



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL
EM ENSINO DE FÍSICA

MANOEL FELIX PESSOA DOS SANTOS

**METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE FÍSICA: desenho de uma estratégia
para o ensino de Magnetismo**

Caruaru
2019

MANOEL FELIX PESSOA DOS SANTOS

**METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE FÍSICA: desenho de uma estratégia
para o ensino de Magnetismo**

Dissertação apresentada ao Mestrado Nacional Profissional do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Área de concentração: Formação de Professores de Física em Nível de Mestrado.

Orientador: Profa. Dra. Kátia Calligaris Rodrigues

Caruaru

2019

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Maria Regina Borba - CRB/4 - 2013

S237m Santos, Manoel Felix Pessoa dos.
Metodologias ativas no ensino de física: desenho de uma estratégia para o ensino de Magnetismo. / Manoel Felix Pessoa dos Santos. – 2019. 77 f.; il.: 30 cm.

Orientadora: Kátia Calligaris Rodrigues.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Programa de Pós-Graduação em Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, 2019.
Inclui Referências.

1. Física - Ensino – Metodologia. 2. Aprendizagem ativa. 3. Magnetismo - Método de estudo. 4. Professores – Formação. I. Rodrigues, Kátia Calligaris (Orientadora). II. Título.

CDD 371.12 (23. ed.) UFPE (CAA 2019-472)

**METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE FÍSICA: desenho de uma estratégia
para o ensino de Magnetismo**

Dissertação apresentada ao Mestrado Nacional Profissional do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Área de concentração: Formação de Professores de Física em Nível de Mestrado

Aprovada em: 27/08/2019.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Kátia Calligaris Rodrigues
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (Orientadora)

Prof. Dr. Jehan Fonsêca do Nascimento
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (Examinador Interno)

Profa. Dra. Tassiana Fernanda Genzini de Carvalho
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (Examinador Externo)

Dedico este trabalho a todos e todas que lutam diariamente para construir uma sociedade com equidade, fomentando o amor e o respeito a todas as suas faces, através da educação. Sendo esta, uma atitude de luta diária.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

Nas últimas décadas, metodologias foram desenvolvidas primando pela autonomia do discente na construção do conhecimento. Estas, denominadas de metodologias ativas, proporcionaram resultados significativos relacionados ao engajamento e a aprendizagem. Baseamos o presente trabalho em três destas metodologias: Ensino sob Medida (EsM), Sala de Aula Invertida (SAI) e Instrução por Colegas (IpC). Norteamos nossa metodologia para construção de aulas que possibilitassem situações de ensino-aprendizagem potencialmente significativas como coloca Ausubel. Analisamos alguns dos principais problemas enfrentados pelo Ensino de Física: a falta ou inexistência de experimentação, inserção de novas tecnologias, de História e Filosofia da Ciência (HFC), de conexão com o cotidiano dos discentes e as dificuldades com a linguagem matemática. A partir disso, construímos um plano de aula sobre Magnetismo. Nessa aula, o discente passa por um estímulo, tendo contato inicial com o conteúdo de forma aplicada, em seguida acessa os conceitos de forma estruturada e em outro horário responde ao Questionário Conceitual (QC). Através das respostas, baseamos as situações de ensino e de aprendizagem. Estas aulas foram construídas inserindo os pontos que nossas análises mostraram necessárias. Por fim trabalhamos a resolução de situações problema. Selecionamos três turmas de uma Escola Técnica Estadual das quais sorteamos uma delas para aplicar a metodologia ativa (Turma Experimental) e nas outras duas mantivemos uma metodologia predominantemente expositiva (Turmas Controle). Observamos que, ao serem submetidas aos mesmos exames, a Turma Experimental (TURMA U) teve um aproveitamento cerca de 150% superior em relação ao teste aplicado na primeira unidade, enquanto que nas Turmas Controle esse aproveitamento é de cerca de 10%, positivo para a Turma A e negativo para a Turma L. Desta forma, a metodologia ativa em cinco passos mostrou ser um caminho possível para melhorar o aproveitamento dos estudantes no estudo do Magnetismo. Esperamos aprofundar e aprimorar a metodologia com o auxílio de outros docentes e da inserção de outras ferramentas didáticas.

Palavras-chave: Metodologias Ativas. Aprendizagem Significativa. Ensino de Magnetismo. Formação de Professores.

ABSTRACT

In the last decades, methodologies have been developed focusing on student autonomy in the construction of knowledge. These, called active methodologies, provided significant results related to engagement and learning. We base the present work on three of these methodologies: Tailored Teaching (EsM), Inverted Classroom (SAI) and Instruction by Colleagues (IpC). We guide our methodology for building classes that would enable potentially significant teaching-learning situations, as Ausubel puts it. We analyzed some of the main problems faced by Physics Teaching: the lack or inexistence of experimentation, insertion of new technologies, History and Philosophy of Science (HFC), connection with the students' daily lives and difficulties with the mathematical language. From that, we built a lesson plan on Magnetism. In this class, the student goes through a stimulus, having initial contact with the content in an applied way, then accesses the concepts in a structured way and at another time responds to the Conceptual Questionnaire (QC). Through the answers, we base the teaching and learning situations. These classes were built by inserting the points that our analyzes showed necessary. Finally, we work to solve problem situations. We selected three classes from a State Technical School from which we selected one to apply the active methodology (Experimental Class) and in the other two we maintained a predominantly expository methodology (Control Classes). We observed that, when subjected to the same exams, the Experimental Class (TURMA U) had a performance about 150% higher than the test applied in the first unit, while in Control Classes this use is about 10%, positive for Class A and negative for Class L. Thus, the active methodology in five steps proved to be a possible way to improve the students' use in the study of Magnetism. We hope to deepen and improve the methodology with the help of other teachers and the insertion of other teaching tools.

Keywords: Active Methodologies. Meaningful Learning. Magnetism teaching. Teacher training.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	ALGUNS DOS PRINCIPAIS PROBLEMAS DO ENSINO DE FÍSICA	13
3	POR QUE AS METODOLOGIAS ATIVAS SÃO UMA OPÇÃO?	17
4	MAGNETISMO	21
4.1	LEI DE GAUSS PARA O MAGNETISMO	24
4.2	PARTÍCULAS CARREGADAS MOVENDO-SE EM UM CAMPO MAGNÉTICO	26
4.3	FONTES DE CAMPO MAGNÉTICO.....	28
4.4	CAMPOS MAGNÉTICOS EM FIOS	30
4.5	CONDUTOR RETILÍNEO PERCORRIDO POR UMA CORRENTE	31
4.6	ESPIRA CIRCULAR E SOLENÓIDE	33
4.7	LEI DE AMPÈRE	34
5	PROPOSTA METODOLÓGICA.....	36
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
	REFERÊNCIAS	54
	APÊNDICE A – METODOLOGIA ATIVA EM CINCO PASSOS PARA O ENSINO DE MAGNETISMO	59
	APÊNDICE B – PLANO DE AULA II UNIDADE (METODOLOGIA ATIVA)	63
	APÊNDICE C – PLANO DE AULA II UNIDADE (METODOLOGIA EXPOSITIVA)	67
	APÊNDICE D – TESTES APLICADOS	69
	APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO CONCEITUAL SOBRE MAGNETISMO NO GOOGLE FORMS	76

1 INTRODUÇÃO

O campo de pesquisa sobre metodologias de ensino é vasto e está em constante modificação. Tal campo propõe diversas possibilidades para a construção de situações de ensino e de aprendizagem que levem os discentes a construir conhecimentos em diversas áreas. Mais especificamente, em nosso caso, construir conhecimentos em Física (SANTOS, 2017; MÜLLER, ARAUJO, VEIT, SHELL, 2017; VALENTE, 2018).

Contudo, encontramos metodologias de ensino que envolvem uma enorme dedicação do tempo do docente para seu planejamento e execução. Por tempo do docente, definimos como o tempo dedicado a reflexão e construção das aulas, o tempo em que ele ou ela não está necessariamente em contato com os(as) educandos(as). Na lei federal Nº 11.738, de 16 de julho de 2008, que institui o piso salarial profissional nacional para os profissionais do magistério público da educação básica, observar-se-á que “§ 4º Na composição da jornada de trabalho, observar-se-á o limite máximo de 2/3 (dois terços) da carga horária para o desempenho das atividades de interação com os educandos.”

Infelizmente, essa lei não é efetivamente aplicada em todas as escolas públicas pernambucanas e até o período de escrita deste trabalho, foi feita uma indicação na Assembleia Legislativa do Estado de Pernambuco (ALE-PE) (Nº 000180/2019) pelo Professor Paulo Dutra¹ direcionada ao Governador do Estado para que fossem adequadas as medidas, de 26 horas-aula semanais, à lei vigente. Não foi efetivada a carga horária, visto que tal decisão veio no segundo bimestre do ano e o quadro de docentes já estava organizado. Desta forma, os docentes continuam com uma carga superior de trabalho, ao menos, até o final do ano de 2019. Tais cargas podem chegar a 7 horas-aula a mais, por semana.

Junto a isso, somam-se as horas dedicadas ao trabalho docente além do proposto no horário regular da escola. Desta forma, as(os) docentes acabam por precarizar sua profissão a medida que são obrigados a produzirem fora do tempo do

¹O professor Paulo Fernando de Vasconcelos Dutra assumiu mandato parlamentar, na condição de suplente, no dia 4 de fevereiro de 2019, na Assembleia Legislativa de Pernambuco. Natural de Timbaúba, município da Zona da Mata Norte, ele é mestre em Gestão e Avaliação da Educação Pública pela Universidade Federal de Juiz de Fora (MG), especialista em Gestão Escolar pela Faculdade Frassinetti do Recife (Fafire) e possui graduação em Agronomia e Licenciatura em Física pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (PERFIL PARLAMENTAR, 2019).

docente, previsto na legislação. As motivações dessa obrigatoriedade envolvem a necessidade de produzir aulas com maiores requintes didáticos, pela falta de conexão com internet, por ambientes sem a devida climatização, detetização, livres de ruídos, entre outros.

Desta forma, a aplicação de metodologias de ensino fica restrita ao campo teórico das produções acadêmicas. Visto que a precarização do trabalho docente, nas escolas públicas, impede uma dedicação temporal grande para a produção de planos de aula que envolvam metodologias de ensino mais elaboradas.

No outro extremo, as aulas expositivas que demandam menos tempo de elaboração/reflexão por parte do docente, não viabilizam um maior engajamento do discente e consequentemente a aprendizagem fica prejudicada.

Podemos observar que no dia-a-dia escolar há um distanciamento entre teoria e prática. Apesar de muito já ter sido produzido enquanto conhecimento teórico acerca de metodologias para o Ensino de Física (SANTOS, 2017; SANTOS, 2016, OLIVEIRA, 2016) as atuais salas de aula do ensino público não apresentam alinhamento com tais referenciais teóricos.

Arelado a isto, não são comumente encontrados pesquisadores que retornem aos campos de pesquisa para auxiliar a modificação destas realidades a partir das novas perspectivas desenvolvidas na pesquisa. As produções acadêmicas são construídas para o meio acadêmico e apesar de influenciarem o ambiente escolar, não interagem diretamente, na maioria dos casos. Precisamos nos questionar: “Será que o que escrevemos ajuda efetivamente às professoras e professores que estão nas salas de aula enfrentando todas as dificuldades para que seus alunos e alunas aprendam?” (GARCIA et al., 2011, p. 19).

Desta forma, o presente trabalho visa construir uma metodologia de criação de Planos de aula que sejam potencialmente significativos, inserindo novas tecnologias da informação e baseada num ensino que utilize de Metodologias Ativas, possibilitando às(aos) discentes a construção de sua autonomia em relação ao processo de ensino-aprendizagem em aulas de Física.

Além disso, esperamos compreender de qual forma a construção de planos de aula, baseados em Metodologias Ativas, pode melhorar o Ensino de Física. Pretendemos também analisar de qual forma a inserção de metodologias ativas de aprendizagem influenciam na motivação das(os) discentes em relação à busca autônoma pelo conhecimento. E observar a relação entre as(os) discentes e o

conhecimento do conteúdo de Magnetismo numa sala de aula com uso de Metodologias Ativas de aprendizagem, tudo isso mediado pela utilização de ambientes virtuais para um acompanhamento mais próximo.

Escolhemos as metodologias ativas pois, como as pesquisas mostram (ARAUJO; MAZUR, 2013; BACICH; MORAN, 2015; MÜLLER et. al., 2012; OLIVEIRA; VEIT; ARAUJO, 2015; VALENTE, 2014; MÜLLER et. al., 2017), a utilização destas produz situações de ensino e de aprendizagem mais significativas além de desenvolverem a autonomia dos discentes. Junto a isso, o Ensino de Física em específico tem uma sintonia com as metodologias ativas visto que estas utilizam técnicas que levam os discentes a pesquisar, o que se assemelha ao trabalho de um cientista, facilitando a construção de conhecimentos necessários para a compreensão dos temas geradores da Física.

Além disso, os discentes chegam às situações de ensino aprendizagem com uma rica compreensão das coisas do mundo e de como essas interagem entre si, mesmo esta compreensão diferindo da aceita no âmbito científico (e principalmente por isso), precisamos construir nossas propostas de ensino baseadas nessas compreensões prévias de mundo.

Diferentemente das aulas focadas nos conhecimentos a serem absorvidos e no detentor deste conhecimento, o(a) educador(a), nosso ensino deve focar numa educação libertadora, que não “pode ser o ato de depositar, ou de narrar, ou de transferir, ou de transmitir ‘conhecimentos’ e valores aos educandos, meros pacientes, à maneira da educação bancária”. (FREIRE, 1997, p. 71).

Observando que precisamos difundir nosso olhar, partimos da concepção de que a aprendizagem se dá através de uma perspectiva construtivista. Ou seja, precisamos conhecer, antes de tudo, quais compreensões das coisas do mundo e das suas relações os discentes trazem em sua história.

Para tal, buscamos entender quais os conhecimentos prévios que os discentes trazem consigo e quais desses são mais frequentes. E, a partir disso, propor situações de ensino aprendizagem que possibilitem uma aprendizagem significativa. A aprendizagem significativa é alcançada, segundo a teoria da Aprendizagem Significativa proposta por Ausubel a partir de duas condições: “1) o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e 2) o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender”. (MOREIRA, 2012, p. 24).

