo do desenho continha linhas de campo magnético atravessando-a, chamaremos de *espira inicial*. Já no lado direito estavam duas espiras idênticas a anterior, porém com maior intensidade do campo magnético atravessando-a, chamaremos cada uma de *espira final*. Portanto, havia entre a *espira inicial* e a *espira final* uma variação “positiva” no fluxo magnético, já que a intensidade do campo magnético aumentou entre os momentos inicial e final. Com essas duas espiras representando o momento final, ou seja, o momento que ocorreu a variação de fluxo magnético, demonstrei duas situações para os

alunos: i) a corrente induzida pela variação do fluxo magnético do campo magnético que atravessa a espira seria no sentido anti-horário e produziria um campo magnético de mesma direção e sentido do campo magnético que já atravessava a espira, assim, contribuindo com a variação do fluxo magnético e gerando mais corrente elétrica na espira; e ii) a corrente induzida pela variação do fluxo magnético do campo magnético que atravessa a espira seria no sentido horário e produziria um campo magnético de mesma direção e sentido oposto ao do campo magnético que já atravessava a espira, assim, gerando oposição à variação de fluxo magnético.

Quando apresentei a primeira situação, enfatizei que teríamos o chamado *modo perpétuo*, ou seja, naquela situação obteríamos energia infinita e conseqüentemente violaríamos a lei de conservação de energia. A turma pareceu compreender a não existência de energia infinita.

Já quando apresentei a segunda situação, chamei a atenção da turma para a ideia de conservação de energia, pois *“As coisas querem permanecer onde estão”*. Enfatizei que não poderíamos violar o pressuposto da conservação de energia e que por esse motivo, a corrente elétrica induzida teria um sentido tal que o campo magnético gerado pela mesma seria oposto à variação do fluxo magnético, portanto, conservaríamos a energia nesse caso. Depois desse diálogo, disse aos alunos que esse raciocínio que fizemos foi a contribuição de Lenz para a Lei de Faraday. Também deixei claro que o sinal negativo anterior a equação da Lei de Faraday (  $-\Delta \varphi / \Delta t$  ) nada mais era que uma sinalização de oposição à variação de fluxo magnético na espira. Parti para a segunda questão cujo conteúdo abordado era exatamente a intitulada Lei de Faraday-Lenz: 2) *Aproxima-se um ímã de um anel metálico fixo a um suporte isolante. Qual o sentido da corrente elétrica induzida enquanto aproximamos o pólo norte do ímã? a) Anti-horário; b) Horário; c) Não haverá corrente induzida; d) Variará entre horário e anti-horário.* Após ler a questão com os alunos e fornecer aproximadamente quatro minutos para os alunos pensarem individualmente, iniciei o processo de votação. Todos os alunos responderam a essa questão, sendo que: 11 responderam a letra *a* (correta); 14 responderam a letra *b*; nenhum respondeu a letra *c*; e um aluno respondeu a letra *d*. Após ter pedido para que conversassem com aqueles colegas com opinião contrária, transitei pela sala a fim de ouvir os argumentos que cada pequeno grupo de alunos estavam utilizando para defender seu ponto de vista. Destaco a fala de um aluno que afirmou “O sentido tem que ser anti-horário porque se for horário, vamos ter energia infinita e isso não existe”, e foi rebatido pela sua colega que disse “Se for anti-horário, o campo vai ser contra o campo que já tem, então eu acho que a corrente vai variar uma hora para um lado, outra hora para outro lado”. Claramente a dupla compreendeu que a corrente gerará um campo magnético oposto à variação positiva de fluxo magnético, porém, a aluna pareceu não compreender que esse campo contrário não afetará o fluxo, e sim, o aumento do mesmo, fazendo com que haja conservação de energia. A maioria das

conversas centravam na perspectiva do anel, ou seja, qual seria o sentido horário e anti-horário na figura apresentada para eles. Assim sendo, tomei a liberdade de utilizar a regra da mão direita no anel para demonstrar como seriam esses sentidos na figura e sanar essas dúvidas que não estavam relacionadas ao conteúdo, e sim à interpretação da figura. Os resultados da segunda votação estão demonstrados na Figura 27:



Figura 27: Distribuição da segunda votação sobre a questão 2. Fonte: Autor.

Sobre a aluna que marcou a alternativa *c*, estava pouco participativa, pois não conversou com nenhum colega até o momento (estava mexendo no celular). Sei que ela marcou tal alternativa pois quando passei o *smartphone* para coletar a sua resposta, eu vi o que ela havia marcado. Não garanto que ela tenha feito isso antes, mas nessa questão em especial sim, já que não conversou com ninguém. De maneira geral, os resultados mostraram que a turma realmente estava confusa sobre a perspectiva da figura (anel metálico) e assim poder afirmar se o sentido da corrente elétrica gerada no anel era horário ou anti-horário. Talvez não houvesse tal confusão se eu tivera uma espira e um ímã em mãos para ilustrar tal situação. Tanto que quando expliquei a alternativa correta utilizando a regra da mão direita para fios percorridos por corrente, ouvi frases do tipo “*Ah, então essa parte é a que estaria para fora do quadro, perto de nós. Se eu soubesse, tinha acertado*”. Nesse momento, fiquei feliz, pois a perspectiva da espira (anel metálico) representada na próxima questão era mais evidente. Abaixo (Figura 28) está o enunciado da terceira questão trabalhada nessa aula:

### Questão 3

Ao se aproximar um ímã de uma espira, observa-se a formação de um pólo \_\_\_ na parte superior da espira (A), uma \_\_\_ entre o ímã e a espira e uma corrente elétrica induzida no sentido \_\_\_ determinada pela Lei de \_\_\_.

a) Sul, atração, anti-horário, Lenz.  
 b) Sul, atração, horário, Faraday.  
 c) Norte, repulsão, horário, Lenz.  
 ★ Norte, repulsão, anti-horário, Lenz.

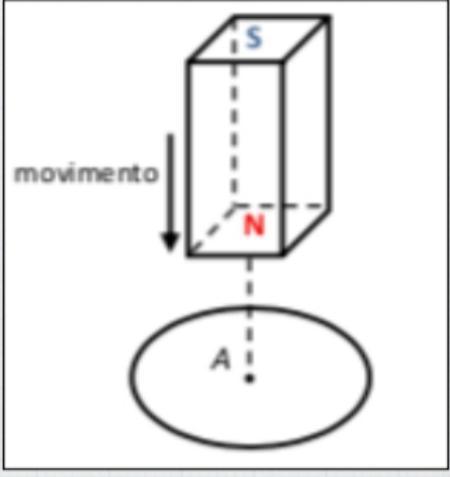


Figura 28: Slide ilustrando a questão 3 da aula com a alternativa correta. Fonte: Autor.

Fiz os mesmos procedimentos das questões anteriores e iniciei a votação. Dos 22 alunos que responderam: oito alunos escolheram a alternativa *a*; um aluno escolheu a alternativa *b*; nove alunos escolheram a alternativa *c*; quatro alunos escolheram a alternativa *d* (correta). Durante os diálogos que ouvi em sala, percebi que o cerne das discussões estavam na formação de um polo norte ou sul na parte superior da espira. Um aluno disse para um colega que “*Forma um polo Sul porque senão o ímã não vai passar. Tem que ser N com S*”, e essa frase demonstra que o aluno compreendeu a ideia de atração e repulsão entre ímãs, porém não compreendeu que “*Como a intensidade do campo de N tá aumentando, vai ter que ter uma corrente no sentido anti-horário para o campo sair por cima (e repulsar pois é oposto à variação de fluxo magnético) e entrar por baixo da espira. Assim a resposta é Norte, repulsão, anti-horário, Lenz*” (frase ouvida em outra discussão). Passados aproximadamente cinco minutos, sincronizei a votação pedindo-lhes que levantassem seus *Plickers Cards*.

O resultado me surpreendeu pois o número de alunos que acertaram a questão foi menor do que na primeira votação (de quatro para dois) e aumentou o número de que pensaram que o polo deveria ser sul para o ímã poder atravessar (de oito para treze). Pensei em pedir para conversarem novamente, mas fiquei receoso sobre isso, então expliquei a resposta certa a ser preenchida lacuna por lacuna. A maior dificuldade dos alunos foi compreender que a partir do momento que é gerada uma corrente induzida na espira, ela se torna um pequeno eletroímã, e conseqüentemente possui um polo norte e um polo sul. A minha explicação em relação a isso foi que a corrente induzida estava sendo gerada para criar um campo magnético oposto à variação do fluxo magnético devido a

aproximação do ímã, logo, as linhas de campo magnético saíam da parte superior da espira e entravam na parte inferior, analogamente ao que ocorre num ímã, portanto, teríamos um polo norte na parte superior e um polo sul na parte inferior. Essa explicação foi pausada, tranquila, de maneira que os alunos conseguiram me acompanhar e, a meu ver, compreender o que estava acontecendo nessa situação. Abro um parêntese. Nos 30 minutos restantes de aula, decidi abordar somente a Força Magnética (conceitualmente e equações) e testes conceituais sobre a mesma, ou seja, aboli a ideia apresentar o mito do *anel emagrecedor magnético*<sup>23</sup> que constava no fechamento do plano de aula. Tomei essa decisão, pois era mais importante os alunos compreenderem o conceito de força magnética do que analisar uma notícia que envolvia conceitos de física, já que apresentar as duas coisas em 30 minutos era inviável. Fecho parêntese.

Apresentei as condições para existência de uma força magnética em uma partícula, ou seja, o corpo precisa estar carregado, essa carga deveria estar em movimento para interagir com o campo magnético de uma região desde que seu movimento não fosse na mesma direção do campo magnético dessa região. Também disse que a intensidade dessa força dependia diretamente da carga da partícula, da sua velocidade, do campo magnético em que se encontra e do ângulo entre o movimento e o campo magnético. Após, apresentei duas equações quantitativas para força magnética, ou seja, equações as quais se descobre o módulo dessa força: i)  $F = qvB \sin \theta$  ; ii)  $F = LiB \sin \theta$  .