Trabalhando nas duas frentes citadas acima, utilizamos de metodologias híbridas para construir materiais que possuem significado lógico e que possam ser ancorados aos subsunçores dos discentes. Subsunçores estes que são “conhecimentos prévios especificamente relevantes para a aprendizagem de outros conhecimentos”. (Ibidem, p. 28).

Para termos contato com tais conhecimentos prévios, utilizamos da *Just-in-Time Teaching*. Metodologia esta desenvolvida por Gregor Novak na Universidade de Indiana, nos EUA em 1999. Nela, solicitamos a resolução de questões conceituais num período anterior ao da aula em sala. Esse período de tempo precisa ser suficiente para que possamos direcionar as situações de ensino aprendizagem para as principais diferenciações conceituais entre as compreensões dos discentes e os conceitos científicos aceitos na atualidade.

Além disso, a avaliação foi processual a medida que possibilitamos aos discentes espaços de análise dos acertos e erros a cada situação de ensino aprendizagem realizada. Visando a análise do erro não apenas como um desvio ao caminho correto, mas como uma oportunidade de reflexão sobre o mundo e sobre como podemos interagir com ele, além da tomada de consciência da própria aprendizagem.

O erro visto desta forma, possibilita o desencargo de estar certo sempre, fazendo com que os discentes possam tornar-se mais ativos nas situações de ensino aprendizagem. Junto a isso, incluímos também o papel do docente que, a partir de uma perspectiva construtivista, analisa os erros cometidos por ele e pelos discentes não apenas de forma individualizada, mas também coletiva. (NOGARO; GRANELLA, 2004). Visto que discente e docente estão juntos nesta situação de ensino e aprendizagem, uma avaliação processual e diagnóstica cria maiores situações para possibilitar a aprendizagem.

O ato de avaliar tem como função investigar a qualidade do desempenho dos estudantes, tendo em vista proceder a uma intervenção para a melhoria dos resultados, caso seja necessária. Assim, a avaliação é diagnóstica. Como investigação sobre o desempenho escolar dos estudantes, ela gera um conhecimento sobre o seu estado de aprendizagem e, assim, tanto é importante o que ele aprendeu como o que ele ainda não aprendeu. O que já aprendeu está bem; mas, o que não aprendeu (e necessita de aprender, porque essencial) indica a necessidade da intervenção de reorientação. (LUCKESI, 2005, p.28).

Baseados neste recorte teórico, construímos uma metodologia de construção de planos de aula com foco em ensino ativo para ser aplicado na disciplina de Física. Tal metodologia leva em consideração a busca por otimização do tempo pedagógico, de forma que reduz a quantidade de material para ser avaliado e construído no período extraclasse. Atrelado a isso, o docente deve utilizar da metodologia ativa e de ferramentas que possibilitem que seu material instrucional possa ser potencialmente significativo. Dando enfoque para situações de ensino e de aprendizagem que incluam conhecimentos que possam ser utilizados pelos discentes para explicar seu mundo próximo, seu cotidiano.

Em relação à coleta de dados utilizamos de exames referentes aos conceitos estudados. Feitos em duas situações: sabendo que o currículo das escolas geralmente é dividido em quatro unidades bimestrais, aplicamos um destes exames na primeira unidade do ano e outro na segunda. Para recolhermos os dados, foram analisados os diários eletrônicos das respectivas turmas. A partir destes dados, fizemos uma análise quantitativa do desempenho de três turmas em relação aos dois exames. A proposta metodológica de ensino ativo foi aplicada a uma turma, turma experimental, e as outras duas turmas foram turmas controle.

Por fim, o texto está organizado inicialmente com um debate sobre os principais problemas que o Ensino de Física enfrenta e quais são as principais defasagens que as situações de ensino aprendizagem têm nas escolas públicas na disciplina de Física. Perpassando por uma análise sobre o porquê de acreditarmos que as metodologias ativas podem ser uma ferramenta que contribua para a solução destes problemas, que docentes e discentes enfrentam nas aulas de Física. Finalizando com um detalhamento da metodologia construída e dos resultados da sua aplicação.

2 ALGUNS DOS PRINCIPAIS PROBLEMAS DO ENSINO DE FÍSICA

Muito já foi estudado e discutido em todos os âmbitos da educação sobre o Ensino de Física em específico e o Ensino de Ciências como um todo. E apesar de todos os esforços em produzir novas ferramentas que auxiliem os docentes e os discentes a vivenciar situações de ensino e de aprendizagem potencialmente significativas os resultados obtidos continuam a ser baixos.

Isso ocorre, em grande parte, pela falta de compromisso dos pesquisadores com um retorno para a sociedade sobre os conhecimentos construídos e sua aplicação. Juntando isso a má ou inexistente formação contínua de qualidade e a exaustiva jornada de trabalho, não avançamos no ensino da Física. Avaliações externas e internas mostram que a proficiência em Ciências é algo preocupante como podemos observar nos relatórios do PISA 2015 e no Relatório do Inep sobre o ENEM de 2017 (BRASIL, 2016; INEP/MEC, 2018). O primeiro, mostra que nosso ensino de ciências está bem atrás dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) enquanto o segundo, mostra que as ciências da natureza têm um dos piores resultados entre as áreas do conhecimento trabalhadas no ENEM.

O Ensino de Física hoje encontra-se como há décadas atrás: com escassa utilização de novas tecnologias e de atividades experimentais (ALVES; STACHAKA, 2005; BATISTA; FUSITANO; BLINI, 2009), ignorando os conhecimentos prévios dos discentes e primando por uma educação bancária. (FREIRE, 1997). Temos no século XXI situações de ensino aprendizagem semelhantes às do século XX. “Há 50 anos, as pessoas repetiam as orações em latim e não percebiam o que estavam a dizer. Hoje, acontece o mesmo com os alunos”. (MARTINS, 2013).

Indo além dos pontos colocados acima, podemos especificar mais alguns problemas que acometem o Ensino de Física, os quais trataremos a seguir: dificuldades com matemática básica, ausência de História e Filosofia da Ciência (HFC) e descontextualização dos conceitos debatidos.

Em relação à matemática, tais dificuldades são encontradas desde o início da vida escolar, sendo levadas pelos discentes até o nível superior, mesmo quando estes discentes escolhem cursos que dependem explicitamente de matemática básica como Física Licenciatura ou Bacharelado, Engenharias, Matemática e Química Licenciatura ou Bacharelado. Num estudo feito acerca do curso de Física Licenciatura da Universidade Federal de Pernambuco, Campus Acadêmico do Agreste podemos

observar que desde a sua formação até o ano de 2016 as disciplinas que mais reprovaram foram disciplinas que envolvem conhecimentos da linguagem matemática:

Ao se fazer o histórico das disciplinas podemos perceber a esmagadora maioria das disciplinas que exigem o conhecimento acerca da linguagem matemática, as quais possuem índices de reprovação elevadíssimos, como podemos observar nos gráficos do apêndice A, com os resultados das disciplinas de Matemática Básica, Geometria Analítica, Cálculo Diferencial e Integral I, Fundamentos de Física I, Química Geral, Fundamentos da Educação, Cálculo D. e I. II, Fundamentos de Física II, Cálculo D. e I. III, Fundamentos de Física III, Elementos de Cálculo Numérico, Introdução à Computação e Álgebra Linear. (PESSOA, 2017).

Desta forma, apesar de passar por várias situações de ensino aprendizagem, um dos maiores entraves para o Ensino de Física é o fato de sua linguagem principal ser a matemática.

Um outro problema enfrentado pelo Ensino de Física é a falta de conexão da abordagem dada pelos docentes com o cotidiano de seus discentes. Além de dominar o conhecimento físico a ser ensinado o docente precisa conseguir tratar deste por um viés que leve em consideração as peculiaridades da realidade dos seus discentes. “Assim, ensinar um conceito de biologia, física ou química, não pode mais se limitar a um fornecimento de informações e de estruturas correspondendo ao estado da ciência do momento, mesmo se estas são eminentemente necessárias”. (ASSIS; TEIXEIRA, 2003, p. 1).

Esta descontextualização produz um estranhamento no discente que tem contato, normalmente, com desenvolvimentos conceituais e tecnológicos e mesmo através de temáticas exploradas em aspectos culturais da sociedade na qual está inserido. Tal estranhamento pode ser observado no seu reflexo mais visível, o desinteresse.

Em muitos casos os alunos acabam por identificar uma ciência ativa, moderna, e que está presente no mundo real, todavia, distante e sem vínculos explícitos com uma física que só “funciona” na escola. Não é por outra razão que os professores frequentemente apontam a falta de interesse e motivação dos alunos como um dos obstáculos para a aprendizagem. (RICARDO, 2010, p. 29).

Um outro aspecto da descontextualização dos conhecimentos construídos nas aulas de Física é a descontextualização Histórica e Filosófica. Podemos observar que apesar da Física ser uma construção humana e nesse sentido, histórica, seu contexto histórico é fracamente abordado pelos livros didáticos (SILVA; PIMENTEL, 2008;

KRAPAS, 2011) e pelos docentes, que poderiam fazer uso de outras ferramentas como textos de divulgação científica que envolvam o tema, documentários, filmes, séries etc.

De uma maneira geral, os argumentos para a utilização da HC são, entre outros, que: humaniza o conteúdo ensinado; favorece uma melhor compreensão dos conceitos científicos, pois os contextualiza e discute seus aspectos obscuros; ressalta o valor cultural da ciência; enfatiza o caráter mutável do conhecimento científico; e, permite uma melhor compreensão do método científico (OLIVEIRA; SILVA, 2012).

Partindo destas premissas, é extremamente necessária a utilização de História e Filosofia da Ciência (HFC) para que possamos fugir da lógica-positivista de que tudo é redutível ao método empírico universal e a partir deste encontram-se as verdades absolutas. Portanto, ao incluir HFC podemos quebrar com esse paradigma e levar os discentes a uma compreensão mais profundo acerca do papel da Física e as influências que seus conhecimentos sofreram ao longo da história. Influências estas que são do âmbito social, cultural, econômico, emocional, experimental etc.

Sabendo que a Física tem um caráter iminentemente empírico, apesar de não se restringir a este, é fundamental que a experimentação seja uma situação de ensino aprendizagem que ocorra frequentemente nas aulas de Física. Visto que, por meio da experimentação, os discentes conseguem confrontar seus modelos mentais com a realidade, pondo-os a prova na observação de fenômenos ou na resolução de problemas, dada a especificidade da atividade experimental.

Apesar de tal importância ser reconhecida pelos docentes há uma resistência na sua efetiva utilização. Este problema se dá inicialmente pela falta de materiais para a experimentação adequada (SANTOS; PIASSI; FERREIRA, 2004) e pela falta de tempo para produção de atividades experimentais. As atividades experimentais, normalmente, exigem tempo para sua construção, análise e produção. (PEREIRA, 2010).

Para contornar tal problema existem algumas possibilidades: utilização de experimentos que sejam construídos com materiais de baixo custo e manuais prontos que tratem de atividades experimentais. Dentre estes, temos a Internet como uma grande aliada junto aos livros didáticos e outros manuais. Além disso, há a possibilidade de solicitar aos discentes que estes próprios construam os experimentos com a orientação do docente. Possibilitando a diminuição do tempo necessário para

produzir o experimento, visto que será desenvolvido pelos discentes, e não permitindo que as aulas tenham esta defasagem.

Desta forma, o desenvolvimento de uma atividade de ensino ativo que agregue tanto a possibilidade de engajamento do discente, fortalecendo sua autonomia e seu aprendizado, quanto uma viabilidade real de implementação dentro do contexto do ensino público brasileiro, faz-se premente e torna-se o objeto dessa dissertação.

3 POR QUE AS METODOLOGIAS ATIVAS SÃO UMA OPÇÃO?

As Metodologias Ativas vêm sendo desenvolvidas desde o século passado com diversas ferramentas e várias formas de construir as situações de ensino e de aprendizagem. Contudo, todas têm uma coisa em comum: uma quebra com as metodologias focadas na figura docente. Tendo esta quebra sido fomentada a partir de uma nova perspectiva de educação, a Escola Nova² (EVANGELISTA; SALES, 2018).

Compreende-se, então, que essa maneira de entender a educação, por referência à pedagogia tradicional tenha deslocado,[...] dos conteúdos cognitivos para os métodos ou processos pedagógicos; do professor para o aluno (SAVIANI, 2008, p. 10).

Com este descolamento, veio o desenvolvimento de diversas metodologias que propunham suprir esta espaço que por hora estava preenchido pela metodologia tradicional, mas essa precisava ser substituída com urgência.

Esta diferente forma de pensar a educação foi consistentemente criticada por Saviani (2008) ao trazer mais problemas do que soluções. Principalmente no âmbito das escolas de classe baixa por caracterizar um afrouxamento da disciplina e desvalorização do conteúdo, aumentando a separação entre a escola popular e geralmente pública com as escolas de elite, geralmente particulares.

Apesar disso, observamos que a utilização destas metodologias vem gerando resultados interessantes como podemos observar em (SANTOS; SASAKI, 2015; SANTOS, 2016), além dos citados anteriormente. Ficaremos, então, com a análise de algumas vertentes desta metodologia e analisaremos seus resultados em comparação com a metodologia tradicional. Dentro deste universo de Metodologias ativas destacaremos três metodologias: *Flipped Classroom*, *Peer Intruction* e *Just-in-Time Teaching*.

A primeira delas creditada aos docentes de Química Jonathan Bergman e Aaron Sams, do estado do Colorado (EUA). Apesar de que:

O conceito de flipped classroom já havia surgido em 2000, com The 'Classroom Flip': Using Web Course Management Tools to Become the Guide by the Side por J. Wesley Baker apresentado na 11th International Conference on College Teaching and Learning em Jacksonville, Florida. (Teixeira, 2013, p. 10)

² A Escola Nova foi um movimento que visou à renovação do ensino partindo da crítica à pedagogia tradicional. Amplamente difundido no Brasil, o ideário escolanovista se fundamentava principalmente no pensamento de John Dewey (Ruppel; Boutin, 2015, p. 3)

Trata-se de uma metodologia em que os docentes constroem situações invertidas no sentido de trabalhar, o que seria realizado na sala de aula, no ambiente doméstico, de maneira a aproveitar o período em sala para atividades de aplicação e tirar dúvidas. Bergman e Sams gravaram suas aulas em vídeo para que os discentes pudessem estudar, cada um, no seu ritmo (OLIVEIRA; VEIT; ARAUJO, 2016, p. 4).