Uma aluna me perguntou, apropriadamente, “*Sor, se é uma força é vetor e tem sentido né?*”, respondi positivamente que sim, então ela perguntou “*Como sabemos para onde a força vai?*”, em nova resposta, disse que tinha uma “regra” que nos ajudaria a dizer para onde o vetor força magnética apontava, tal regra seria a verificação do produto vetorial utilizando a mão direita para força magnética em uma partícula. Meu referencial para essa “regra” sempre foi a mão direita e considero que a partícula é positiva. O polegar simboliza o vetor força magnética, o dedo indicador simboliza o vetor velocidade da partícula e o dedo médio simboliza o vetor campo magnético. Caso a partícula esteja carregada negativamente, basta inverter o sentido do dedo, por exemplo, se o vetor força magnética aponta para cima, se a carga for negativa, aponta para baixo. Faltavam aproximadamente 10 minutos para o final da aula quando apresentei para a turma mais um teste conceitual. Na Figura 29 está apresentada a questão junto a alternativa correta:

---

23 O anúncio está disponível no Anexo 1 deste trabalho.

**Questão 4**

Uma carga positiva  $q$  é lançada com velocidade  $v$  numa região onde existe campo magnético uniforme  $B$ . As linhas de tracejadas são as possíveis trajetórias desta carga. Assinale qual a correta.

a) 1

b) 2

c) 3

d) 4

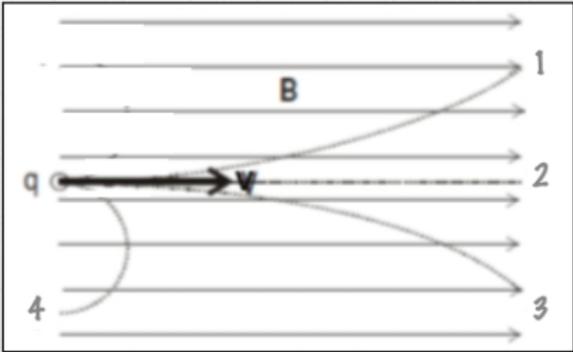


Figura 29: Slide ilustrando a questão 4 da aula com a alternativa correta. Fonte: Autor.

Fiz os procedimentos necessários e já explicitados nas questões anteriores para utilizar o *Peer Instruction*. Assim, iniciei o processo de votação. Dos 20 alunos que responderam: seis alunos escolheram a alternativa *a*; cinco alunos escolheram a alternativa *b* (correta); seis alunos escolheram a alternativa *c*; três alunos escolheram a alternativa *d*. Novamente, como de praxe, pedi para que os alunos conversassem com aqueles colegas com resposta distinta. Ao circular pela sala, notei que em todos os grupos de discussão haviam alunos utilizando a mão direita buscando encontrar a força que a partícula sofrera. Uma aluna perguntou “*Sor, olha só, como eu faço se B e v estão na mesma direção?*”, quando pensei em dar uma dica, a colega que estava ouvindo disse “*O sor tinha falado que se não tem ângulo entre eles, não tem força*”, confesso que fiquei feliz e complementei a resposta dizendo que essa era uma das condições para haver força magnética. Outros alunos insistiam em utilizar a regra da mão sem refletir se era necessário utilizá-la. Alguns alunos, apesar de considerar erroneamente  $v$  e  $B$  não poderiam ser paralelos, ou seja, consideram que existe uma força agindo nessa carga, não conseguiram associar a ação dessa força à alteração da direção de movimento. Os índices de escolha das alternativas – após realizar a segunda votação – não variaram muito após as discussões, o que achei estranho. Quando mostrei a alternativa correta, houve uma certa exaltação por parte de alguns alunos, solicitei calma e comecei a explicar. A explicação utilizada focou na condição da existência de força magnética se  $v$  e  $B$  não forem paralelos, e acrescentei que o corpo deveria possuir carga.

Nos últimos momentos de aula chamei a atenção dos alunos para o comprometimento com a unidade de ensino: i) Enfatizei que a atividade de modelagem não estava concluída por ninguém e que ninguém leu a correção, pois se tivessem lido, saberiam como prosseguir com a atividade e

ocorreriam perguntas sobre a mesma; ii) Também destaquei que ninguém havia perguntado nada sobre a lista e que imaginava que nenhum aluno sequer a visualizou. Disse para a turma que apesar de não valer nota, a lista era importante para estudar para a prova. Assim, realizei a chamada e encerrei a aula.

**Reflexão:** Nessa aula, consegui que mais alunos tivessem coragem de se comprometer com alguma resposta durante os testes conceituais. Mas principalmente, aprendi com os erros da última aula e me recuperei do baque que me causaram. Acontecimentos até esse momento, me fizeram pensar que estava fracassando como professor estagiário, entretanto, conversando com professores do CAp – amigos que formei ao longo de cinco anos na instituição – e com os orientadores, percebi que estava muito preso a ideia de todos os alunos prestarem atenção em mim e entenderem o que apresento, receber aplausos, e portanto, *ser um sucesso*. As minhas expectativas sobre a unidade de ensino estavam ancoradas na relação com a turma, e esse estava sendo o meu erro, pois o dito sucesso deve ser baseado na dedicação e na execução do meu trabalho docente. Outra reflexão que fiz se refere ao meu afastamento do papel de monitor da disciplina (anos anteriores) e minha aproximação do papel de professor. Pensei em alterar a atividade de modelagem para bem de os alunos fazerem e obterem uma maior nota, porém, a atividade de modelagem teve um mês e meio para ser realizada, então faltou comprometimento da turma. Sendo assim, fui mais duro e avisei que se a atividade não fosse entregue, não receberiam nota nenhuma sobre a mesma (não haveria substituição). De certo modo, deixei de “passar a mão na cabeça” dos alunos – como fazia enquanto monitor – e cresci como professor. Saí da sala preocupado com o que ouvi dos alunos em relação a atividade de modelagem do magneto, pois muitos alunos pareceram estar crentes que já tinham feito tal atividade, sendo que apenas haviam me entregue a escolha da cena. Também não houve dúvidas sobre a lista de exercícios disponibilizada na aula 3. Mesmo tendo me esforçado para construir uma unidade de ensino nos moldes expostos pelos alunos, com esses acontecimentos, não estou sentindo um retorno 100% da turma. Mas seguirei com o mesmo entusiasmo e crente que escolhi a profissão correta.

## **5.6. Aula 6**

**Data:** 08 / 11 / 18

**Horário:** 8h00min às 9h30min (duas horas-aula)

**Assunto da Aula:** Discussão sobre a atividade do Magneto e revisão para a avaliação.

**Quantidade de alunos:** 27

### 5.6.1. Plano de Aula

**Objetivos de ensino:** Discussão e debate sobre os resultados encontrados pelos alunos em seus trabalhos em grupo fora do período de aula, demonstrados em quadros brancos como a teoria sugere; Revisão para a avaliação via testes conceituais e numéricos.

**Atividade Inicial:** Iniciarei a aula com debate e discussão sobre os resultados obtidos na atividade de modelagem do anti-herói, Magneto. Meu papel será mediar a discussão fazendo com que os alunos discutam quais idealizações e simplificações foram feitas, e percebam o processo de Modelagem. Essa atividade ocupará aproximadamente 30 minutos.

**Desenvolvimento:** Começo a revisão abrindo o espaço para solucionar dúvidas em relação ao conteúdo, ou, sobre os exercícios da lista. Após, quando cessarem as dúvidas, aplicarei questões tanto conceituais quanto numéricas advindas de concursos como o ENEM ou vestibulares que abordem os conteúdos visitados nessa unidade de ensino utilizando o método *Peer Instruction* com auxílio do *Plickers*. Essa revisão dos conteúdos levará aproximadamente 50 minutos.

**Fechamento:** Nos 10 minutos restantes, farei um breve resumo dos conteúdos abordados na unidade de ensino e realizarei a chamada. Lembrarei os alunos do horário de monitoria da terça-feira, o qual estarei pessoalmente.

**Recursos:** Giz, quadro-negro, computador, projetor, *smartphone* e lista de exercícios disponibilizada no *Moodle* na aula 3.

**Avaliação:** Serão avaliados os resultados da atividade de modelagem sobre o Magneto nos quesitos: i) coerência no raciocínio utilizado; ii) resultado obtido; e iii) esforço. A atividade tem peso de 35% da composição final da nota.

### 5.6.2. Relato de Regência

Estiveram presentes nessa aula dezesseis meninas e onze meninos. A aula foi realizada na sala da turma – A 123 – e iniciou às 8h05min. Entrei na sala às 8h e aguardei a entrada do restante dos alunos que se encontravam no corredor pegando seus materiais nos armários do mesmo. Iniciei pedindo que os alunos que tivessem feito a atividade de modelagem do Magneto poderiam deixar o documento em cima da mesa. Após, informei que aquele momento seria de revisão, enfatizei que era a hora dos alunos esclarecerem suas dúvidas visando a avaliação que seria realizada no dia 22 de novembro. Então perguntei a classe se haviam dúvidas a respeito dos conteúdos apresentados nessa unidade de ensino e ninguém falou nada. Não fiquei surpreso, pois nenhum aluno havia sequer começado a fazer a lista de exercícios disponível no *Moodle* desde a terceira aula. Foi a partir desse momento que eu decidi mudar a abordagem para a aula de revisão. No plano de aula

estava escrito que haveria um debate sobre a atividade de modelagem e uma intercalação entre exercícios da lista e testes conceituais utilizando o *Peer Instruction*, entretanto, os testes conceituais haviam sido aplicados em três aulas, já a lista de exercícios não fora utilizada nem como exemplo. Não havia condições de haver o debate pois muitos alunos estavam finalizando a atividade em aula, e por esse motivo, não houve discussões a respeito da atividade. Alguns alunos não compreenderam, e na opinião de quem vos escreve, nem buscaram compreender qual era o espírito da atividade de modelagem. Outros alunos manifestaram satisfação em realizar tal atividade pois “*Obriga a pensar e não tem resposta pronta*” segundo uma aluna.

Eu havia separado alguns exercícios da lista para trabalhar nessa aula caso nenhum aluno manifestasse suas dúvidas, como isso ocorreu, trabalhei tais exercícios. Solicitei que os alunos acessassem o *Moodle* e abrissem a lista de exercícios, tendo em vista que todos os alunos da sala possuíam um *smartphone* e o CAP possui internet *wi-fi*. A primeira questão abordada continha o seguinte enunciado: *I) Considere as afirmações a seguir, a respeito de ímãs. I – Convencionou-se que o pólo norte de um ímã é aquela extremidade que, quando o ímã pode girar livremente, aponta para o norte geográfico da Terra; II – Pólos magnéticos de mesmo nome se repelem e pólos magnéticos de nomes contrários se atraem; III – Quando se quebra, ao meio, um ímã em forma de barra, obtêm-se dois novos ímãs, cada um com apenas um pólo magnético. Está(ão) correta(s): (a) apenas I; (b) apenas II; (c) apenas III; (d) apenas I e II; e (e) apenas II e III.* Dentre as afirmativas, a I gerou maior discussão devido à confusão que os alunos fazem ao relacionar polos geográficos e magnéticos. Os alunos começaram a discutir essa afirmativa e eu fiquei mediando – e de certa forma provocando – o debate até surgir a resposta correta. Para acrescentar informações, disse aos alunos que poderíamos sugerir que há no centro da Terra um grande ímã com seus polos norte e sul sendo contrários aos polos norte-sul geográficos. Com o auxílio do desenho, consegui com que os alunos que estavam confusos compreendessem, porém, fiquei aproximadamente 20 minutos nesse exercício, o que para mim foi um tempo demasiadamente longo para esse exercício que julguei ser o mais simples da lista. A segunda questão trabalhada em aula envolvia ímãs e materiais ferromagnéticos, porém, não havia informação sobre o que cada peça era, e sim, informações sobre os processos de magnetização que ocorriam ao aproximar uma peça da outra. A Figura 30 abaixo demonstra o enunciado de tal questão:

**6)** Três barras de ferro geometricamente iguais são caracterizadas pelas letras A, B e C e os extremos das mesmas são indicados, respectivamente pelas letras  $A_1$  e  $A_2$ ,  $B_1$  e  $B_2$  e  $C_1$  e  $C_2$ . Verificamos que os extremos:

$A_1$ e $B_1$ sofrem atração	$A_1$ $A_2$
$A_1$ e $C_2$ sofrem repulsão	$B_1$ $B_2$
$A_1$ e $B_2$ sofrem atração	$C_1$ $C_2$
$A_1$ e $C_1$ sofrem atração	

Podemos dizer que:

- a) Todas as barras são ímãs permanentes.
- b) Só a barra A é um ímã permanente.
- c) Só a barra B é um ímã permanente.
- d) As barras A e B são ímãs permanentes.
- e) As barras A e C são ímãs permanentes.

Figura 30: Enunciado da segunda questão abordada em aula. Fonte: Autor.

Inicialmente, reproduzi o desenho da questão no quadro e escrevi os processos que estavam listados. Primeiro trabalhei com as peças A, B e suas respectivas extremidades (alterando a ordem do enunciado). Ao ler os dois processos entre A e B, uma aluna disse que “*B não era permanente porque os dois lados dele são atraídos*” e eu perguntei a turma se “*A (fulana) tá certa? Todo mundo concorda?*”. A turma não só concordou como também adiantou a resposta referente à relação entre A e C dizendo que ambas são ímãs permanentes pois havia repulsão entre eles, se não houvesse, C seria igual a B. Foi um exercício muito bom de ser feito em aula, pois trabalhou o raciocínio lógico da turma. Assim, seguimos para terceira questão cujo enunciado era: *10) Ao fecharmos as chaves  $C_1$  e  $C_2$ , mostradas na figura deste problema, os eletroímãs irão se atrair ou se repelir?* Na imagem havia duas bobinas conectadas, cada uma, a uma fonte de tensão e uma chave cuja função era fechar o circuito para a corrente começar a circular pelo mesmo. Novamente reproduzi o desenho da questão no quadro e expliquei o processo que ocorria ao “fechar” o circuito. A turma aceitou que ao passar corrente pelas bobinas, elas se tornariam eletroímãs e passariam a se atrair ou se repelir, como ocorre com ímãs ditos normais. Então perguntei “*Qual é o sentido do campo no centro de cada bobina e onde é os polos norte-sul de cada uma?*” e em seguida uma aluna pediu uma dica de como começar a fazer o exercício, falei para ela que tínhamos visto a regra da mão direita para fios percorridos por corrente a qual o polegar informava o sentido da corrente e o restante dos dedos apontavam a direção e sentido do campo magnético gerado. Assim, a turma começou a fazer o exercício utilizando tal regra. Passados aproximadamente cinco minutos, um aluno disse que “*Os eletroímãs vão se repelir porque onde eles tão próximos têm os polos norte de*

*cada um, e polos de mesmo nome se repelem*” e novamente perguntei se a turma concordava. Uma aluna perguntou para o colega como ele havia encontrado tal resposta pois ela não estava conseguindo “enxergar” (nas palavras dela) essa repulsão. O aluno veio até o quadro e usou o desenho que eu havia feito para explicar para sua colega, e conseqüentemente, para toda a turma, como raciocinou para chegar a sua resposta. Primeiro ele utilizou a regra da mão direita para cada bobina, depois indicou quais seriam os polos do eletroímã e analisou a situação. A mim, restou parabenizá-lo e perguntar para a turma se tudo havia ficado claro.

Uma aluna pediu para resolver um exercício numérico, pedido que foi atendido. Informei a turma para encontrarem o exercício 13 da lista cujo enunciado era: *13) Um solenóide, no ar, é percorrido por uma corrente  $i = 3,0 A$  que estabelece, em seu interior, um campo magnético  $B = 2,0 \times 10^{-3} T$ . Se o comprimento do solenóide é  $L = 15 cm$ , determine o número total,  $N$ , de espiras*

*do solenóide.* Para resolver esse exercício bastava aplicar a equação  $B = \frac{N \mu_0 \cdot i}{L}$ , onde  $B$  refere-se ao campo magnético gerado pelo solenóide,  $N$  refere-se ao número de espiras no solenóide,  $\mu_0$  refere-se a permeabilidade magnética no vácuo,  $i$  refere-se a corrente elétrica e  $L$  refere-se ao comprimento do solenóide. Alguns alunos tiveram dificuldades na aplicação de valores e na execução matemática, ou seja, houve dificuldades de matemática básica, pois tal equação abordava multiplicação e divisão apenas. Passados alguns minutos, resolvi o exercício no quadro e respondi perguntas referentes às operações matemáticas.

O último exercício trabalhado em aula foi o de número 17 da lista, cujo enunciado era: *17) Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto abaixo, na ordem em que elas aparecem. A figura abaixo representa dois fios metálicos paralelos, A e B, próximos um do outro, que são percorridos por correntes elétricas de mesmo sentido e de intensidades iguais a  $i$  e  $2i$ , respectivamente. A força que o fio A exerce sobre o fio B é ....., e sua intensidade é ..... intensidade da força exercida pelo fio B sobre o fio A. a) repulsiva – duas vezes maior; (b) repulsiva – igual à; c) atrativa – duas vezes menor do que; d) atrativa – duas vezes maior do que; e) atrativa – igual à.* Li calmamente junto a turma o enunciado e aguardei a resposta da turma.

A turma utilizou a regra do produto vetorial utilizando a mão direita para força magnética e concluíram que os fios se atraíam, porém, associaram o dobro de corrente que um tinha à intensidade da força magnética. Para findar com essa associação errônea, lembrei-os da terceira Lei de Newton (ação e reação) informado que a força que um fio exerce sobre o outro possui a mesma intensidade e direção, porém o sentido é contrário. Para tornar tal afirmação mais clara, desenhei os fios no quadro e illustrei os campos gerados por cada um, as correntes e conseqüentemente as forças

consequentes da interação entre  $i$  e  $B$ . Novamente, com o desenho e uma explicação vagarosa e – na minha opinião – bem argumentada, os alunos demonstraram compreender o que ocorria nesse exercício. Findando o tempo de aula, recolhi os documentos referentes a atividade de modelagem sobre o Magneto que estavam em cima da minha mesa, lembrei a turma dos horários de monitoria, informei que qualquer dúvida poderia ser enviada pelo *Moodle* ou pelo Facebook, realizei a chamada e encerrei a mesma.

**Reflexão:** Pensei que com o recado dado na aula 5, referente a realização da lista de exercícios, a turma viria com dúvidas próprias. Enganei-me, fiquei chateado pela falta de comprometimento em relação a resolução de exercícios. Como a unidade de ensino focou mais a abordagem qualitativa dos conceitos do que quantitativa, imagino que a turma pense que a avaliação será fácil de ser realizada pois “*É só escrever o que acha*” segundo um aluno.

A mim, resta aplicar a avaliação que foi construída baseada nos testes conceituais usados em aula com o *Peer Instruction* e na exposição dialogada sobre os conteúdos visitados, e literalmente torcer para que eu enxergue bons resultados da abordagem feita com essa turma.

Sobre os resultados da atividade de modelagem, ninguém “gabaritou” tal atividade, mas alguns alunos chegaram perto. Eu sabia que o *gap*<sup>24</sup> era grande, e fiz de tudo para diminuí-lo aula a aula. Um aluno em particular me surpreendeu em meio ao desânimo que me encontrava ao corrigir os trabalhos, pois esse aluno descreveu muito bem a cena escolhida por ele, fez idealizações e simplificações explicando o porque delas, executou os cálculos – e foi aqui que houve erros de matemática e de unidades de medida – e explicou o seu resultado. Esse aluno atingiu um nível de modelagem bem considerável, se pensarmos que ele havia me consultado apenas uma vez. Esse resultado positivo me deixou animado e mostrou que é possível abordar modelagem científica no ensino médio. Dois alunos não entregaram a atividade, desperdiçando 3,5 pontos da média final.