Nesta metodologia, não há a obrigação em produção das aulas gravadas, ou sequer, utilizar de vídeos como principal ferramenta, mas gira em torno da utilização do tempo da Sala de aula para atividades focadas na discussão e remissão das dúvidas de conceitos estudados anteriormente, quer por vídeos, livros didáticos, sites, áudios, apresentações de Power Point, produzidas ou não pelos docentes (Ibidem, p. 5).

A outra metodologia foi desenvolvida pelo professor Eric Mazur da Universidade de Havard, EUA.(OLIVEIRA; VEIT; ARAUJO, 2015). Nominada de *Peer Instruction* ou Instrução por Colegas (IpC), em tradução livre, foi inicialmente aplicado em 1997 e trata de dar um enfoque na aprendizagem de questões conceituais em sala enquanto os discentes previamente estudam os conceitos e dedicam o tempo em sala no debate de questões conceituais.

De modo geral, o IpC pode ser descrito como um método de ensino baseado no estudo de materiais disponibilizados pelo professor e apresentação de questões conceituais, em sala de aula, para os alunos discutirem entre si. Sua meta principal é promover a aprendizagem dos conceitos fundamentais dos conteúdos em estudo, através da interação entre estudantes. (ARAUJO. I. S., MAZUR, E., 2013)

Junto a esta, temos a metodologia conhecida como *Just-in-Time Teaching*, ou em tradução livre *Ensino sob Medida (EsM)*, desenvolvido pelo professor Gregor Novak na Universidade de Indiana, nos EUA em 1999. (OLIVEIRA; VEIT; ARAUJO, 2015). Esta metodologia trata de levar em consideração os conhecimentos prévios dos discentes, ao tornar os docentes cientes das principais dificuldades que os discentes mostraram durante o contato com os temas geradores. Possibilitando uma aula muito mais voltada para as especificidades de cada turma.

O foco do EsM está na criação de condições para que o professor possa preparar suas aulas a partir das dificuldades manifestadas pelos próprios alunos. Essas dificuldades são mapeadas em uma etapa preparatória, preliminar à aula, na qual eles são convidados a estudar os materiais fornecidos pelo professor e fornecer respostas que permitam avaliar o grau de compreensão alcançado sobre os conteúdos. (ARAUJO. I. S., MAZUR, E., 2013)

Podemos observar que tal metodologia prioriza a utilização de novas tecnologias da educação, visando que o acesso do discente aos conteúdos não se dê apenas pelo livro didático. Aproximando o cotidiano destes discentes não só em relação a visão de mundo que a ciência pode lhe auxiliar a construir, mas também a utilizar vários meios para obter informação, sendo que em ambos os casos os discentes são guiados pelo docente nestas buscas.

Com utilização da EsM, os discentes precisam estudar os temas geradores anteriormente a aula. O que possibilita um primeiro contato e em muitos casos, um estranhamento inicial. Nesta etapa, eles utilizam plataformas com vídeo aulas, como o *Youtube*, além de uma lista com livros paradidáticos e didáticos que podem ser achados na internet ou na biblioteca da escola.

A fim de conhecer em que resultou este estudo anterior à aula, os discentes respondem a um questionário previamente preparado pelo docente. Espera-se que ao responder a esse questionário o discente deixe transparecer os conceitos mais difíceis para ela(e), de modo que, se valendo de tais informações, o(a) docente pode construir um plano de ensino mais adequado, como apregoa a perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel (MOREIRA, 2012). Lembrando que um dos pontos mais importantes da TAS envolve justamente conhecer o que os discentes já conhecem, para daí ensiná-los.

Na aula, utilizando o método do IpC, alcançamos a ensinagem por seus pares, ou seja, os próprios discentes auxiliam na aprendizagem uns dos outros. O que permite com que os conceitos sejam aprendidos em uma linguagem que os docentes dificilmente conseguiriam alcançar, a linguagem dos discentes para com os outros discentes.

Sabendo que a Física é uma ciência cuja linguagem é a matemática, não podemos deixar de auxiliar os discentes a construírem habilidades e competências nesse sentido. Contudo, fazendo as atividades em grupo possibilitaremos com que os discentes se ajudem e no debate argumentem e ensinem um ao outro.

Por fim, podemos observar que a educação bancária que vem sendo aplicada fortemente não contribui para a construção de cidadãos críticos e atuantes em sociedade. E por educação bancária entendemos que:

Em lugar de comunicar-se, o educador faz “comunicados” e depósitos que os educandos, meras incidências, recebem pacientemente, memorizam e repetem. Eis aí a concepção “bancária” da educação, em que a única margem de ação que se oferece aos educandos é a

de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los. Margem para serem colecionadores ou fichadores daquilo que arquivam. No fundo, porém, os grandes arquivados são os homens, nesta (na melhor das hipóteses) equivocada concepção “bancária” da educação. Arquivados, por que, fora da busca, os homens não podem ser. (FREIRE, 1997, p. 62)

Em oposição à concepção bancária da educação, as metodologias ativas possibilitam a construção de um ambiente em que as principais habilidades e competências exigidas na sociedade contemporânea se desenvolvam, como as habilidades argumentativas, as habilidades socioemocionais e a criatividade, bem como os conhecimentos específicos de cada área da ciência vista no Ensino Médio.

Assim, procuramos na presente pesquisa aplicar essas três propostas metodológicas (*Flipped Classroom*, *Peer Instruction* e *Just-in-Time Teaching*) de forma integrada em uma sequência didática para o ensino do tema Magnetismo no terceiro ano do Ensino Médio.

4 MAGNETISMO

Compreendendo algumas das características da força elétrica, partimos para uma outra força, também relacionada com cargas elétricas, mas agora com elas em movimento. Denominada de *Força Magnética*, surge da interação entre duas partículas, geralmente elétrons, em movimento. Sendo esta “a natureza *fundamental* do magnetismo [...]”. Diferentemente da força elétrica, que atua sempre sobre uma carga, quer ela esteja em movimento ou em repouso, as forças magnéticas só atuam sobre cargas em movimento” (YOUNG, FREEDMAN, 2009, p. 202).

Observamos que esta força magnética possui algumas características que se assemelham a força elétrica, por exemplo, decai com a distância entre os dois ímãs e podem atrair ou repelir. Por isso definimos que os ímãs possuem um polo Norte e outro Sul, desta forma, o termo polo é central para a definição das forças magnéticas.

É importante perceber que os conhecimentos referentes aos polos magnéticos precedeu a compreensão da interação magnética em termos de cargas em movimento. Tais polos possuem uma característica intrínseca: atraem os polos opostos e repelem os polos iguais. O que é semelhante a características das cargas elétricas que podem ser positivas ou negativas, e seu processo de atração se dá pela mesma característica (opostos se atraem e iguais se repelem). Contudo, há uma diferença importante, apesar de conseguirmos encontrar cargas elétricas positivas e negativas separadamente, os polos magnéticos sempre são encontrados em pares, ou seja, até o presente momento não foi possível para a ciência isolar um polo magnético.

A relação entre a força magnética, a carga elétrica em movimento e o campo magnético foi observada experimentalmente. Em uma região, com um dado campo magnético $\vec{B}$ uniforme, uma carga elétrica que penetre esse campo $\vec{B}$, com velocidade constante $\vec{v}$ diferente de zero, sofrerá a ação de uma força devido a presença do campo magnético, por isso, é denominada de força magnética. Para uma certa direção de $\vec{v}$, nos dois sentidos, observa-se que a intensidade da força magnética é nula. Por outro lado, se a direção da velocidade $\vec{v}$, da carga elétrica, for perpendicular a direção do campo magnético, observa-se que a força magnética, que atua sobre a carga elétrica, é máxima e tem direção perpendicular ao plano formado por $\vec{B}$ e $\vec{v}$. Observou-se ainda, experimentalmente, que a força magnética tem seu módulo

proporcional ao módulo da carga e ao módulo do campo magnético. Além disso, há também uma dependência da força magnética, $\vec{F}$, com a velocidade da carga elétrica, o que a diferencia da força elétrica. Por fim, $\vec{F}$ não possui a mesma direção do campo magnético $\vec{B}$. Sendo assim, experimentalmente observamos que:

- a) se $\vec{v} \parallel \vec{B} \rightarrow F = 0$
- b) se $\vec{v} \perp \vec{B} \rightarrow F$ é máximo
- c) $\vec{F} \perp$ ao plano formado por $\vec{v}$ e $\vec{B}$

Logo, às observações experimentais indicam que os vetores $\vec{v}$ e $\vec{B}$ interagem por um produto vetorial e que a força magnética é fruto deste produto vetorial e diretamente proporcional a intensidade da carga elétrica, portanto

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B} \quad (1)$$

Onde q é a carga elétrica e $\vec{v}$ é a velocidade da carga elétrica. E vemos que $\vec{B}$ terá unidade no SI de $1 \text{ N} \cdot \text{s/C} \cdot \text{m}$ ou $1 \text{ N/A} \cdot \text{m}$. Unidade esta que denominamos de Tesla (T) em homenagem ao cientista e inventor Nikola Tesla.

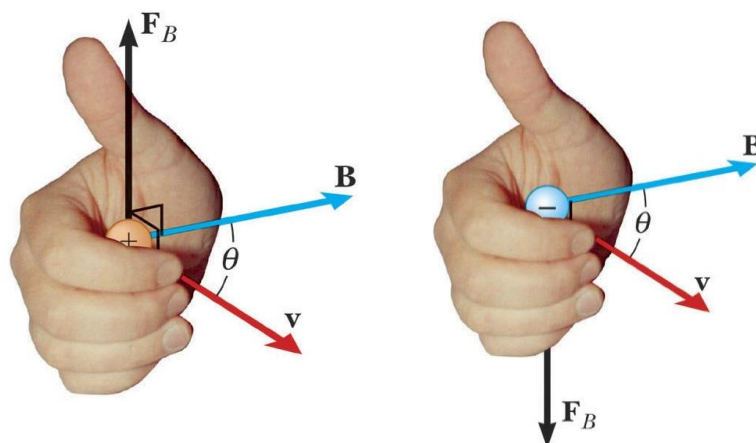
Em módulo,

$$F = |q|v_{\perp}B = |q|vB\sin\phi \quad (2)$$

Onde $v_{\perp}$ é a componente de $\vec{v}$ perpendicular a $\vec{B}$ e ϕ é o ângulo medido no sentido de rotação do vetor de $\vec{v}$ para $\vec{B}$.

Vemos que a expressão não descreve o sentido da força magnética. Para isso usamos a regra da mão direita: Primeiramente coloque $\vec{v}$ e $\vec{B}$ com origens no mesmo ponto, em seguida imagine a rotação de $\vec{v}$ para $\vec{B}$ (através do menor ângulo) feita ao fechar os dedos da mão direita em torno desta linha. Desta forma, o polegar estará mostrando a direção e o sentido que a força magnética atua. Caso a carga elétrica seja negativa o sentido será sempre o oposto do indicado pelo polegar (Ibidem, p. 206), conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Direção da força magnética obtida a partir da regra da mão direita



O campo magnético de um ímã pode ser facilmente observado jogando-se limalha de ferro ao redor do Ímã, como podemos ver na Figura 2. Essa limalha também nos mostrará onde ele é mais intenso, visto que nestas regiões encontramos uma concentração de limalha, como nos polos do ímã, o que também é observado na Figura 2.

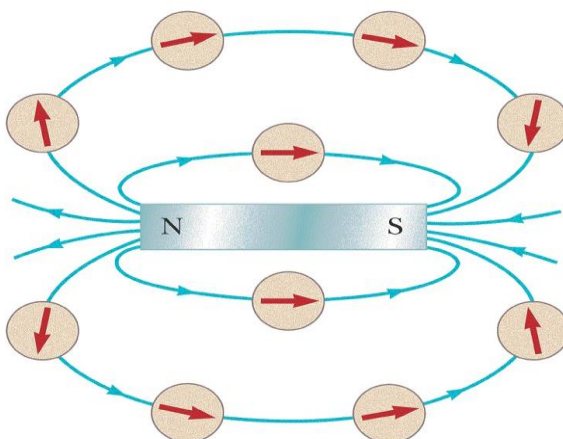
Figura 2 – Limalhas de ferro orientadas pelo campo magnético do ímã.



Fonte: <http://demonstracoes.fisica.ufmg.br/demo/152/5H10.30-lmas-e-limalhas-de-ferro>

E por definição, o sentido deste campo magnético é do polo Norte para o polo Sul, como pode ser visto na Figura 3.

Figura 3 – representação do sentido das linhas de campo magnético em um ímã



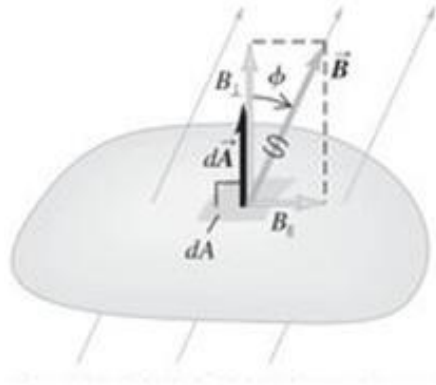
Podemos representar este campo magnético através de linhas do campo magnético. O vetor campo magnético $\vec{B}$ é representado, em qualquer ponto sobre as linhas de campo magnético, por uma reta tangente à linha de campo magnético naquele ponto. Nos locais onde as linhas estão mais agrupadas, o campo magnético é mais intenso. Por fim, precisamos representar as linhas em três dimensões, em muitos casos, para isso usamos ponto ($\cdot$) para representar um vetor orientado para fora do plano do esboço e uma cruz ($\times$) para representar um vetor orientado para dentro do plano.