## 5.7. Aula 7

**Data:** 22 / 11 /18

**Horário:** 8h00min às 9h30min (duas horas-aula)

**Assunto da Aula:** Avaliação final da unidade de ensino.

**Quantidade de alunos:** 28

---

<sup>24</sup> Esse *gap* refere-se aos processos de: pensar na cena, idealizar o anti-herói, fazer idealizações e simplificações de conceitos da Física, executar os cálculos necessários para inferir o campo magnético gerado, e argumentar o porquê de suas escolhas.

### 5.7.1. Plano de Aula

**Objetivos de ensino:** Avaliar objetivamente a aprendizagem dos conceitos trabalhados por parte dos alunos.

**Atividade Inicial:** Em torno de 5 minutos, pedirei que os alunos se organizem em cinco fileiras e farei uma breve explanação de como será a avaliação.

**Desenvolvimento:** Os alunos realizarão a atividade de avaliação composta por três questões de circuitos elétricos, sete questões abordando o Magnetismo e um formulário simples. A prova será individual e sem possibilidade de qualquer consulta. Será permitido o uso da calculadora. Monitorarei os alunos enquanto circularéi pela sala de aula. Os alunos que forem concluindo suas avaliações deverão permanecer em seus lugares.

**Fechamento:** Ao término do tempo de aula, recolherei as avaliações.

**Recursos:** Giz, quadro-negro e folhas impressas com a avaliação.

**Avaliação:** Prova individual, sem a possibilidade de consulta, valendo 50% da composição final da nota. Os outros componentes da nota final são: participação e empenho em todas as aulas (15%) e atividade de Modelagem apresentada na aula 1 (35%).

### 5.7.2. Relato de Regência

Estiveram presentes nessa aula dezesseis meninas e doze meninos. A aula foi realizada na sala da turma – A 123 – e iniciou às 8h. Entrei na sala com aproximadamente 5 minutos de antecedência pedindo que os alunos se organizassem em cinco fileiras bem separadas enquanto eu escrevia as equações no quadro-negro. As 8h05min, eu passei algumas orientações para a turma visando tornar a avaliação mais tranquila de ser feita: i) solicitei que pusessem seus celulares em cima da minha mesa; ii) disse para que os alunos lessem atentamente as questões pois a interpretação era algo fundamental; iii) a prova continha duas questões com o número 9, informei que a questão 9 repetida estava anulada; iv) informei que em qualquer tentativa de cola, a prova seria recolhida e a nota seria zero; v) as respostas de cálculo que não fossem acompanhadas das respectivas unidades de medida, seriam fortemente desconsideradas; e vi) informei que a avaliação era um documento, e por esse motivo, as respostas deveriam estar à caneta. Dadas as orientações distribuí as avaliações viradas para baixo para os 28 alunos presentes e às 8h13min avisei que podiam começar a avaliação desejando-lhes boa sorte. Alguns alunos me chamavam para sanar dúvidas em relação a avaliação, porém, eu os informava que a dúvida deles devia ser pública, ou seja, toda a turma deveria ouvir para não parecer que eu estava favorecendo alguém com uma resposta. Com essa resposta dada em bom tom de voz para toda a turma ouvir, os alunos desistiam

de perguntar pois se sentiam envergonhados (aparentemente). Houve perguntas sobre o significado de algumas variáveis presentes nas equações expostas no quadro, como por exemplo, “*Sor, naquela equação ali, o que é o B mesmo?*”, e a resposta “*Não respondo nada sobre as equações*” foi dada por mim para todos os alunos que faziam esse tipo de pergunta. Também houve perguntas de português sobre o significado de deflexão e indicação, e a estas perguntas eu respondi, pois não interferiria no resultado da avaliação. Não perdi o controle da turma durante a avaliação, pois minha postura frente as perguntas foi rígida (até demais). Notei que alguns alunos gesticulavam com as mãos direita e esquerda para resolver os exercícios.

A cada 20 minutos, eu informava a hora pois muitos alunos não tinham relógio de pulso e estavam sem seus celulares (que estavam em cima da mesa). Com 1h de atividade avaliativa, duas alunas concluíram e me entregaram suas avaliações. Ao entregar as avaliações, os alunos podiam pegar seus celulares e irem para o pátio da escola para “*pegar um sol*” nas palavras dos alunos. Conforme os alunos iam entregando suas avaliações, pegavam seus celulares e saíam da sala. Às 9h30min, encerrei a atividade e recolhi as avaliações restantes. A chamada foi realizada durante a atividade, pois eu já conhecia todos os alunos de rosto e toda a turma estava presente na sala de aula.

**Reflexão:** Pela primeira vez apliquei uma avaliação construída por mim, o que me deixou satisfeito. Acredito que conduzi a atividade com maestria, baseado na ética, buscando não favorecer nenhum aluno e não dando margem para um possível “efeito cascata” de perguntas sobre a Física. Se minha postura fosse mais flexível e tivesse respondido as perguntas sobre o conteúdo da prova, a turma toda faria perguntas e a avaliação perderia a validade no meu ponto de vista. Convivi com essa turma por quatro meses entre observação pura da mesma e docência da unidade de ensino, portanto, sabia o que me esperava se a postura fosse diferente da que foi. Comentarei os resultados da avaliação, bem como a composição da nota geral dos alunos na próxima seção (Considerações Finais).

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta seção, inicialmente efetuei algumas considerações sobre o final do período de regência explicitando os resultados dos alunos após a unidade de ensino junto a uma breve análise dos mesmos, fazendo um breve relato sobre a experiência com o uso dos métodos ativos de aprendizagem, e por fim, comentários sobre a atividade de modelagem envolvendo o anti-herói, Magneto.

Como já dito na seção 4, a nota final de cada aluno era composta por três critérios, sendo eles: participação em aula (15%), atividade de modelagem (35%) e a avaliação individual (50%). A Tabela 3 abaixo demonstra a média da turma nesses três quesitos.

Tabela 3: Média da turma para cada critério de avaliação e conceitos obtidos na unidade de ensino. Entre parênteses está a nota máxima possível;

	<b>Participação (1,5)</b>	<b>Modelagem (3,5)</b>	<b>Avaliação (5,0)</b>	<b>Total (10,0)</b>
<b>Média da Classe</b>	1,31	1,84	1,87	5,02
<b>Conceitos Obtidos</b>	A → 0 ; B → 2 ; C → 17 ; D → 9;			19

Corroborando com as reflexões feitas em cada observação de aula, a média da turma no quesito participação demonstra que a turma 302 realmente era participativa em sala. Apesar de ter verificado que o *Peer Instruction* era viável nessa turma, sinceramente, achei que não haveria participação da classe durante as discussões dos testes conceituais. Para minha surpresa, pouquíssimos alunos (três a quatro) não discutiam, a meu ver por ter vergonha de expressar suas ideias. Talvez eu devesse ter encorajado mais esses alunos. Portanto nesse quesito, a turma superou minhas expectativas.

Como já destacado na subseção 2.2, a atividade de modelagem era o principal objetivo da unidade de ensino. Por ter tido contato com a modelagem científica, eu sabia que o *gap* entre o que idealizei e o que os alunos seriam capazes de entregar era muito grande. Por esse motivo apresentei a atividade na primeira aula enfatizando que seria uma tarefa para ser feita em momentos fora da sala de aula e que as aulas demonstrariam possíveis ferramentas para a conclusão da mesma. Obviamente, em todas as aulas foi falado de modelos e como os utilizamos para interpretar a realidade (ou suposta como tal). Também em todas as aulas, foi disponibilizado um espaço para dúvidas sobre a atividade, dúvidas essas que não surgiram. O resultado está destacado na Tabela 3 (acima), os alunos foram medianos, poucos me procuraram no período fora de sala, mais

precisamente, sete alunos me procuraram, e esses sete obtiveram uma boa nota na atividade. Era uma atividade para conversar, refletir e brincar com a realidade, e o simples esforço para concluí-la já valia nota (o principal interesse da maioria da classe).

Ao meu ver, apenas dois alunos atingiram o nível de modelagem idealizado por mim, fazendo idealizações e simplificações, buscando informações na *internet*, argumentando sobre suas escolhas para inferir o campo magnético gerado pelo Magneto (argumentos muito bons inclusive, com embasamento). De certa forma, o resultado foi surpreendente, pois como já destaquei, o *gap* era muito grande tendo em vista que modelar no ensino médio era uma novidade. De certa forma, fiquei satisfeito com os trabalhos que corrigi, porém para uma próxima aplicação – sim, pretendo aplicá-la novamente algum dia – serão necessárias algumas modificações. Acredito que construir um guia de atividade apropriado já ajudaria muito. Não tive tempo suficiente para pensar em outras alterações, com certeza, haverão, afinal, sempre é possível melhorar.

Por fim, fiquei decepcionado com os resultados da avaliação. Apenas seis alunos obtiveram uma nota acima da média, ou seja, se fosse um sistema de avaliação tradicional, apenas esses seis alunos seriam aprovados. Não consigo visualizar se isso seria bom ou ruim.

A prova era composta por três questões de conteúdos vistos ao longo do ano (questões escolhidas pelo professor responsável) pois a prova deveria ter um caráter cumulativo, e sete questões advindas da unidade de ensino. Destas sete questões, seis eram conceituais (duas coletadas da lista de exercícios disponibilizada na aula 3), sendo fiéis a abordagem feita em aula. Houve muitas confusões entre campo elétrico e magnético, esse foi um resultado esperado de aprendizagem que não fora atingido.

A minha opinião quanto a isso é que a maioria da turma deixou para estudar muito tarde, desperdiçando o tempo disponibilizado por mim para dúvidas tanto em relação a atividade de modelagem, quanto referentes a lista de exercícios. Não quero dizer com isso que sou o “dono do saber”, mas os resultados certamente seriam melhores se houvesse maior empenho por parte da classe. Portanto, ao fim do período de estágio e rumo a conclusão do curso, a turma poderia ter obtido resultados muito melhores se aproveitassem o tempo para estudar e tivessem se empenhado. Mas fiquei feliz mesmo assim, pois conseguiram de certa forma argumentar com propriedade o motivo de suas escolhas.

Ao final do período de estágio percebo que me tornei mais profissional. Afastei-me do papel de monitor “amigão” dos alunos, aquele que fazia de tudo para agradá-los, e aproximei-me do papel de professor e das responsabilidades que isto envolve. Obviamente, nada impede de sermos amigos dos nossos alunos, porém, não podemos deixar de lado o profissionalismo.

Se pudermos falar em vitória nesse período, foi uma vitória muito mais pessoal do que qualquer outra. Chegar até aqui foi – e está sendo – motivo de felicidade.

Entreí na UFRGS no primeiro semestre do ano de 2012 com 19 anos de idade, lá se vão sete anos até esse momento. Abandonei a ideia de ser engenheiro pois queria uma profissão na qual fosse possível me divertir trabalhando e ter contato constante com público. Então escolhi o curso de Licenciatura em Física, mas não por amor a disciplina, e sim, porque caso não conseguisse emprego como físico, conseguiria como matemático. Nos primeiros dois anos de curso acumulei algumas reprovações em disciplinas-chave para a continuidade do curso (Físicas e Cálculos). Eis que no primeiro semestre de 2014 pensei em desistir do curso pela primeira vez devido às reprovações até então, em suma, estava me considerando burro. Mas exatamente nesse semestre, fui aluno das disciplinas de Física Geral II e Física Experimental II, as quais tive contato com professores do mais alto gabarito tanto no seu histórico quanto como pessoas. Especialmente na disciplina de experimental, fui submetido a um estudo de doutorado cujo foco era modificar as atividades tradicionais da disciplina. Naquele momento fui apresentado à Modelagem Científica a partir dos intitulados *Episódios de Modelagem* (HEIDEMANN, 2015), um método ativo de aprendizagem. Essa experiência mudou minha maneira de pensar a Física e a vida, tanto a professora quanto o doutorando me incentivaram a continuar, pois havia potencial em mim. A partir daí comecei a engrenar no curso, cursava quatro disciplinas em média, entretanto, não reprovava em nenhuma.

Nesse mesmo ano consegui uma bolsa de extensão no CAP-UFRGS cuja função era ser monitor do laboratório de informática, auxiliando os alunos da EJA com seus trabalhos. Também auxiliava a professora da disciplina de Cultura Digital – e responsável pela minha bolsa – nas suas aulas. Aprendi nessa bolsa a ter paciência (pois ensinava pessoas de idade avançada) e aprimorei minha retórica para o público mais velho. Também “abri mão” de alguns preconceitos. Cheguei ao topo nessa bolsa, sendo escolhido professor homenageado pela turma que acompanhei desde o início (um ano e meio de contato). Nenhum aluno/monitor havia tido esse privilégio no CAP até então (segundo minha orientadora). Fiquei feliz, motivado, porém, estava se aproximando o momento de mudar de bolsa, isto é, encontrar uma na área de Física, o que acabou ocorrendo em 2016/1.

Em 2015/1, ao cursar a disciplina de Física III fui submetido a outro estudo utilizando métodos ativos de aprendizagem, mas desta vez referente a um mestrado. Nessa disciplina aprendi a trabalhar em equipe, ouvir os colegas de grupo, mas principalmente, ter confiança em mim e no meu potencial. Era uma disciplina muito trabalhosa, pois haviam diversas atividades durante a semana, porém, aprendi a ter comprometimento e estudar (algo não-trivial até o momento). Fiquei amigo (a meu ver) tanto do professor da disciplina quanto do mestrando que dela participou.

Aconselhei-me com eles diversas vezes, sempre buscando uma palavra de incentivo para conseguir continuar no curso.

Em 2016/1 assumi a monitoria da disciplina de Física do CAp-UFRGS, e essa experiência me motivou ainda mais, pois era chamado de “*Sor*” e precisava demonstrar os conhecimentos com propriedade, ou seja, era preciso estudar mais. E assim foram dois anos e meio exercendo essa função nessa instituição que me acolheu com muito carinho. Fui subcoordenador do Centro de Tecnologia Acadêmica Júnior (CTA Jr.), uma extensão do Centro de Tecnologia Acadêmica do Instituto de Física (CTA)<sup>25</sup>, até o fim de 2018/1, auxiliando alunos da educação básica em seus projetos embasados na filosofia do Conhecimento Livre.

O reconhecimento por esse trabalho veio em 2017, no Salão de Ensino da UFRGS, onde ganhei o prêmio de Destaque de Sessão apresentando justamente o CTA Jr. Orgulho-me muito disso.

Em 2018/1, assumi junto a minha colega de bolsa, Maria Eduarda Dias, a responsabilidade de ser docente em uma disciplina eletiva intitulada *A Física como você nunca viu!*, no CAp-UFRGS. Nessa disciplina ensinamos alguns conceitos básicos de circuitos elétricos a partir da modelagem científica e da filosofia do Conhecimento Livre. Foi uma oportunidade enriquecedora, tanto para nós enquanto futuros professores, quanto para os alunos, que relataram compreendido melhor qual o papel da Física e da Liberdade do Conhecimento para a Ciência.

Houve mais duas vezes em que pensei em desistir do curso. Mas sempre que esse pensamento ruim vinha a minha mente, eu buscava lembrar os momentos ímpares que essa profissão havia me proporcionado (mesmo não estando formado), ou procurava a palavra amiga de professores e amigos de curso. Hoje não penso em abandonar a profissão, honestamente, não me vejo exercendo outra. E para deixar claro, não conseguiria dar aula de matemática, meu perfil alegre e comunicativo é mais proveitoso na Física mesmo. Gosto muito da educação básica, é lá que tudo começa, e é lá que quero lecionar.

Atualmente auxilio alunos no início do curso de Física – bacharelado e licenciatura – dando dicas para que não cometam os mesmos erros que eu, os incentivo a procurar bolsas desde o início do curso, pois estas fazem com que cresçamos e amadureçamos mais rapidamente.

Chego ao final do curso com uma formação invejável embasada na experiência e nas vivências. Acumulei conhecimentos diversos oportunizados pelas bolsas de extensão, iniciação científica e monitoria que tive. Vivenciei em duas oportunidades a aplicação dos métodos ativos de aprendizagem, podendo argumentar com propriedade o quão benéficos eles foram para mim. Foi uma honra utilizar os métodos responsáveis (em grande parte) por estar aqui concluindo o curso.

---

25 Site do CTA: <http://cta.if.ufrgs.br/capa/>. Acesso em: 1. dez 2018.

O sujeito outrora desconhecido e desacreditado não existe mais, não há tanto no Colégio de Aplicação quanto no Instituto de Física, quem não me conheça e lembre de mim. Sempre tive uma excelente e estreita relação com todos os professores, que me retribuía com o mesmo carinho e respeito. Por esse motivo meus agradecimentos são longos, todos os professores que de alguma forma marcaram minha vida acadêmica e também pessoal estão nela.

O leitor desse trabalho pode achar que sou arrogante de certa forma, muito pelo contrário, está se manifestando aqui o orgulho que tenho de todos os meus feitos, apesar das adversidades. Meu ego é grande sim, mas nunca feriu ninguém, longe disso, me manteve em pé e me proporcionou uma autoconfiança invejável.

Obviamente não pretendo parar meus estudos por aqui, meu objetivo é obter o título de Doutor em Ensino de Física defendendo uma tese com um tema “bacana” que seja notória a minha marca, e o alcançarei. Também pretendo exercer funções de coordenação em Laboratórios de Ensino, Institutos Federais ou Institutos de Física, pois simplesmente gosto da responsabilidade por trás de uma coordenação. É um sonho, e farei o possível para alcançá-lo.

Na UFRGS, mais precisamente no curso de Licenciatura em Física, me descobri. Sei quais são os meus pontos fortes – e os uso sempre que possível – e fracos. Essa impressão fora parafraseada por Galileu Galilei (1564 – 1642) onde o mesmo disse que “*Conhecer a si próprio é o maior saber*”. Esse é o maior conhecimento que carrego comigo, fruto desse curso fantástico que estou tendo a oportunidade de concluir em uma das melhores universidades da América Latina.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ACOSTA-AVALOS, D.; WAJNBERG, E.; ESQUIVEL, D. M. S.; EL-JAICK, L. J. **Insetos Sociais: um exemplo de magnetismo animal**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 22, n. 3, p. 317-323, 2000.
- (2) ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. **Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 30, n. 2, p. 362–384, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/26150>. Acesso em: 26 nov. 2018.
- (3) AUSUBEL, D. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. 1ª Ed. Lisboa: Plátanos Edições Técnicas, 2003.
- (4) BEZERRA JR, A. G.; OLIVEIRA, L. P.; LENZ, J. A.; SAAVEDRA, N. **Videoanálise com o software livre Tracker no laboratório didático de Física: movimento parabólico e segunda lei de Newton**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 29, n. esp 1. p. 469-490, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29nesp1p469/22931>. Acesso em: 28 nov. 2018.
- (5) BRANDÃO, R. V.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. **Introdução à modelagem científica**. Textos de apoio ao professor de física, v. 21, n. 6, p. 1-49, 2010. Disponível em: [https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v21\\_n6\\_brandao\\_araujo\\_veit.pdf](https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v21_n6_brandao_araujo_veit.pdf). Acesso em: 24 nov. 2018.
- (6) BUTCHER, N. **Um Guia Básico sobre Recursos Educacionais Abertos (REA)**. Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO). 1ª Ed. Editora: *Commonwealth of Learning*, 2011. Disponível em: [http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/CI/CI/pdf/publications/basic\\_guide\\_oer\\_pt.pdf](http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/CI/CI/pdf/publications/basic_guide_oer_pt.pdf). Acesso em: 20 nov. 2018.
- (7) CIENSAÇÃO. Disponível em: <https://www.ciensacao.org/index.html>. Acesso em: 29. nov 2018.
- (8) CUPANI, A.; PIETROCOLA, M. **A relevância da epistemologia de Mario Bunge para o ensino de ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. esp, p. 100-125, 2002.