4.1 LEI DE GAUSS PARA O MAGNETISMO

Para conhecermos e compreendermos a lei de Gauss para o magnetismo precisamos antes compreender a noção de fluxo magnético. Definimos o fluxo magnético Φ_B como uma relação entre o campo magnético $\vec{B}$ que atravessa uma superfície de área A , ou seja, assim como imaginamos o fluxo de água pela seção transversal de uma mangueira, podemos imaginar o fluxo das linhas de campo magnético por uma superfície de área, como apresentado na Figura 4. Para cada elemento de área dA determinamos $B_{\perp}$, isto é, o componente $\vec{B}$ que é normal ao elemento de área escolhido. A partir da Figura 4 podemos perceber que $B_{\perp} = B \cos \phi$, pois ϕ é o ângulo entre o vetor campo magnético e a reta normal a superfície de área dA . Daí,

$$d\Phi_B = B_{\perp}dA = B\cos\phi = \vec{B} \cdot \vec{dA} \quad (3)$$

Figura 4 - Campo magnético através de uma superfície de área A



Entretanto, precisamos calcular o fluxo do campo magnético não apenas por um elemento de área, mas o fluxo total através de uma superfície fechada. Assim, somando as contribuições de cada um dos elementos de área, temos:

$$\Phi_B = \int B_{\perp}dA = \int B\cos\phi dA = \int \vec{B} \cdot \vec{dA} \quad (4)$$

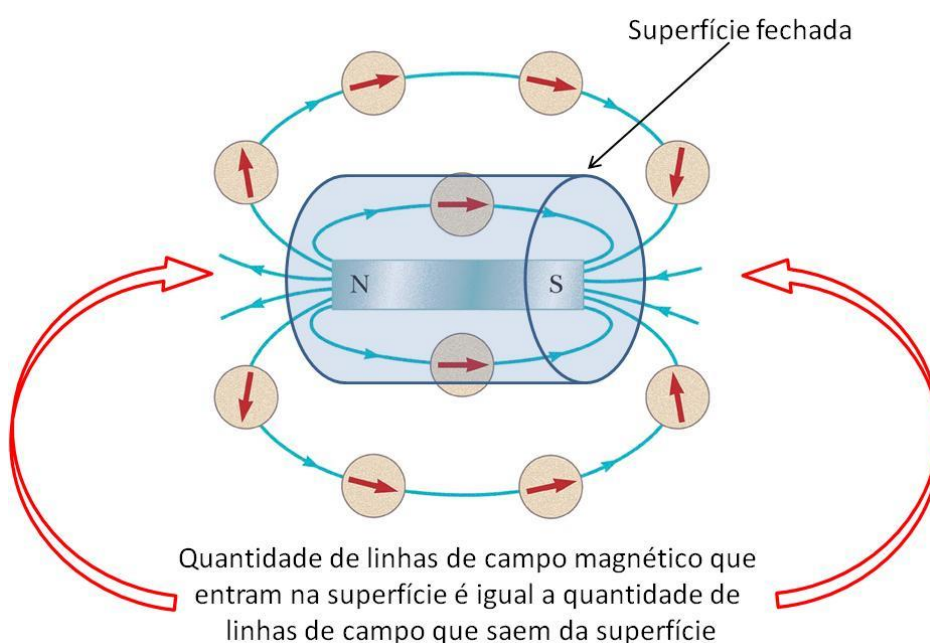
Observamos pela expressão (4) que a unidade do fluxo magnético no SI é $T \cdot m^2 = 1 \text{ Wb}$ (weber).

Todavia, se quisermos encapsular uma fonte de campo magnético em uma superfície fechada, como um ímã, por exemplo, verificaremos que o fluxo total de linhas de campo magnético que atravessam a superfície será nulo. Pois, como não conseguimos isolar apenas um dos polos do ímã, dentro da superfície fechada teremos sempre os dois polos, positivo e negativo, e, portanto, o fluxo de linhas de campo que atravessam a superfície fechada saindo será sempre igual ao fluxo de linhas de campo que atravessam a superfície fechada entrando, como podemos ver na Figura 5. Como o vetor normal à área atravessada pelas linhas de campo, $\vec{dA}$, tem o sentido sempre para fora da superfície fechada, sentido que definimos ao criar a superfície pois, assim como a superfície fechada é uma estratégia matemática, a definição da direção do vetor $\vec{dA}$ também é estratégica, logo, podemos escrever que:

$$\oint \vec{B} \cdot \vec{dA} = 0 \quad (5)$$

Ou seja, o fluxo total das linhas de campo magnético que atravessam uma superfície fechada é sempre nulo. Quando a fonte de campo magnético está fora da superfície fechada isso implica que o mesmo número de linhas de campo que penetram na superfície por um lado, terão que sair pelo outro, logo teremos um fluxo positivo e outro negativo e a soma total será nula. Quando a fonte de campo magnético estiver dentro da superfície fechada, teremos também um fluxo positivo (linhas de campo saindo da superfície) e um fluxo negativo (linhas de campo entrando na superfície), porque não se consegue separar os polos magnéticos, como vemos na Figura 4.

Figura 5 – Linhas de campo magnético atravessando uma superfície fechada



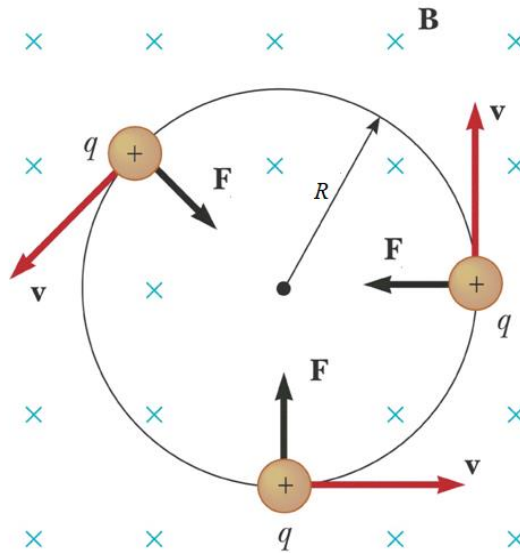
4.2 PARTÍCULAS CARREGADAS MOVENDO-SE EM UM CAMPO MAGNÉTICO

Sabemos que o magnetismo surge pelo movimento das partículas carregadas, desta forma o que gera o magnetismo em uma barra de ímã é o movimento de rotação dos seus elétrons em torno de si mesmos e em torno do núcleo.

Quando uma partícula carregada move-se no interior de um campo magnético uniforme seu movimento pode ser descrito pelas leis de Newton. Como vimos no início desse capítulo, a força magnética $\vec{F}$ que atua sobre uma partícula em movimento dentro de um campo magnético uniforme será sempre perpendicular ao plano

compreendido pela velocidade $\vec{v}$ da partícula e pelo campo magnético $\vec{B}$. Desta forma, a força magnética atua sobre a partícula carregada forçando-a a mudar a direção da velocidade, mas sem alterar o módulo da velocidade, mantendo-o constante mesmo que o campo não seja uniforme. Portanto, essa partícula carregada descreverá um movimento circular uniforme, como pode ser visto na Figura 6.

Figura 6 – movimento descrito por uma partícula carregada em uma região com campo magnético.



No movimento circular uniforme a aceleração centrípeta é dada por v^2/R , em que R é o raio da circunferência (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008, p. 135). Sendo a força magnética a única atuando na partícula, temos pela segunda Lei de Newton (Ibidem, p. 117):

$$F = |q|vB = m \frac{v^2}{R} \quad (6)$$

Desta forma, podemos obter a expressão para o raio da trajetória circular, dada por:

$$R = \frac{mv}{|q|B} \quad (7)$$

Sendo o módulo do momento da partícula igual a $p = mv$, podemos reescrever a equação (7) como $R = \frac{p}{|q|B}$. Tal movimento circular tem sentido horário quando a

carga q é negativa e movimento antihorário quando a carga é positiva, como podemos observar na Figura 5.

A velocidade angular pode ser obtida por $v = \omega R$ (Ibidem, p. 268), daí:

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{|q|B}{m} \quad (8)$$

E por fim, a frequência $f = \omega/2\pi = |q|B/2\pi m$, que não depende do raio da circunferência.

4.3 FONTES DE CAMPO MAGNÉTICO

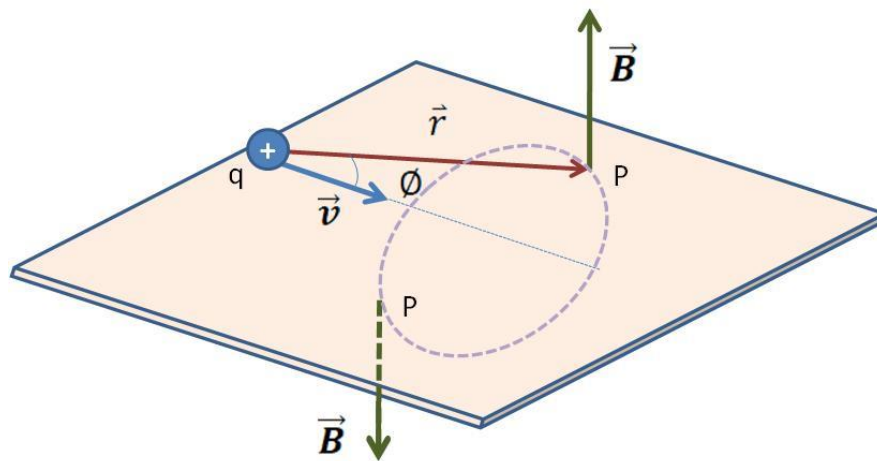
Como vimos anteriormente, o movimento dos elétrons dentro do imã é que provoca o campo magnético, então é de se esperar que uma corrente elétrica, ou seja, um movimento ordenado de elétrons dentro de um condutor, também produza. Este efeito foi observado por Oersted no início do século XIX, ao colocar uma bússola próxima a um fio que conduzia corrente e verificar que a agulha da bússola mudava de direção. E, também experimentalmente, descobriu-se que o formato do condutor interferia no campo magnético.

Desta forma, o desafio que se coloca é conhecer a intensidade, a direção e o sentido de um campo magnético, gerado em um ponto P a uma distância r de uma partícula carregada em movimento. Logo após a observação de Oersted, Jean-Baptiste Biot e Félix Savart verificam o torque sobre o imã e analisam o resultado em termos do campo magnético produzido por um elemento de corrente. Então, o que se sabe experimentalmente é que o campo magnético, gerado por uma partícula carregada em movimento, tem intensidade diretamente proporcional ao módulo da carga da partícula e inversamente proporcional a ao quadrado da distância entre a carga e o ponto P onde o campo magnético é medido.

Diferentemente do campo elétrico (YOUNG, FREEDMAN, 2009, p. 14), a direção de $\vec{B}$ não é dada pela direção da reta que une a carga ao ponto P (onde queremos medir o campo magnético), mas sim por uma reta perpendicular ao plano que contém o vetor $\vec{r}$ e o vetor velocidade $\vec{v}$ da partícula.

Diferente também de um campo elétrico, as linhas de campo magnético são circunferências cujo centro é a reta que contém $\vec{v}$. O sentido de tais linhas é dado pela regra da mão direita: colocando seu polegar direito na direção e sentido do vetor $\vec{v}$, seus outros dedos ao fazerem uma rotação estarão no mesmo sentido de rotação das linhas de campo magnético. Caso q seja negativa, basta colocar o polegar no sentido contrário ao de $\vec{v}$, como apresentado na Figura 7.

Figura 7 – Vetor campo magnético gerado em um ponto P por uma carga elétrica positiva em movimento.



O módulo de $\vec{B}$ é dado por,

$$B = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{|q|v \sin\phi}{r^2} \quad (9) \quad (9)$$

Onde $\mu_o = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$ é a constante de permeabilidade magnética do vácuo e $\frac{\mu_o}{4\pi}$ é a constante de proporcionalidade. Podemos tratar a equação (9) vetorialmente e, para isso, utilizaremos o vetor unitário $\hat{r}$ que aponta da carga até o ponto P. Tal vetor é igual ao vetor $\vec{r}$ que liga a carga ao ponto P (Figura 7) dividido pelo seu módulo $\vec{r}/r$. Daí,

$$\vec{B} = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{|q|\vec{v} \times \hat{r}}{r^2} \quad (10)$$

Então, a equação (10) é conhecida como a Lei de Biot e Savart. Apesar da equação (10) tratar de partículas com velocidade constante apenas, não precisaremos tratar de cargas aceleradas. Visto que em fios há uma aceleração nos pontos de

curvatura, mas a velocidade dos elétrons é muito pequena e sua aceleração nesses casos é ainda menor, desta forma, podemos desprezar os efeitos para os nossos objetivos.

4.4 CAMPOS MAGNÉTICOS EM FIOS

Para construímos uma análise do comportamento do campo magnético num condutor percorrido por uma corrente, vamos usar a ideia que: “O campo magnético total produzido por diversas cargas que se movem é a soma vetorial dos campos produzidos pelas cargas individuais” (Ibidem, p. 246).

Vamos então começar calculando o campo magnético produzido por um segmento pequeno $d\vec{l}$ de um condutor por onde passa uma corrente. O volume deste segmento é dado por $A dl$, onde A é a área da seção transversal deste condutor. A carga deste segmento é dada por $dQ = nqA dl$, com n sendo o número de cargas elétricas por unidade de volume e q a carga de uma delas.

Utilizando dQ como uma carga única e a velocidade de arraste dos elétrons ($\vec{v}_a$) obtemos a seguinte expressão para o módulo do campo magnético:

$$dB = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{|dQ|v_a \sin\phi}{r^2} = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{n|q|v_a A dl \sin\phi}{r^2}$$

podemos ver em (Ibidem, p. 138) que $n|q|v_a A$ é a corrente I que passa pelo segmento. Daí,

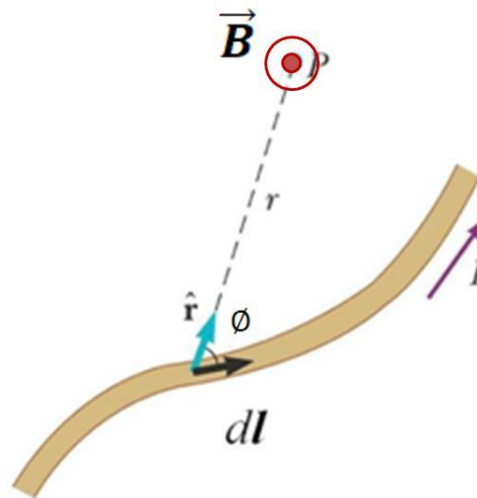
$$dB = \frac{\mu_o I dl \sin\phi}{4\pi r^2} \quad (11)$$

Vetorialmente, usamos novamente o vetor unitário $\hat{r}$:

$$dB = \frac{\mu_o I d\vec{l} \times \hat{r}}{4\pi r^2} \quad (12)$$

onde $d\vec{l}$ é um vetor de comprimento dl e que possui o mesmo sentido que a corrente I , por isso pode ser denominado de elemento de corrente, como podemos ver na Figura 8.