Disponível em: <http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/issue/view/1139>. Acesso em: 24 nov. 2018.

- (9) DA SILVA, A. C. **Eletromagnetismo e o Anti-Herói Magneto: uma possível abordagem no Ensino Médio**. REnCiMa, v. 3, n. 2, p. 125-135, 2012. Disponível em: <http://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/114>. Acesso em: 30 nov. 2018.
- (10) HEIDEMANN, L. A. **Ressignificação das Atividades Experimentais no Ensino de Física por meio do enfoque no processo de Modelagem Científica**. Tese de Doutorado, UFRGS, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/117767>. Acesso em: 28 nov. 2018.
- (11) Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB). Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm). Acesso em: 18. set 2018.
- (12) MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Curso de Física, volume 3**. 4ª Ed. São Paulo: Editora Scipione, 1997.
- (13) MAZUR, E. **Peer Instruction for Active Learning**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=iCDXyIrYNS8>. Acesso em: 28 nov. 2018.
- (14) MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. 2ª Ed. São Paulo: E.P.U., 2014.
- (15) MOREIRA, M. A.; VEIT, E. A. **Ensino Superior: bases teóricas e metodológicas**. 1ª Ed. São Paulo: E.P.U., 2010.
- (16) OLIVEIRA, V. **Uma proposta de ensino de tópicos de Eletromagnetismo via Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida para o Ensino Médio**. Dissertação, UFRGS, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/61863>. Acesso em: 23. set 2018.
- (17) PHET COLORADO. Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/). Acesso em 29. nov 2018.
- (18) PIETROCOLA, M.; et al. **Física em contextos: pessoal, social e histórico: Eletricidade e Magnetismo**. 1ª Ed. São Paulo: FTD, 2011.

- (19) WHITE, R. T.; GUNSTONE, R. F. **Probing Understanding**. Great Britain: Falmer Press. 1992.

**APÊNDICE A – Questionário para averiguar conhecimentos prévios**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
COLÉGIO DE APLICAÇÃO  
INSTITUTO DE FÍSICA



Nome:

Idade:

- 1) Qual sua disciplina favorita e qual você menos gosta? Por quê?
  
- 2) Você gosta de Física? Comente sua resposta.
  
- 3) “*Eu gostaria mais de Física se...*” complete a sentença.
  
- 4) O que você acha **mais** interessante na Física? Como o(a) professor(a) apresentou esse conteúdo? Comente sua resposta.
  
- 5) O que você acha **menos** interessante na Física? Como o(a) professor(a) apresentou esse conteúdo? Comente sua resposta.
  
- 6) Que tipo de assunto você gostaria que fosse abordado nas aulas de Física?
  
- 7) Você vê alguma utilidade em aprender Física? Comente sua resposta.
  
- 8) Quais dificuldades você costuma ter ao estudar Física?

9) Ao realizar atividades escolares, você prefere executá-las:

Sozinho     Em grupo     Indiferente

10) Você trabalha? Se sim, em quê?

11) Qual profissão você pretende seguir?

12) Pretendes fazer algum curso superior? Qual? Em que instituição?

13) Sobre os universos Marvel e DC Comics (Vingadores, Liga da Justiça, X-Men, etc):

Gosto     Não gosto     Nunca ouvi falar     Apenas conheço

14) Você ouviu falar em *Modelagem Científica*, o que vem à sua cabeça? Comente sua resposta.

## APÊNDICE B – Lista de Exercícios



Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Colégio de Aplicação  
Departamento de Ciências Exatas e da Natureza  
Área de Física

Ensino Médio  
Professor Guilherme Weihmann

---

### Lista de Exercícios

#### Magnetismo

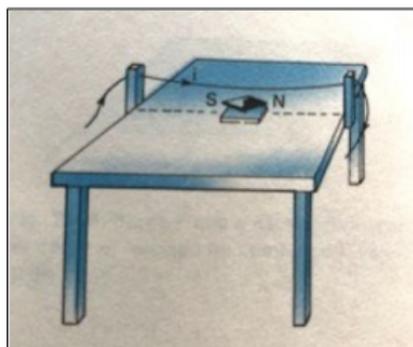
1) (UFSM) Considere as afirmações a seguir, a respeito de ímãs.

- I. Convencionou-se que o pólo norte de um ímã é aquela extremidade que, quando o ímã pode girar livremente, aponta para o norte geográfico da Terra.
- II. Pólos magnéticos de mesmo nome se repelem e pólos magnéticos de nomes contrários se atraem.
- III. Quando se quebra, ao meio, um ímã em forma de barra, obtêm-se dois novos ímãs, cada um com apenas um pólo magnético.

Está(ão) correta(s):

- (a) apenas I.
- (b) apenas II
- (c) apenas III
- (d) apenas I e II
- (e) apenas II e III

2) (MÁXIMO; ALVARENGA, 1997); p. 1183. **Adaptada.** Na figura deste exercício, uma corrente de grande intensidade está passando por um fio, situado acima de uma agulha magnética. Há um algum erro nesta figura? Se sim, qual? Explique.





3) (MÁXIMO; ALVARENGA, 1997); p. 1190. A figura deste exercício apresenta algumas linhas de indução do campo magnético terrestre. Mostre, na figura, o sentido destas linhas e responda: no pólo norte geográfico elas estão “entrando” ou “saindo” da superfície da Terra? Explique.

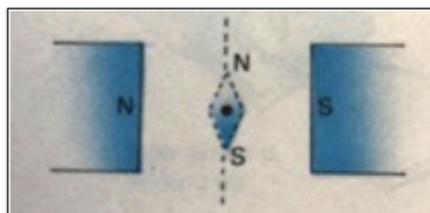


4) (MÁXIMO; ALVARENGA, 1997); p. 1208. a) Como se deve proceder para criar um campo magnético em uma região do espaço? b) Um campo magnético atua em uma carga em repouso?

5) (MÁXIMO; ALVARENGA, 1997); p. 1212. Uma agulha magnética é colocada entre os pólos de um ímã. A figura deste problema mostra a orientação que a agulha teria se não houvesse o ímã. Desenhe, a orientação que a agulha adquirirá nos seguintes casos:

a) O campo magnético da Terra é desprezível em relação ao campo magnético do ímã.

b) O campo magnético da Terra **não** é desprezível em relação ao campo do ímã.





Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Colégio de Aplicação  
Departamento de Ciências Exatas e da Natureza  
Área de Física

Ensino Médio  
Professor Guilherme Weihmann

6) (MÁXIMO; ALVARENGA, 1997); p. 1218. **Adaptada.** Três barras de ferro geometricamente iguais são caracterizadas pelas letras A, B e C e os extremos das mesmas são indicados, respectivamente pelas letras  $A_1$  e  $A_2$ ,  $B_1$  e  $B_2$  e  $C_1$  e  $C_2$ . Verificamos que os extremos:

$A_1$ e $B_1$ sofrem atração	$A_1$  $A_2$
$A_1$ e $C_2$ sofrem repulsão	$B_1$  $B_2$
$A_1$ e $B_2$ sofrem atração	$C_1$  $C_2$

Podemos dizer que:

- Todas as barras são ímãs permanentes.
- Só a barra A é um ímã permanente.
- Só a barra B é um ímã permanente.
- As barras A e B são ímãs permanentes.
- As barras A e C são ímãs permanentes.

7) (MÁXIMO; ALVARENGA, 1997); p. 1240. Um solenóide FG, percorrido por uma corrente elétrica, foi suspenso de modo a poder girar livremente. Observou-se que ele se orientava na direção norte-sul, com sua extremidade F voltada para o norte geográfico da Terra.

- A extremidade F deste eletroímã está se comportando como um pólo norte ou como um pólo sul?
- Então, o campo magnético, no interior do solenóide, está dirigido de G para F ou de F para G?

8) (MÁXIMO; ALVARENGA, 1997); p. 1257. Seja B o módulo do campo magnético criado por uma corrente  $i$ , que passa em um fio reto e comprido, em um ponto situado a uma distância  $r$  deste fio.

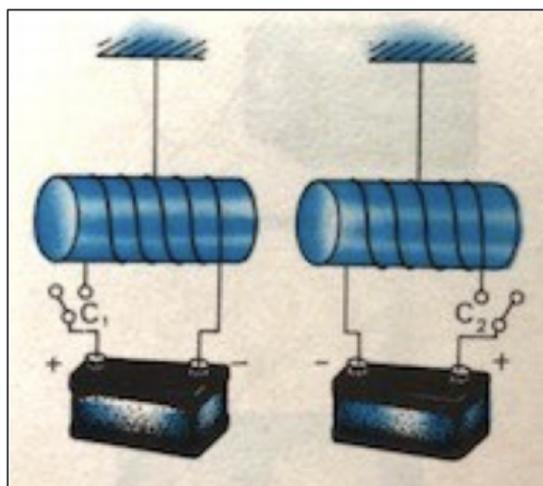
- Qual é a relação entre B e  $i$ ?
- Qual é a relação entre B e  $r$ ?
- Expresse matematicamente estas relações.



9) (MÁXIMO; ALVARENGA, 1997); p.1240. Duas bobinas, (1) e (2), cada uma com 100 espiras e cujos comprimentos são  $L_1 = 20$  cm e  $L_2 = 40$  cm, são ligadas em série aos pólos de uma bateria.