Figura 8 – Vetor campo magnético gerado em um ponto P por um elemento de corrente $d\vec{l}$



Essas equações são semelhantes as Leis de Biot e Savat. Agora utilizaremos esta Lei para encontrar o campo magnético $\vec{B}$ produzido, em qualquer ponto do espaço, por uma corrente nas mais diversas configurações de condutor.

4.5 CONDUTOR RETILÍNEO PERCORRIDO POR UMA CORRENTE

Dado que em quase todos os circuitos existem fios retilíneos por onde passa corrente, os resultados obtidos a seguir são importantes. Tendo um fio de comprimento $2a$ conduzindo uma corrente I vamos calcular $\vec{B}$ no ponto P a uma distância x do centro do fio, Figura 9.

Figura 9 - Campo magnético produzido por um fio que conduz uma corrente.



Para encontrar $d\vec{B}$ observamos que $dl = dy$. De acordo com Figura 9 $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ e $\sin\phi = \sin(\pi - \phi) = x/\sqrt{x^2 + y^2}$, substituindo esses elementos na equação 12 e integrando no intervalo de $-a$ até a , temos:

$$dB = \frac{\mu_o I}{4\pi} \int_{-a}^a \frac{x}{(x^2 + y^2)^{3/2}} dy \quad (13)$$

Resolvendo a integral utilizando a tabela de integrais, temos:

$$B = \frac{\mu_o I}{4\pi} \frac{2a}{x\sqrt{x^2 + a^2}} \quad (14)$$

No limite em que $2a \gg x$, dizemos que o condutor tem comprimento infinito, daí $\sqrt{x^2 + a^2} \cong a$. Logo no limite $a \rightarrow \infty$:

$$B = \frac{\mu_o I}{2\pi x} \quad (14)$$

Este problema possui simetria axial em torno do eixo Oy. Desta forma, em qualquer ponto de uma circunferência de raio r teremos o mesmo módulo de B com direção tangencial a cada um dos pontos desta circunferência. Assim, o módulo de B :

$$B = \frac{\mu_o I}{2\pi r} \quad (15)$$

Com este formato, apesar do campo magnético e elétrico terem seu módulo proporcional a $1/r$, as linhas de campo magnético diferem muito das linhas de campo elétrico. Estas são radiais e emanam para fora de um fio retilíneo, ao contrário das linhas de campo magnético que forma sempre curvas fechadas. Não sendo possível encontrar pontos finais nestas curvas. Decorrencia direta da Lei de Gauss para o magnetismo, equação (5).

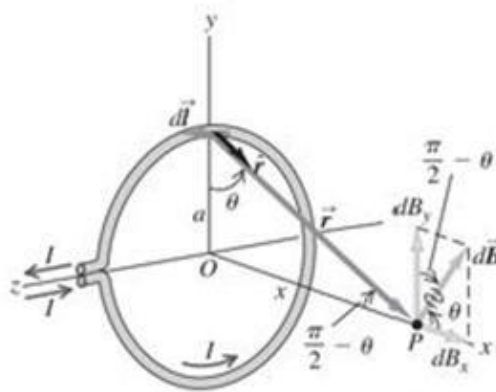
4.6 ESPIRA CIRULAR E SOLENÓIDE

Além do formato retilíneo, vamos tratar do formato circular, seja ele em uma espira apenas ou com um número n de espiras coladas uma na outra formando um solenóide. Construindo tais solenoides, ou bobinas, produzimos eletroímãs. Pelas suas características podemos aumentar sua intensidade, inverter seus polos, ligar e desligar, temos uma importante ferramenta na indústria, em aceleradores de partículas, em trens super-rápidos etc. (HEWITT, 2011).

Para analisarmos tal espira encontraremos $\vec{B}$ para um ponto P sobre o seu eixo. Como a Figura 10 mostra, $d\vec{l}$ e $\hat{r}$ são perpendiculares e a direção de $d\vec{B}$ está sobre o plano xy . Sendo, $r^2 = x^2 + a^2$ e $\sin\phi = 1$.

$$dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{dl}{x^2 + a^2} \quad (16)$$

Figura 10 - Campo magnético em uma espira circular, percorrida por uma corrente I



Tal problema possui simetria rotacional em torno de Ox , o que nos diz que não pode haver componentes de $\vec{B}$ que sejam perpendiculares a esse eixo. Estas componentes seriam anuladas visto que para cada elemento $d\vec{l}$ existe um elemento correspondente do lado oposto da espira, com sentido oposto de corrente passando por ele. Sendo assim, os componentes vetoriais $d\vec{B}_y$ se anulam mutuamente enquanto os $d\vec{B}_x$ se somam.

Para obtermos a componente B_x total, encontraremos dB_x e integraremos incluindo todos os dl :

$$dB_x = dB \cos \theta = \frac{\mu_o I}{4\pi} \frac{dl}{(x^2 + a^2)} \frac{a}{(x^2 + a^2)^{1/2}} \quad (17)$$

Integrando, temos:

$$B_x = \frac{\mu_o I}{4\pi} \frac{a}{(x^2 + a^2)^{3/2}} \int dl \Rightarrow B_x = \frac{\mu_o I}{4\pi} \frac{a}{(x^2 + a^2)^{3/2}} 2\pi a \Rightarrow$$

$$B_x = \frac{\mu_o I}{2} \frac{a^2}{(x^2 + a^2)^{3/2}} \quad (18)$$

O sentido do vetor $\vec{B}$ é dado pela regra da mão direita: fechando a mão direita ao redor da espira no sentido da corrente, o polegar estará apontando no sentido do vetor $\vec{B}$.

Para atingirmos o campo magnético desejado é possível aumentar a corrente (mas fios tem um limite para a intensidade da corrente que passa por eles) ou o número de espiras juntas. Como cada espira oferece a mesma contribuição o campo total é N vezes o campo de cada espira, onde N é o número de espiras.

$$B_x = N \frac{\mu_o I}{2} \frac{a^2}{(x^2 + a^2)^{3/2}} \quad (19)$$

O campo máximo é na região do centro da espira ou da bobina, onde $x = 0$. Daí,

$$B_x = N \frac{\mu_o I}{2a} \quad (20)$$

4.7 LEI DE AMPÈRE

Vamos agora utilizar outro método para determinar $\vec{B}$ em situações de simetria. Sabendo que a Lei de Gauss não relaciona campos magnéticos com distribuições de

correntes, visto que o fluxo de $\vec{B}$ através de qualquer superfície fechada é sempre zero.

A Lei de Ampère é formulada em termos de uma integral de linha:

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} \quad (21)$$

Daí calculamos o produto escalar para cada segmento e por fim, somamos todos os produtos.

Vamos aplicar para o caso em que temos um condutor longo e retilíneo. Neste caso, as linhas de campo magnético são circunferências de raio r centralizadas sobre o condutor. Sobre cada ponto da circunferência $\vec{B}$ e $d\vec{l}$ são paralelos, logo $\vec{B} \cdot d\vec{l} = B dl$, sendo r constante, B também o é. Daí,

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \oint B dl = \mu_0 I \quad (22)$$

Mostrando que a integral não depende do raio da circunferência. No caso de $\vec{B}$ e $d\vec{l}$ serem antiparalelos a integral de linha é $-\mu_0 I$. Novamente, podemos usar a regra da mão direita colocando a mão no sentido do percurso de integração e o seu dedo polegar indicará o sentido positivo da corrente.

Podemos generalizar este resultado visto que ele não depende da curva nem da posição do fio. Neste caso, mesmo que usemos diversos fios, o campo magnético total $\vec{B}$ em qualquer ponto no percurso é dado pela soma vetorial dos campos individuais de cada fio. Logo, a integral de linha do campo total $\vec{B}$ será μ_0 vezes a soma algébrica das correntes no interior da curva, ou:

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{inter} \quad (23)$$

5 PROPOSTA METODOLÓGICA

Tratamos neste capítulo da elaboração de planos de aula que utilizaram HFC, materiais potencialmente significativos, experimentação etc, de forma a contemplar uma proposta de Ensino de Física na perspectiva de Metodologias Ativas. Tal proposta pode ser utilizada por docentes de ambientes formais ou não-formais de ensino que possuam qualquer tipo de infraestrutura. Fazendo com que consigamos atingir o maior número de situações possíveis. Para detalhes e exemplos, consultar os Apêndices A, B, D e E.

A metodologia desenvolvida possibilita às(aos) docentes uma construção inicial de um plano de aula a partir de cinco passos básicos:

1. Estímulo: Nesta etapa apresentamos uma atividade que fomente a curiosidade acerca do tema gerador³. Tal atividade pode ser um filme, um desenho, um vídeo no Youtube, uma história, um *meme* entre outros. Tendo como objetivo causar o estranhamento nas(os) discentes. Estes, que apesar de já possuírem conhecimentos prévios dos mais variados temas geradores, normalmente não refletem sobre estes conhecimentos. Esta etapa possibilitará uma situação que os leve a tal reflexão.

2. Tema: Indicar os temas geradores. De forma que pesquisem utilizando qualquer meio: vídeo aulas, livro didático, documentários, sites, perfis em redes sociais etc. Observem que o primeiro passo se soma a esse para criar as condições necessárias para que a sala de aula invertida (*Flipped Classroom*) acontece, ou seja, que os conceitos sejam estudados antes da aula, a fim de que o tempo de sala de aula seja utilizado para discutir esses conceitos visando uma aprendizagem mais significativa.

3. Questionário Conceitual (QC): Esse questionário é elaborado pelo docente a partir dos objetivos desejados com o estudo do tema gerador. Neste momento, espera-se que (as)os discentes tenham feito a pesquisa anterior e antes da aula efetivamente acontecer respondam ao QC. Este questionário deve ser disponibilizado em alguma rede social de forma que seja possível colher as

³O tema gerador é o tema ponto de partida para o processo de construção da descoberta. Por emergirem do saber popular, os temas geradores são extraídos da prática de vida dos educandos, substituem os conteúdos tradicionais e são buscados através da “pesquisa do universo vocabular”. É importante destacar que o caráter político da pedagogia freireana faz-se presente, de forma radical, nos temas geradores; isto é, temas geradores só são geradores de ação-reflexão-ação se forem carregados de conteúdos sociais e políticos com significado concreto para a vida dos educandos. (TOZONI-REIS, 2006, p. 104).

informações com antecedência. Plataformas como o Formulário do Google, Enquetes do Facebook, perguntas nos Stories do Instagram, poderão ser usadas nesta etapa. As questões devem oferecer múltiplas escolhas para que as suas resoluções sejam enviadas e quantizadas pela própria plataforma. A quantização se dá, na plataforma, pela comparação com o gabarito previamente estabelecido, mostrando o número de acertos por questão e ao todo. Tais números podem ser visualizados por discente ou por turma. Neste ponto, o docente tem contato com as concepções alternativas dos discentes antes da discussão do tema gerador em sala de aula.

4. Discussão sobre o tema gerador: Em sala de aula o docente pode tratar os principais tópicos que, segundo a análise das respostas ao QC, os discentes apresentaram maior dificuldade de compreensão. Nesta etapa, deve-se recorrer a ferramentas potencialmente significativas como: simulações, experimentos, exposições, maquetes, imagens, vídeos, problemas etc. A fim de auxiliar na construção e aprofundamento dos conhecimentos. Nesta etapa fazemos uso da Instrução por Colegas (*Peer Instruction*), em atividades de discussão da temática, e do Ensino sob Medida (*Just-in-Time Teaching*), que se dá pela utilização de ferramentas potencialmente significativas que apresentem justamente os conteúdos que os discentes demonstraram maior dificuldade ao responder o QC.

5. Lista de Exercício: Produzida pelo docente, deve levar em consideração uma evolução na dificuldade dos exercícios. Indo sempre do mais fácil para o mais difícil, incluindo por fim a resolução das questões dos Vestibulares. É importante também que as questões levem o discente a refletir acerca do mundo a sua volta, analisando fenômenos físicos ou instrumentos tecnológicos construídos a partir de conhecimentos que englobem o tema gerador (ou que, a partir deste desenvolvimento tecnológico, surgiram ou aprofundaram os estudos de tais temas geradores).

Utilizando os cinco passos apresentados acima, aplicamos a proposta de Metodologias Ativas em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio de uma Escola Técnica Estadual, localizada no município de Bonito, Pernambuco, durante dois bimestres letivos. A fim de ter um comparativo da aprendizagem alcançada por essa turma que estudou na perspectiva das Metodologias Ativas (turma experimental), outras duas turmas do terceiro ano do Ensino Médio da mesma escola foram acompanhadas. Vale salientar que essas duas turmas não tiveram sua metodologia de ensino alterada (turmas controle), a qual é baseada em aulas expositivas e na resolução de exercícios.

A seleção das turmas foi feita a partir de sorteio, utilizamos de um exame individual padrão para as três turmas, fazendo uso de resolução de problemas, a fim de comparar os resultados obtidos. Os testes encontram-se no apêndice D. Os testes, além de padronizados para todas as turmas, foram aplicados no mesmo dia para garantir a idoneidade do mesmo. Além disso, aplicação foi realizada por docentes de outras áreas.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente, os primeiros resultados obtidos foram observados durante a primeira aula. Nela os discentes tiveram contato com o experimento de Oersted e apesar de nunca terem visto tal experimento chegaram à conclusão de que a corrente elétrica gerava alguma espécie de ímã que “puxava a bússola”. Os demais, conjecturaram outras possíveis soluções, mas para o nosso interesse, conseguimos com que a grande maioria dos discentes participasse. Demonstrando a curiosidade tão necessária na ciência.

No quadro, copiamos os temas que deveriam ser pesquisados em formato de perguntas a serem respondidas. Tais perguntas continham os temas de toda a unidade. Levando-os a terem um primeiro contato com tudo que seria estudado. Inicialmente pensamos em enviar apenas os temas a serem pesquisados, contudo, a medida que transformamos estes temas em perguntas possibilitamos um maior engajamento na resolução da atividade como um todo.

Além disso, direcionamos as perguntas para situações problemas que tratem do possível cotidiano dos discentes. Possibilitando análise de situações do cotidiano e interdisciplinares. Essa estratégia foi fomentadora da sala de aula invertida (*Flipped Classroom*), ou seja, esperávamos que as situações problemas estimulassem a busca por respostas e, conseqüentemente, o estudo do conteúdo desejado.

Enviamos link do QC para um grupo usado para troca de informações e para sanar dúvidas que iam surgindo no processo. Tal grupo foi criado num aplicativo de mensagens e possibilitou a comunicação contendo as questões que deveriam ser respondidas antes da aula seguinte. O QC possibilitava apenas a resolução e não mostrava as respostas corretas ao final.

Inicialmente apenas treze discentes responderam ao QC até o final da primeira data estipulada. Ao observar isto entramos em contato com os discentes e abrimos novamente o QC para ser respondido. Totalizando, ao final desta segunda data, 26 respostas. Os outros dez discentes que não responderam, alegaram que não viram os informes no grupo por não estar com acesso, por não ter celular entre outros pontos.

Observamos nossa primeira dificuldade: a utilização destas tecnologias não necessariamente englobou todos os discentes desta turma. Alguns não tinham celular, o que apesar de ser incomum em nossa realidade, era esperado. Porém, outros

demonstraram não estarem acostumados a realizarem atividades extra classe. Por estudarem em período integral, acabavam por fazer todas as atividades na escola.

Tal costume torna o processo de ensino aprendizagem mais difícil visto que por se tratar de uma escola técnica as suas aulas são divididas entre duas bases: a comum, composta pelas disciplinas próprias do ensino médio (Física, Português, Matemática etc.) e a técnica, composta pelas disciplinas específicas do curso técnico integrado. Sendo assim, os discentes, apesar de estudarem em período integral, têm a mesma quantidade de aulas do ensino regular, com o ônus de não ter o mesmo tempo “livre”.

Apesar desta política educacional do governo do estado ter sido um dos pontos fundamentais para termos destaque no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) e superarmos a média nacional, temos um ensino em tempo integral, ao invés do que seria um ensino integral. Desta forma, os discentes passam o dia todo na escola, mas tendo aulas normalmente tradicionais e expositivas. Dobrando o período de tempo, mas acabando por não modificar a metodologia utilizada.

Poderíamos fazer a impressão destes materiais para que fossem respondidos e entregues no mesmo período, contudo, a escola estava passando por um período de escassez nas verbas e a impressão era um processo dificultoso. Junto a isso, demandaria mais trabalho docente extraclasse, o que não pretendemos com esta metodologia.

Supomos que o uso contínuo desta metodologia possibilitaria aos discentes construir o hábito de realizar as atividades extraclasse. Tal suposição nos é fortalecida quando observamos que as listas de exercício, que foram utilizadas, obtiveram um número maior de realizadores.

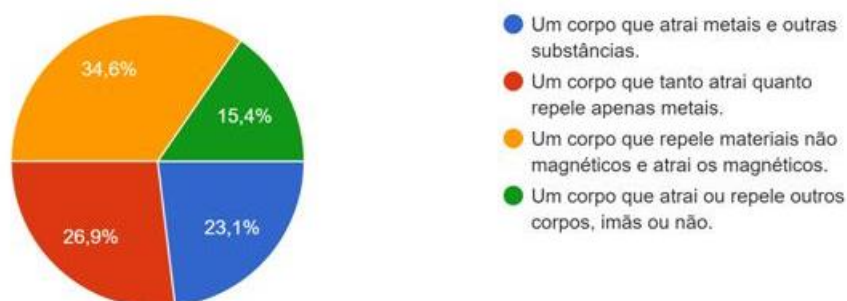
Em relação às respostas do QC, disponibilizado em um formulário do Google que se encontra no Apêndice H, obtivemos os resultados que serão apresentados e discutidos a seguir. Ressaltamos que as respostas foram construídas de forma a permitir analisar quais as dificuldades que os discentes encontraram e qual a profundidade dos conhecimentos que eles já construíram.

A primeira questão do QC “O que é um ímã?” é uma questão bem geral e busca levantar qual a compreensão que os discentes têm sobre o ímã. É importante observar que o QC foi composto por 5 questões, todas de múltipla escolha, e, como já comentamos, 26 estudantes responderam ao QC. O resultado das respostas coletadas com a primeira questão pode ser verificado no gráfico da Figura 11.

Figura 11 - Porcentagem das alternativas escolhidas na primeira questão.

O que é um ímã?

26 respostas



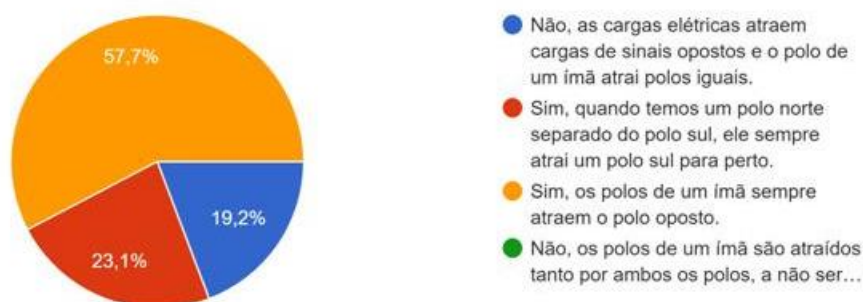
Observamos que nesta primeira pergunta, a maioria dos discentes acredita que os ímãs servem para atrair materiais com características magnéticas. Essa resposta enfatiza a necessidade de apresentar/trabalhar as propriedades dos ímãs nas próximas situações de ensino aprendizagem, exemplificando quais os materiais que são atraídos e quais são repelidos. Além disso, a resposta escolhida pela menor porcentagem de discentes indica que supostamente eles compreendem que ímãs têm mais propriedades do que as normalmente observadas no dia-a-dia.

Já a segunda pergunta do QC buscou investigar se os estudantes traziam alguma concepção sobre os polos do ímã que pudesse estar relacionada com a concepção de cargas elétricas, assunto estudado anteriormente. As respostas ao questionamento “A interação entre os polos de um ímã parece com a de cargas elétricas?” pode ser vista na Figura 12.

Observamos que a maioria dos estudantes demonstra compreender a interação entre os polos de um ímã e estar familiarizado com a existência destes. Sendo reforçado pela inexistência de discentes que escolheram a quarta alternativa. Esse resultado possibilitou que este conhecimento fosse tratado com uma profundidade um pouco menor.

Figura 12 - Porcentagem das alternativas escolhidas na segunda questão.
A interação entre os polos de um ímã parece com a de cargas elétricas?
Explique.

26 respostas



As respostas à segunda questão também revelaram que quase um quarto dos discentes provavelmente não compreendiam a inexistência experimental da separação dos polos de um ímã. O que em aula foi um ponto a ser especificado.

Para a terceira questão, a preocupação era conhecer como os estudantes entendiam a produção de um campo magnético. Assim, as respostas ao questionamento “O que produz um campo magnético?” podem ser vistas na Figura 13.

Figura 13 - Porcentagem das alternativas escolhidas na terceira questão.

O que produz um campo magnético?

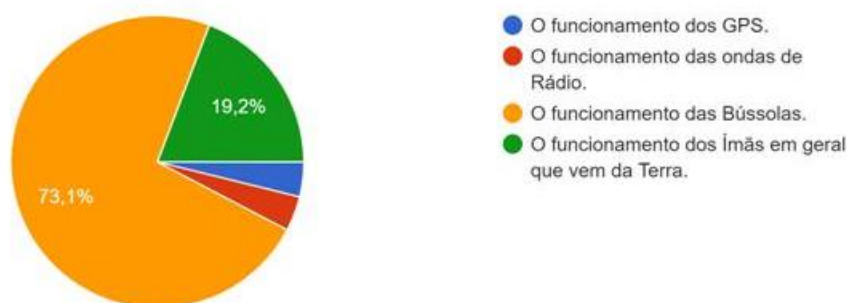
26 respostas



As respostas à terceira questão do QC ficaram quase que igualmente distribuídas entre 3 das 4 alternativas, o que demonstrou que, em relação a produção do campo magnético, precisaríamos trabalhar de uma maneira mais profunda. Desta forma, acrescentamos a utilização de algumas simulações ao trabalhar este tema, além de alguns experimentos utilizando eletroímãs, ímãs em barra e metais (ferromagnéticos e paramagnéticos).

Por outro lado, as respostas à quarta questão, “Qual das afirmações abaixo é evidência de que a Terra é um grande ímã?”, que estão na Figura 14, demonstraram que a grande maioria, supostamente, compreende que há uma interação deste campo magnético do planeta com a bússola. Desta forma, na aula demos enfoque sobre como a interação se dava e qual a explicação para este campo magnético terrestre. Decidimos então utilizar uma simulação e o globo terrestre, para possibilitar uma compreensão acerca da interação da bússola com o campo magnético terrestre.

Figura 14 - Porcentagem das alternativas escolhidas na quarta questão.
Qual das afirmações abaixo é uma evidência de que a Terra é um grande ímã?
26 respostas

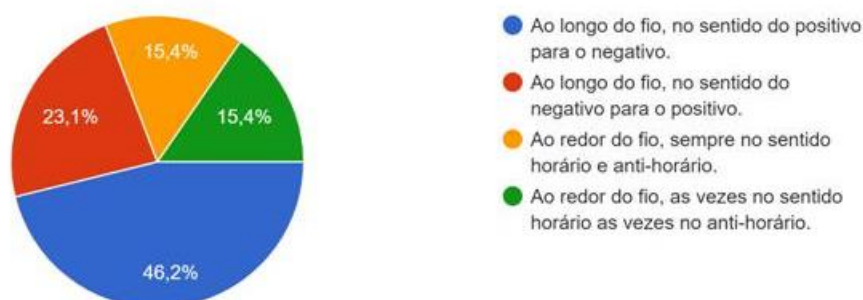


Apesar da maioria ter escolhido a primeira alternativa na quarta questão, cerca de 20% acredita numa interação entre os ímãs naturais com o fato da Terra ter um campo magnético. Tratamos então, dos minérios de magnetita encontrados e apresentamos o surgimento dos primeiros relatos documentados acerca das interações magnéticas. Posteriormente, contra argumentamos que em todas as regiões do Planeta a bússola funciona, mesmo sem ter contato com esses ímãs naturais.

A quinta questão tratava de um tema bem específico do eletromagnetismo, nada convencional no cotidiano dos estudantes, portanto era uma questão que poderia revelar se os estudos, nos diversos materiais instrucionais possíveis, fora realizado. As resposta a questão “Qual a direção e o sentido do campo magnético num fio rerilínio por onde passa uma corrente?” pode ser vista na Figura 15.

Figura 15 - Porcentagem das alternativas escolhidas na quinta questão.
Qual a direção e o sentido do campo magnético num fio retilíneo por onde
passa uma corrente?

26 respostas



Observamos, pela Figura 15, que os dois menores grupos escolheram alternativas que mostravam sua compreensão da direção e apenas 15,4% compreenderam como se dava o sentido deste vetor indução magnética. Observamos então, que este tema é delicado, tanto pelo seu aspecto em três dimensões, que salve engano, é um dos únicos contatos que os discentes tem com uma representação neste nível, quanto pelo seu aspecto mais refinado e matemático, quando, por exemplo, for solicitado que além da direção e sentido, consigam calcular a intensidade deste vetor.

Para tal, utilizamos simulações nos celulares dos próprios discentes, simulações projetadas para toda turma, além de debater sua utilização em tecnologias do cotidiano e a demonstração de um experimento mostrando as características de um solenoide.

Desta forma, para cada um dos problemas de aprendizagem evidenciados pelas questões do QC, elaboramos estratégias de forma a desenvolver um Ensino sob Medida (*Just-in-Time Teaching*).

Em seguida, como descrito no plano de aula do Apêndice B, utilizamos de uma dinâmica para correção das questões tema. A dinâmica visou fazer com que todos interagissem, mesmo os que não tinham realizado a atividade. Obtivemos uma boa integração, com a grande maioria da sala interessada em ler as repostas.

A interação levava os discentes a entrar em contato com uma outra forma de responder aqueles questionamentos e depois disso era solicitado aos discentes que discutissem a resposta a partir da própria compreensão deles do problema. Gerando

um ensino pelos próprios colegas, ou seja, a Instrução por Colegas (*Peer Instruction*) que muitas vezes possuem uma linguagem mais acessível para ensinar os seus pares.

Junto a isso, os discentes, ao precisarem construir seus argumentos e professá-los tiravam aqueles argumentos de uma linguagem escrita e os levavam para uma linguagem oral. Auxiliando-os a desenvolver os argumentos e suas compreensões de mundo. Neste debate, à medida que se fazia necessário, nós mediávamos na seleção dos argumentos contundentes e funcionais para o andamento da aula e da compreensão científica dos problemas propostos.

Por fim, selecionamos cada discente que seria escolhido para leitura, desta forma, alcançamos um número razoável de participantes. O que é importante, visto que em situações de ensino e de aprendizagem como essas é comum termos uma minoria participante e os demais silenciados principalmente pelo medo da palavra.

Em relação às situações de ensino e de aprendizagem, iniciamos com uma apresentação histórica, o que instigou a curiosidade. O interesse surgiu principalmente pela forma como os pensadores apresentados viam o mundo a partir das ferramentas que possuíam na época. Junto a isso, entender como foram os processos de desenvolvimento de tecnologias que são comuns e que possibilitam uma vida mais confortável.

Aqui demos um enfoque para o desenvolvimento de outras culturas e iniciamos um debate sobre o desconhecimento de cientistas de nacionalidades diferentes dos Estados Unidos da América e dos países da Europa. Tal debate se deu de forma semelhante nas três turmas.

Para os demais conceitos houve abordagens diferentes, ambas descritas no Apêndice A. Nas turmas controle, tivemos aulas baseadas basicamente na sequência proposta pelo livro enquanto na turma experimental utilizamos a metodologia proposta.

Em todas as aulas da turma experimental, observamos um maior engajamento dos discentes. Tudo isso é acrescido do fato das aulas geminadas desta turma acontecerem nos dois últimos horários do dia. Ou seja, eles já passaram por sete aulas. Aulas estas que normalmente são focadas na(o) docente, desta forma, passaram todos esses horários em sua maioria sentados, ouvindo explicações e realizando cópias.