- A corrente que passa na bobina (1) é maior, menor ou igual àquela que passa na bobina (2)?
- O campo magnético  $B_1$ , no interior da bobina (1), é maior, menor ou igual ao campo magnético  $B_2$ , no interior da bobina (2)?
- Sabendo-se que  $B_1 = 6,0 \times 10^{-3}$  T, qual o valor de  $B_2$ ?

10) (MÁXIMO; ALVARENGA, 1997); p. 1262. Ao fecharmos as chaves  $C_1$  e  $C_2$ , mostradas na figura deste problema, os eletroímãs irão se atrair ou se repelir?





11) (MÁXIMO; ALVARENGA, 1997); p. 1263. **Adaptada.** Na figura 1 deste problema, suponha que a corrente no solenóide tenha sido ajustada, por meio de um reostato, até que a agulha magnética tenha se desviado de  $45^\circ$  a partir da sua posição inicial, conforme mostra a figura 2. Nesta situação, sabe-se que o campo magnético do solenóide vale  $B = 2,7 \times 10^{-5} \text{ T}$ . Então, qual é o valor do campo magnético da Terra,  $B_T$ , no local da experiência?

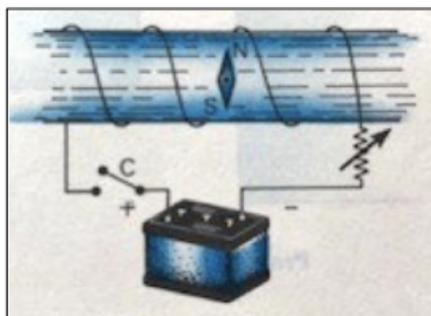


Figura 1

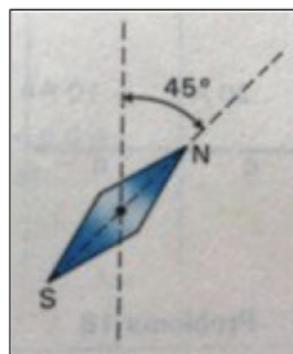
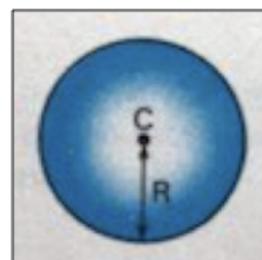


Figura 2

12) (MÁXIMO; ALVARENGA, 1997); p. 1280. A espira circular, de raio  $R = 10 \text{ cm}$ , situada no ar, mostrada na figura deste exercício, é percorrida por uma corrente  $i$ . Sabendo-se que essa corrente estabelece no centro da espira um campo magnético  $B = 3,14 \times 10^{-5} \text{ T}$  “saindo” do plano da figura:

- Indique, na figura, o sentido da corrente na espira.
- Determine a intensidade dessa corrente.





Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Colégio de Aplicação  
Departamento de Ciências Exatas e da Natureza  
Área de Física

Ensino Médio  
Professor Guilherme Weihmann

**13) (MÁXIMO; ALVARENGA, 1997); p. 1281.** Um solenóide, no ar, é percorrido por uma corrente  $i = 3,0$  A que estabelece, em seu interior, um campo magnético  $B = 2,0 \times 10^{-3}$  T. Se o comprimento do solenóide é  $L = 15$  cm, determine o número total,  $N$ , de espiras do solenóide.

**14) (MÁXIMO; ALVARENGA, 1997); p. 1190.** Uma partícula é lançada em um campo magnético uniforme com uma velocidade  $\vec{v}$ , formando um ângulo  $\theta$  com o vetor  $\vec{B}$ . Diga qual deve ser o valor de  $\theta$  para que a força magnética na partícula seja:

- a) Nula.
- b) Máxima.

**15) (MÁXIMO; ALVARENGA, 1997); p. 1190.** Uma partícula, de carga  $q = 2,0 \times 10^{-6}$  C, é lançada em um campo magnético uniforme  $B = 0,30$  T, com uma velocidade  $v = 5,0 \times 10^3$  m/s, que forma um ângulo  $\theta$  com o vetor  $\vec{B}$ . Calcule o valor da força magnética  $\vec{F}$  que atuará na partícula supondo que o valor de  $\theta$  seja:

- a)  $0^\circ$ .
- b)  $30^\circ$ .
- c)  $90^\circ$ .
- d)  $180^\circ$ .

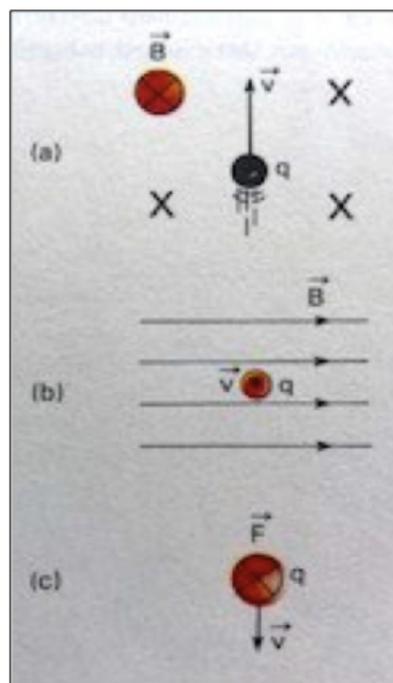


16) (MÁXIMO; ALVARENGA, 1997); p. 1193. **Adaptada.** Analise os diagramas apresentados na figura deste exercício e responda:

a) Qual a direção e o sentido da força magnética que atua na carga positiva  $q$ , movendo-se com velocidade  $\vec{v}$  no campo magnético  $\vec{B}$  mostrados no diagrama (a). Justifique sua resposta.

b) Qual a direção e o sentido da força magnética que atua na carga negativa  $q$ , movendo-se com velocidade  $\vec{v}$  no campo magnético  $\vec{B}$  mostrados no diagrama (b). Justifique sua resposta.

c) Qual a direção e o sentido do campo magnético que exerce na carga positiva  $q$  a força magnética  $\vec{F}$  mostrada no diagrama (c). Sabendo-se que  $\vec{B}$  é perpendicular à velocidade  $\vec{v}$  da carga  $q$ . Justifique sua resposta.



17) (UFRGS) Selecciona a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto abaixo, na ordem em que elas aparecem. A figura abaixo representa dois fios metálicos paralelos, A e B, próximos um do outro, que são percorridos por correntes elétricas de mesmo sentido e de intensidades iguais a  $i$  e  $2i$ , respectivamente. A força que o fio A exerce sobre o fio B é ....., e sua intensidade é ..... intensidade da força exercida pelo fio B sobre o fio A.

- (a) repulsiva – duas vezes maior                      (b) repulsiva – igual à  
(c) atrativa – duas vezes menor do que              (d) atrativa – duas vezes maior do que  
(e) atrativa – igual à



Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Colégio de Aplicação  
Departamento de Ciências Exatas e da Natureza  
Área de Física

Ensino Médio  
Professor Guilherme Weihmann

18) (PIETROCOLA et al., 2011) **Adaptada**. Responda as seguintes questões:

- (a) Ímãs atraem todos os tipos de corpos? Justifique sua resposta.
- (b) Ímãs atraem ímãs? Se sim, em quais condições? Justifique sua resposta.
- (c) Ímãs repelem ímãs? Se sim, em quais condições? Justifique sua resposta.

19) (PIETROCOLA et al., 2011) **Adaptada**. Se uma bússola for aproximada de um prego, ela:

- (a) deverá imantar o prego.
- (b) sofrerá um desvio de sua direção original.
- (c) fará com que o prego se oriente na mesma direção dela.
- (d) não interagirá com o prego.
- (e) atrairá o prego com uma força de pequena intensidade.

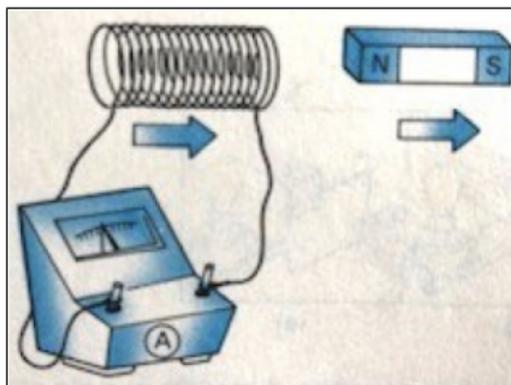
20) (MÁXIMO; ALVARENGA, 1997); p. 1341. Constitui indução magnética:

- a) O aparecimento de um campo magnético devido ao movimento de cargas elétricas.
- b) O aparecimento de uma força eletromotriz devido à variação com o tempo de um campo magnético.
- c) O aparecimento de um campo magnético devido à variação com o tempo de um campo elétrico.
- d) A separação de cargas elétricas de um corpo neutro quando se lhe aproxima uma carga elétrica.
- e) O aparecimento de uma força sobre uma carga elétrica em movimento num campo magnético. Esta força é perpendicular ao campo e à velocidade.



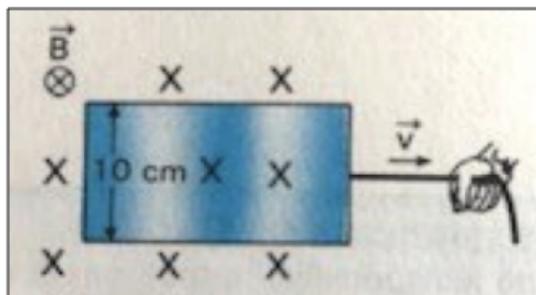
21) (MÁXIMO; ALVARENGA, 1997); p. 1300. O ímã e a bobina mostrados na figura deste exercício estão ambos se deslocando com a mesma velocidade  $\vec{v}$ .

- Há um fluxo magnético através da bobina?
- Há variação de fluxo magnético através da bobina?
- Então, qual será a indicação do amperímetro?



22) (MÁXIMO; ALVARENGA, 1997); p. 1300. **Adaptada.** A espira retangular, mostrada na figura deste exercício, está sendo puxada com uma velocidade  $v = 6,0$  m/s, emergindo de um campo magnético  $B = 0,50$  T. Portanto, determine:

- A f.e.m. induzida na espira.
- A intensidade da corrente induzida que circula na espira, sabendo-se que sua resistência é de  $0,40 \Omega$ .