Tal tema, aulas predominantemente expositivas, é recorrente nas reuniões que envolvem os discentes. Demonstrem o descontentamento, por meio de suas falas e, principalmente, pela falta de motivação na realização das atividades comuns da escola. Contudo, encontrei quase sempre, os discentes interessados. Todavia esse interesse ia se perdendo à medida que o tempo passava e o horário de ir para casa se aproximava.

Contudo, um outro aspecto da metodologia é que a atenção dos discentes era sempre estimulada por modificações nas ferramentas utilizadas. Enquanto nas demais salas a metodologia expositiva mantinha a atenção constante de uns poucos enquanto perdia o foco de alguns irremediavelmente até que os conteúdos da aula tivessem sido expostos, mantínhamos um grupo de discentes que hora demonstravam interesse, hora dormiam.

Em específico, trabalhamos com ferramentas que pudessem aproximar a realidade tecnológica em que os discentes estão inseridos e a sala de aula. Tais ferramentas foram sempre gratuitas e nenhum dos discentes apresentou dificuldade em sua obtenção e utilização. Muitas vezes indo além do que esperado para ser trabalhado naquelas situações de ensino e de aprendizagem.

Pudemos tratar com objetos físicos ao invés de representações feitas no quadro, possibilitando uma mudança significativa na adesão dos discentes enquanto produziam olhares intensos e realizavam questionamentos e explicações.

Em contraponto, obtivemos situações em que a visualização microscópica demandava também de materiais que fossem além de representações no quadro. Utilizamos simulações que possibilitavam a visualização de uma forma interativa, o que reintegrava até os discentes mais perdidos, enquanto que a simples descrição e desenho nas outras turmas não surtia efeito minimamente semelhante com os discentes que por algum motivo tinham perdido o foco.

Nas situações em que tratamos de conhecimentos que demandavam um aporte matemático, tivemos aulas semelhantes tanto na turma experimental como nas duas turmas controle, com exceção da forma que os exemplos eram abordados. Apesar destes exemplos, terem em ambos os casos, sido retirados do livro didático, na turma experimental utilizamos de simulações que permitiam a visualização das linhas de campo magnético e suas alterações quando modificávamos os parâmetros.

Nas turmas controle o exemplo era lido e resolvido no quadro, fazendo toda a análise necessária para compreensão das modificações no vetor indução magnética

ao alterarmos alguma das variáveis. Neste aspecto, também tivemos uma maior interação com os discentes ao pedirmos que resolvessem os exemplos antes de serem debatidos no grande grupo.

Em debate, fomentávamos a discussão sobre qual das repostas estava correta, fazendo assim com que os discentes explicassem uns aos outros seus pontos de vista. Por fim, caso fosse necessário, íamos ao quadro retirar alguma dúvida restante ou recapitular a resolução.

Utilizamos também da modificação da rotina através da ocupação de outros espaços como a biblioteca e o auditório. Ficando perceptível a modificação da postura dos discentes ao sentarem em outras cadeiras e em modificar as configurações da própria sala. Percebemos que a modificação de ambiente, mesmo que a metodologia tivesse uma constância, já produziu um bem-estar, que refletiu durante o resto da aula.

Ao tratarmos das listas de exercício, optamos pela resolução em sala de aula a fim de evitar a cópia das soluções, mesmo significando uma demanda maior do tempo disponível de sala de aula. Adotamos por tal forma de resolução em ambas as turmas (controle e experimental).

Por fim, as atividades experimentais foram cumpridas, com um grande empenho em todas as turmas. Os pontos negativos giram em torno de grupo não trazerem os materiais necessários para realização das aulas de laboratório. Como optamos, nesta unidade por experimentos que deveriam ser reproduzidos a partir de roteiros pré-determinados, muitas vezes o experimento podia ser realizado com materiais comuns.

Um possível acréscimo a esta metodologia reside nas atividades experimentais: construção de outros tipos de laboratórios (abertos, semiabertos, etc.). Por optarmos por simplificar a metodologia para que ela não precisasse de muito tempo extraclasse do docente, ficamos com a reprodução de experimentos encontrados em livros.

Em relação ao simulado, este feito basicamente quando metade das aulas haviam sido concretizadas, nos levou a uma situação de alerta. Em todas as três turmas a média de acertos ficou entre uma e duas questões de um total de cinco, abaixo da média esperada. Pontuando cada questão com 0,8 décimos, obtivemos em ordem decrescente o seguinte resultado: 1,7 (TURMA L) 1,4 (TURMA U) e 1,2 (TURMA A). Sendo a TURMA U a experimental.

Com tais resultados, foram necessárias atividades de reensino, as quais foram iniciadas com uma conversa sobre as principais habilidades que seriam necessárias para realizar tais questões. Em seguida, observamos que em todas as turmas houve mais dificuldade em interpretar as questões do que em compreender os conhecimentos que eram necessários para tal ação.

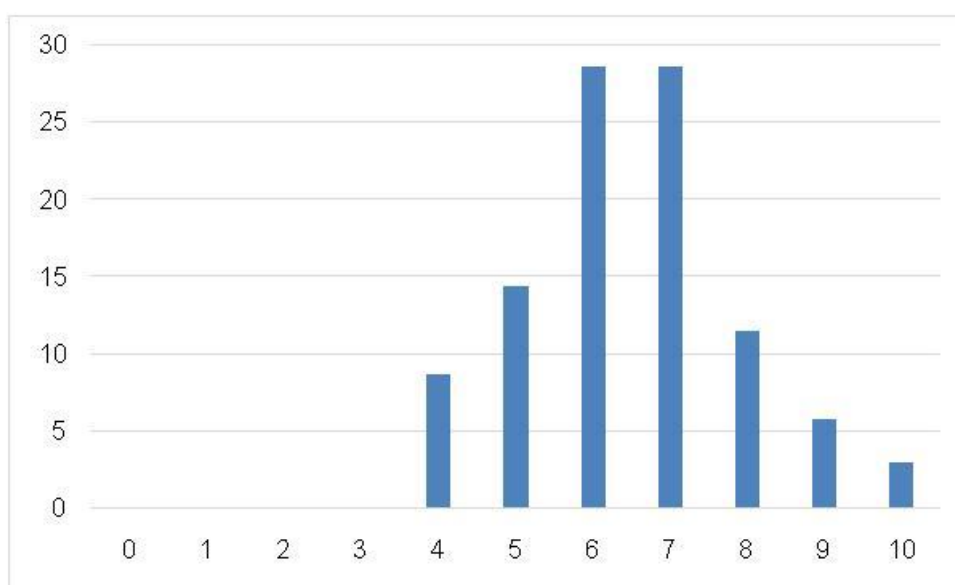
Visto isso, foram trabalhadas mais questões e debatido sobre como resolver problemas de física dando enfoque na interpretação das perguntas e em extrair informações dos textos para compor suas argumentações. As questões utilizadas no simulado estão no Apêndice G.

Para fecharmos as atividades e podermos comparar os resultados com o teste da unidade anterior produzimos um teste que se encontra também no Apêndice D. Os testes foram selecionados focando nas questões que envolviam competências e habilidades trabalhadas em todas as turmas.

Em relação ao teste, tivemos cinco questões que envolviam conhecimentos que estavam na primeira metade das aulas e as outras cinco da segunda metade. Apenas nesta segunda metade que se faziam necessárias as habilidades matemáticas.

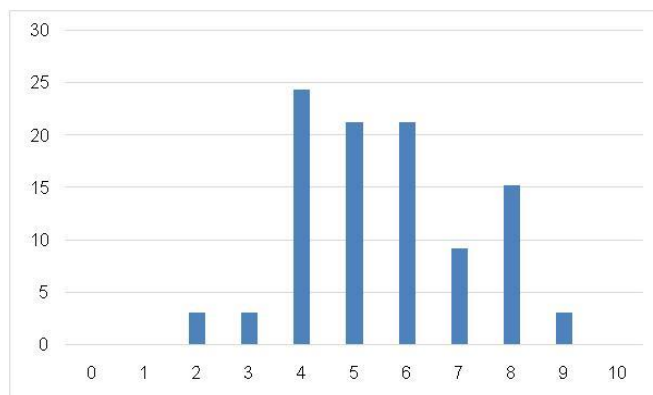
Na Figura 16 observamos o número de questões acertadas pelos discentes da Turma Experimental (Turma U).

Figura 16 - Porcentagem de discentes em relação ao número de questões acertadas por eles, Turma Experimental (TURMA U).



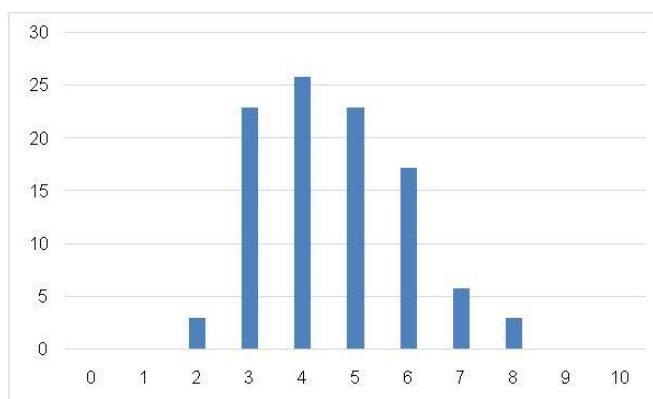
A Figura 17 apresenta o número de questões acertadas pela Turma A, uma das turmas controle.

Figura 17 - Porcentagem de discentes em relação ao número de questões acertadas por eles, TURMA A.



A Figura 18 apresenta o número de questões acertadas pela Turma L, a outra turma controle.

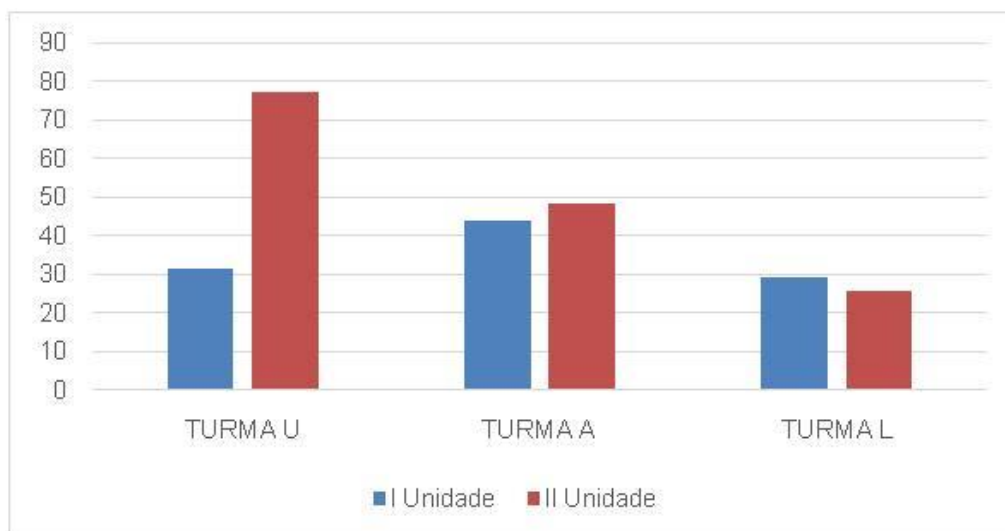
Figura 18 - Porcentagem de discentes em relação ao número de questões acertadas por eles, TURMA L.



Esses resultados revelam que a Turma Experimental (TURMA U) teve um desempenho bastante significativo, foi a única turma que nenhum discente acertou menos que quatro questões e também a única em que eles acertaram mais que nove questões.

Por fim, fazemos um comparativo entre os resultados obtidos entre as turmas e entre seus próprios resultados na unidade anterior, ou seja, como evolui o desempenho entre a Unidade I e a Unidade II para a Turma Experimental (Turma U) e as Turmas Controle (Turma A e Turma L), Figura 19.

Figura 19 - Relaciona a porcentagem de discentes que tiraram seis ou mais nos testes.



O resultado observado na Figura 19 demonstra a efetividade da metodologia utilizada na Turma Experimental (Turma U) sobre a aprendizagem. De cerca de 30% dos discentes da Turma Experimental que obtiveram nota seis ou superior na Unidade I, esse número sobe para quase 80% deles com esse aproveitamento. Por outro lado, nas Turmas Controle esse número praticamente não se altera, ficando entre 40 e 50% para a Turma A e entre 20 e 30% para a turma L. O que demonstra que praticamente não se desenvolve aprendizagem para além daquela que já era “possível” nas turmas cuja metodologia é centrada no docente.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Ensino de Física, como todas as áreas da Ciência, está em constante modificação. E ao longo dos anos, resultados de pesquisas nos mostraram que as metodologias utilizadas até então, estavam perdendo sua eficácia. Os discentes perderam a motivação, as aprendizagens não eram significativas, as demandas da sociedade não estavam sendo supridas e a compreensão do mundo ao seu redor e a atuação sobre este estava deslocada da realidade.

Nesse sentido, a metodologia aplicada nos mostrou ser bastante significativa. Mesmo que não pudesse ser medida, o acompanhamento destes quase seis meses, possibilitou uma análise da motivação dos discentes. Além de um comparativo entre turmas que não tiveram contato com esta metodologia.

Houve uma enorme diferença, entre o interesse dos discentes, quando a metodologia ativa proporcionava situações diversas de interação com os conteúdos de Física (na Turma Experimental) e quando, este mesmo conteúdo, era apresentado de forma passiva (nas Turmas Controle).

Sabemos que para a devida aprendizagem significativa é necessário que os discentes queiram aprender. Desta forma, a presente metodologia cumpriu com seu papel ao proporcionar situações de ensino e de aprendizagem potencialmente significativas. Juntando ambas as duas condições necessárias, possibilitamos uma aprendizagem potencialmente significativa.

Um outro problema que o Ensino de Física enfrenta, são os discentes perceberem uma Física que funciona na escola, mas está distante da sua realidade. Os modelos que explicam os fenômenos físicos precisam ser compreendidos, aplicados numa realidade concreta, apesar de controladas as suas variáveis e analisando seus limites e validades.

Para tal, precisamos utilizar de situações concretas e conectadas com o cotidiano escolar e as vivências dos discentes. Possibilitando uma conexão entre os conhecimentos construídos seguindo a lógica científica e a realidade concreta, na qual estes discentes testam suas próprias hipóteses sobre o funcionamento do mundo.