## APÊNDICE C – Avaliação

As questões que compõem a avaliação foram retiradas – e algumas adaptadas – das referências 12, 16 e 18 da seção 7.



Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Colégio de Aplicação  
Departamento de Ciências Exatas e da Natureza  
Área de Física

Ensino Médio  
Professor Guilherme Weihmann

---

Nome do aluno:

### Quinta Avaliação Individual - 22 / 11 /2018

Circuitos Elétricos e Magnetismo

1) (10 %) Duas pequenas esferas idênticas A e B têm cargas, respectivamente,  $Q_A = -14 \cdot 10^{-6} \text{ C}$  e  $Q_B = 50 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ . As duas são colocadas em contato e após atingido o equilíbrio eletrostático são separadas, quantos elétrons foram transferidos de uma esfera para outra?

$$n = 2 \times 10^{14} \text{ elétrons}$$

2) (10 %) Em um ponto do espaço existe um campo elétrico  $E = 5 \cdot 10^4 \text{ N/C}$ , horizontal, para a esquerda. 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 C, o valor de  $q$ .

a) Negativa.

$$b) q = 4 \times 10^{-14} \text{ C}$$

3) (10 %) Para que um próton consiga penetrar no núcleo de um átomo de ouro, ele deverá ter uma energia cinética mínima próxima de  $E_c = 8 \cdot 10^{-12} \text{ J}$ . 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  $V_{AB}$ .

$$V_{AB} = 5 \times 10^7 \text{ Volts}$$



Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Colégio de Aplicação  
Departamento de Ciências Exatas e da Natureza  
Área de Física

Ensino Médio  
Professor Guilherme Weihmann

4) (10 %) Uma partícula de poeira carregada se move pelo ar. Ao se aproximar de um fio de alta-tensão, o comportamento dessa partícula se altera de tal modo que seu movimento sofre uma deflexão. Explique esse evento baseando-se nos conteúdos visitados nas aulas?

5) (10 %) Um astronauta, ao descer na Lua, verifica que não existe campo magnético na superfície de nosso satélite. Ele poderia, então, usar uma bússola magnética para se orientar em seus deslocamentos sobre a superfície lunar? Explique.

6) (10 %) O fio de cobre, contido no plano do papel, transporta uma corrente elétrica  $i$ . Uma carga  $+q$  é lançada paralelamente e no mesmo sentido da corrente, com velocidade  $v$  em relação ao fio. Desconsiderando a aceleração da gravidade, é correto afirmar que a carga  $+q$  \_\_\_\_\_ . Justifique de alguma forma a sua resposta.

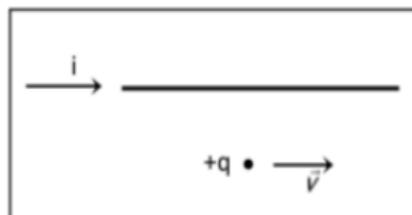
a) continua a se mover paralelamente ao fio, com velocidade constante  $v$ .

b) continua a se mover paralelamente ao fio, com movimento acelerado.

c) continua a se mover paralelamente ao fio, com movimento retardado.

d) é atraída pelo fio.

e) é repelida pelo fio.





7) (10%) O ímã e a bobina mostrados na figura deste exercício estão ambos se deslocando com a mesma velocidade  $\vec{v}$ . Justifique de alguma forma suas repostas.

a) Há um fluxo magnético através da bobina?

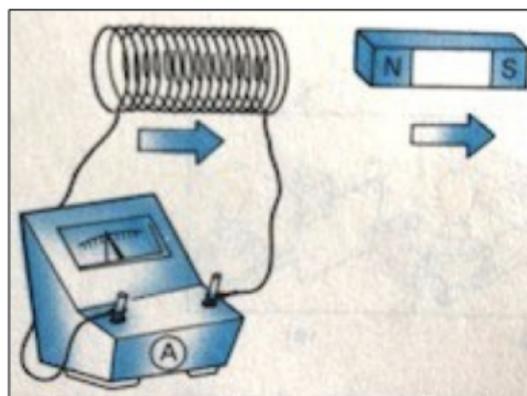
Sim.

b) Há variação de fluxo magnético através da bobina?

Não.

c) Qual será a indicação do amperímetro?

Nada.



8) (10 %) Trezentos milhões de elétrons passam por milissegundo por um condutor que se encontra no vácuo. Determine a intensidade do campo magnético gerado por esse elétrons a uma distância de  $10^{-3} \text{ mm}$  do condutor. Justifique de alguma forma sua resposta. (Dados:  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ;  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$ )

$$B = 9,6 \times 10^{-9} \text{ T}$$

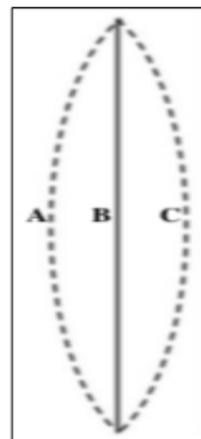


Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Colégio de Aplicação  
Departamento de Ciências Exatas e da Natureza  
Área de Física

Ensino Médio  
Professor Guilherme Weihmann

9) (10 %) Na figura abaixo, um fio condutor flexível encontra-se na presença de um campo magnético constante e uniforme perpendicular ao plano da página. Na ausência de corrente elétrica, o fio permanece na posição *B*. Quando o fio é percorrido por certa corrente elétrica contínua, ele assume a posição *A*. Para que o fio assuma a posição *C*, é necessário \_\_\_\_\_. Justifique de alguma forma sua resposta.

- a) inverter o sentido da corrente e do campo aplicado.
- b) inverter o sentido da corrente ou inverter o sentido do campo.
- c) desligar lentamente o campo.
- d) desligar lentamente a corrente.
- e) desligar lentamente a corrente e o campo.





Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Colégio de Aplicação  
Departamento de Ciências Exatas e da Natureza  
Área de Física

Ensino Médio  
Professor Guilherme Weihmann

10) (10%) 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 pólos 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 \_\_\_\_\_. Justifique de alguma forma a sua resposta.

- a) varia seu comprimento mais intensamente do que ocorre com o aço.
- b) isola a passagem de corrente elétrica da bobina para o alto-falante.
- 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.

## ANEXO 1 – Anúncio de um *Anel Emagrecedor Magnético*

### ANEL MAGNÉTICO EMAGRECEDOR EM SILICONE

VOCÊ PODE USA-LO EM SUA ROTINA DIÁRIA.  
ENQUANTO OS ANÉIS TRABALHAM PARA O  
SEU EMAGRECIMENTO.



ANEL MAGNÉTICO EMAGRECEDOR  
EM SILICONE



O "ANEL DE DEDÃO" FUNCIONA USANDO OS PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS DA MILENAR ACUPUNTURA CHINESA E DO-ÍN AO TRABALHAR OS FLUXO DE ENERGIA VITAL ATRAVÉS DOS MERIDIANOS DO CORPO.

**PERDER PESO SEM EXERCÍCIO ?**  
PARECE BOM DEMAIS PARA SER VERDADE, MAS É. VOCÊ QUER PERDER AQUELES QUILOS EXTRAS SEM MALHAR NA ACADEMIA. COMECE A USAR AGORA MESMO!

**BENEFÍCIOS DO USO DO ANEL**

- ✓ NÃO UTILIZA MÉTODOS EVASIVOS
- ✓ SEM CONTRA INDICAÇÃO
- ✓ MELHORA A CIRCULAÇÃO DO CORPO
- ✓ MELHORA A DIGESTÃO
- ✓ ELIMINA EXCESSO DE LÍQUIDO NO CORPO DIMINUINDO O INCHAÇO
- ✓ A SOMA DESTES FATORES PROPORCIONAM UMA PERDA DE PESO SAUDÁVEL



COLOQUE UM ANEL EM CADA DEDO GRANDE DO PÉ E DEIXE OS 1100 GAUSS DE FORÇA MAGNÉTICA FAZER O TRABALHO DURO PARA VOCÊ.

AO PRESSIONAR SUAVEMENTE OS PONTOS TING DOS MERIDIANOS QUE PASSAM PELOS DEDÕES DOS PÉS COM SEU POTENTE PONTO MAGNÉTICO O ANEL AUMENTA O SEU METABOLISMO, MELHORA A CIRCULAÇÃO E ELIMINA O EXCESSO DE LÍQUIDO ESTIMULANDO O ORGANISMO A OBTER UM EMAGRECIMENTO DE FORMA E SEM O USE DE DIETAS DRÁSTICAS.

**O SEGREDO:**  
O SEGREDO ESTÁ NOS ÍMÃS QUE PODEM EMITIR 1.100 GAUSS'S DE FORÇA MAGNÉTICA PARA ESTIMULAR OS PONTOS DE ACUPUNTURA. ISSO IRÁ ATIVAR AS ÁREAS QUE NORMALMENTE NÃO SÃO UTILIZADAS DURANTE A CAMINHADA, E TAMBÉM MELHORAR A FLACIDEZ MUSCULAR.



ATENÇÃO

FRETE GRÁTIS PARA TODO BRASIL

ENVIAMOS CÓDIGO DE RASTREAMENTO DO SEU PRODUTO!

**ESPECIFICAÇÃO:**

- ✓ FORÇA MAGNÉTICA: 1100 GAUSS
- ✓ NÚMERO DE ÍMÃS: 2 (1 POR ANEL)
- ✓ DIÂMETRO DE CADA ANEL: 3CM
- ✓ LARGURA DE CADA ANEL: 1,3 CENTÍMETROS
- ✓ MATERIAL: SILICONE LAVAVEL



**ITENS INCLUSO:**

- ✓ 01 - PAR DE ANEL MAGNÉTICO



Fonte: Fornecido pelo Professor Fernando Lang<sup>26</sup>, da UFRGS.