Desta forma, nossa metodologia contribuiu bem para a produção de situações que envolvessem exemplos do cotidiano e sempre que possível trouxemos materiais concretos. A interação foi maximizada e mediada principalmente pelos sentidos. Mostrando simulações, demonstrações com experimentos etc.

Outro aspecto que as metodologias ativas utilizam vem da nossa sociedade: ferramentas tecnológicas. Temos uma geração de discentes que nasceu imersa na tecnologia e não utilizá-la, causa um deslocamento também nas relações educacionais para com o mundo fora do “ambiente escolar”.

Com a utilização destas ferramentas, percebemos o engajamento dos discentes. Uma grande aderência em relação a curiosidade de interagir com as simulações, além da autonomia para pesquisar e estudar da maneira e na velocidade que lhes fosse mais confortável.

Neste aspecto em específico, nossa metodologia teve um obstáculo: os discentes estavam acostumados com a tecnologia, mas nunca tinham usado as ferramentas (simulações e Google Forms). Além disso, alguns não tiveram acesso à Internet. Impedindo uma análise completa das impressões dos discentes.

Logo, esperamos que a utilização desta metodologia seja acompanhada por um levantamento da possibilidade de acesso a estes meios. Caso seja necessário, construir um canal que possibilite aos discentes o acesso. Por exemplo, separar um determinado horário para que acessem um laboratório de informática ou outra área da escola que possua acesso a Internet. Tudo isso, de forma a permitir que o QC seja respondido com antecedência suficiente para dar tempo da construção das aulas baseadas no resultado das respostas obtidas.

Em relação específica ao magnetismo, observamos algumas dificuldades comuns, principalmente em relação a representação das linhas de campo magnético, visto da sua tridimensionalidade. Novamente, a utilização de softwares permitiu uma melhor compreensão de tais conceitos e representações, o que foi observado na realização das fichas de exercício, onde a Turma Experimental (TURMA U) teve maior facilidade na resolução de questões que envolviam estes temas.

Por fim, em relação aos resultados quantitativos observamos que a proposta de construção de planos de aula baseados em metodologias ativas, possibilitou uma diferença considerável entre as turmas Experimental e Controle. Observamos pela Figura 19 que, ao serem submetidas aos mesmos exames, a Turma Experimental (TURMA U) teve um aproveitamento cerca de 150% superior em relação ao teste aplicado na primeira unidade, enquanto que nas Turmas Controle esse aproveitamento é de cerca de 10%, positivo para a Turma A e negativo para a Turma L.

Asseguramos que estes testes fossem aplicados ao mesmo tempo, nas duas unidades. E na primeira unidade nenhuma das turmas conseguiu atingir os 50% de discentes na média (6,0 pontos) ou acima. Com a utilização da metodologia ativa conseguimos atingir quase os 80% de discentes na média ou acima na Turma Experimental, enquanto que nas Turmas Controle continuaram sem atingir os 50%.

Consideramos, que a nossa proposta tem bons indicativos de que pode melhorar o Ensino de Física. Com o auxílio de outros docentes poderemos expandir e corrigir os aspectos que num primeiro momento não percebemos. E é isso que esperamos com o presente trabalho, divulgá-lo primeiramente na Escola que foi campo de estudo, fomentando a utilização desta metodologia em outras áreas.

Tentaremos aprimorar a utilização destas ferramentas educacionais, para produzir uma metodologia cada vez mais eficiente e motivadora, possibilitando novos resultados para serem analisados. Por fim, aplicar a metodologia em todas as turmas na próxima unidade para analisar se esta vai surtir o mesmo efeito em todas as turmas com conteúdos diversos.

REFERÊNCIAS

ALVES, Vagner Camarini; STACHAKA, Marilei. **A importância de aulas experimentais no processo ensino aprendizagem em física: “eletricidade”**. In: XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA. Rio de Janeiro – RJ: 2005.

ARAUJO, Ives Solano; MAZUR, Eric. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 30, n. 2. p. 362-384. ago. 2013.

ASSIS, Alice; TEIXEIRA, Odete Pacubi Baierl. Algumas reflexões sobre a utilização de textos alternativos em aulas de física. In: **IV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**. São Paulo – SP: ABRATEC, nov, 2003.

BACICH, Lilian; MORAN, José. Aprender e ensinar com foco na educação híbrida. **Revista Pátio**. n. 25, junho, 2015. p. 45-47.

BATISTA, Michel Corci; FUSITANO, Polónia Altoé; BLINI, Ricardo Brugnolle. Reflexos sobre a Importância da Experimentação na Física. **Acta Scientiarum. Ciências Humanas e Sociais**. 2009.

BRASIL no Pisa 2015: análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros. São Paulo – SP: Fundação Santillana, 2016.

BRASIL. Lei nº 11.738, de 16 de julho de 2008. Regulamenta a alínea “e” do inciso III do caput do art. 60 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias, para instituir o piso salarial profissional nacional para os profissionais do magistério público da educação básica. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11738.htm>. Acesso em: 4 de março de 2018.

DENIS, Ricardo Cardoso. Design, cultura material e fetichismo dos objetos. **Arcos**. v. 1. 1998. Disponível em: <<https://almodotblog.files.wordpress.com/2017/04/design-cultura-material-e-fetichismo-dos-objetos.pdf>>. Acesso em: 15 de abril de 2018.

ETE PROFESSOR JOSÉ NIVALDO PEREIRA RAMOS. **Técnico em Redes de Computadores**: Plano de Curso. Pernambuco, 2012.

FREIRE, P. Educação "bancária" e educação libertadora. In: PATTO, Maria H. S. **Introdução à psicologia escolar**. 3ª Ed. São Paulo – SP, Casa do Psicólogo, 1997. p. 61-81.

GARCIA, Regina Leite. Para quem investigamos – para quem escrevemos: Reflexões sobre a responsabilidade social do pesquisador. In: _____. **Para quem pesquisamos para quem escrevemos: o impasse dos intelectuais**. 3ª Ed. São Paulo – SP: Editora Cortez, 1995.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 9º Ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

INEP/MEC divulgam resultados do Enem 2017 e anunciam calendário do exame em 2018. Disponível em <http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/inep-mec-divulgam-resultados-do-enem-2017-e-anunciam-calendario-do-exame-em-2018/21206>. Acesso em: 12 de agosto de 2018.

KRAPAS, Sonia. Livros Didáticos: Maxwell E A Transposição Didática Da Luz Como Onda Eletromagnética. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 28, n. 564 3: p. 564-600, dez. 2011.

LUCKESI, C. C. Avaliação da aprendizagem... mais uma vez. **Revista ABC EDUCATIO**, nº 46, junho de 2005, páginas 28 e 29.

MARTINI; SPINELLI, W; REIS, H. C; SANT'ANNA, B. **Conexões com a Física**. 3ª Ed. São Paulo: Moderna, 2016.

MARTINS, Catarina Fernandes. **Quando a escola deixar de ser uma fábrica de alunos**. Disponível em: <<https://www.publico.pt/2013/09/01/jornal/quando-a-escola-deixar-de-ser-uma-fabrica-de-alunos-27008265>>. Acesso em: 23 de julho de 2018.

MOREIRA, Marco Antônio. ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? **Qurrriculum**, n. 25. 2012. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>>. Acesso em: 18 de março de 2018.

MOREIRA, Marcos A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. 1ª Ed. São Paulo – SP: Livraria da Física, 2012.

MÜLLER, Maykon Goçalves; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angelo; SCHELL, Julie. Uma revisão da literatura acerca da implementação da metodologia interativa de ensino *Peer Instruction* (1991 a 2015). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 3. fev. 2017.

MÜLLER, Maykon Gonçalves; BRANDÃO, Rafael Vasques; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. Implementação do método de ensino *Peer Instruction* com o auxílio dos computadores do projeto “UCA” em aulas de física do ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 29, n. Especial 1. p. 491-524. set. 2012.

NOGARO, Arnaldo; GRANELLA. O erro no processo de ensino e aprendizagem. **Revista de Ciências Humanas**. v. 5, n. 5, 2004.

OLIVEIRA, Rivalia Almeida de; SILVA, Ana Paula Bispo da. História da ciência e ensino de física: uma análise meta-historiográfica. In: **Temas da história e filosofia da ciência no ensino**. PEDUZZI, Luiz O. Q.; MARTINS, André Ferreira P.; FERREIRA, Juliana MesquitaHidalgo. Natal – RN: EDUFRN, 2012. p. 41 – 63.

OLIVEIRA, Tobias Espinosa de; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. Sala de aula invertida (flipped classroom), inovando as aulas de física. **Física na Escola**. v. 14, n. 2, 2016.

OLIVEIRA, Vagner; VEIT, Eliane Angela; ARAUJO, Ives Solano. Relato de experiência com método Ensino sob Medida (*Just-in-Time Teaching*) e Instrução por Colegas (*Peer Instruction*) para ensino de tópicos de eletromagnetismo no ensino médio. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 32, n. 1: p. 180-206, abr. 2015.

PEREIRA, Bôscoli Barbosa. Experimentação no Ensino de Ciências e o Papel do Professor na Construção do Conhecimento. **Cadernos da FUCAMP**. v. 9, n. 11, 2010.

PERFIL PARLAMENTAR. **Alepe**. Disponível em: <<http://www.alepe.pe.gov.br/parlamentar/professor-paulo-dutra/>>. Acesso em: 13 de agosto de 2019.

PESSOA, Manoel Felix. **Docentes exitosos: uma análise sobre a prática docente do curso de Física Licenciatura da UFPE-CAA**. 2017. 115 f. Monografia (Física Licenciatura). Núcleo de Formação Docente, Universidade Federal de Pernambuco – Centro Acadêmico do Agreste.

RICARDO, Elio Carlos. Problematização e Contextualização no Ensino de Física. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino de Física**. São Paulo – SP: Cengage Learning, 2010. p. 29 – 47.

SANTOS, Emerson Izidoro dos; PIASSI, Luís Paulo de Carvalo. Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de física: uma experiência em formação continuada. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA. Jaboticatubas, Minas Gerais, 2004. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Emerson_Izidoro/publication/266075202_Atividades_Experimentais_de_Baixo_Custo_como_Estrategia_de_Construcao_da_Autonomia_de_Professores_de_Fisica_Uma_Experiencia_em_Formacao_Continuada/links/5d0530b7458515b055d54e0d/Atividades-Experimentais-de-Baixo-Custo-como-Estrategia-de-Construcao-da-Autonomia-de-Professores-de-Fisica-Uma-Experiencia-em-Formacao-Continuada.pdf>. Acesso em: 30 de janeiro de 2019.

SANTOS, Madge Bianchi dos. **Uma sequência didática com os métodos Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) e Ensino sob Medida (Just-in-time Teaching)**. 2016. 174 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

SANTOS, Robson Jose dos; SASAKI, Daniel G.G. Uma metodologia de aprendizagem ativa para o ensino de mecânica em educação de jovens e adultos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11173731955>>. Acesso em: 14 de setembro de 2018.

SANTOS, William de Sant'Anna dos Santos. **Métodos Ativos de Aprendizagem Aplicados em Aulas de Física do Ensino Médio**. 2017. 95 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, 2017.

SAVIANI, Demerval. **Escola e Democracia**. Edição Comemorativa. Campinas: Autores Associados, 2008.

SILVA, Cibelle Celestino; PIMENTEL, Ana Carolina. Uma Análise Da História Da Eletricidade Presente Em Livros Didáticos: O Caso De Benjamin Franklin. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 25, n. 1: p. 141-159, abr. 2008.

SILVA, Karen Cristina Jensen Ruppel da; BOUTIN, Aldimara Catarina Brito Delabona. A Influência Do Escolanovismo nas Propostas de Educação em Tempo Integral no Brasil. **XII Congresso Nacional de Educação**. Curitiba, PR. 2015.

TEIXEIRA, G. P. Flipped classroom: um contributo para a aprendizagem da lírica camoniana. 2013. 167 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Sistemas de E-Learning) – Universidade Nova Lisboa, Lisboa, Portugal. Disponível em: <http://run.unl.pt/bitstream/10362/11379/1/29841_Teixeira_FlippedClassroom_LiricaCamoniana.pdf>. Acesso em 10 abril 2018.

TOZONI-REIS, Marília Freitas de Campos. Temas ambientais como “temas geradores”: contribuições para uma metodologia educativa ambiental crítica, transformadora e emancipatória. **Educar**, Curitiba, n. 27, p. 93-110, 2006. Editora UFPR. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/25814/1/S0104-40602006000100007.pdf>>. Acesso em: 16 de abril de 2019.

VALENTE, José Armando. **Aprendizagem ativa no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida**. Disponível em: <https://www.pucsp.br/sites/default/files/img/aci/27-8_aguardar_proec_textopara280814.pdf>. Acesso em: 27 de agosto de 2018.

APÊNDICE A – METODOLOGIA ATIVA EM CINCO PASSOS PARA O ENSINO DE MAGNETISMO

No Capítulo 5, tratamos da Proposta Metodológica e de maneira geral, explicitamos como poderíamos utilizá-la. Neste Apêndice, iremos exemplificar os cinco passos, mostrando possibilidades de se utilizar tais metodologias condensadas nestes cinco passos.

1. Estímulo

Apresentar alguma ferramenta que motive os discentes, forçando-os a saírem da sua zona de conforto e imprimindo neles situações que causem estranheza. Levando-os a questionamentos sobre fenômenos reais ou situações hipotéticas.

O objetivo deste passo é gerar o interesse por buscar, autonomamente, explicações para fenômenos, físicos ou não. Apesar disso, as ferramentas escolhidas devem ter uma conexão direta com os conteúdos que esperamos trabalhar. Mesmo que para os discentes, tal conexão não seja clara.

Aqui escolhemos um experimento visualmente atrativo ou que possibilite questionamentos sobre as leis que regem este fenômeno. Além do experimento, podemos usar simulações, filmes, desenhos, vídeos do Youtube, uma história, ou seja, qualquer ferramenta que possibilite os objetivos descritos anteriormente.

É importante observar que aqui, primaremos por seleção de estímulos de curta duração. Visto que este estímulo, caso não possa ser feito em sala pode ser enviado por algum canal virtual. Sendo interessante que haja este canal, de maneira completamente funcional, antes de iniciarmos a metodologia.

Para exemplificarmos, em relação aos experimentos:

- Site da UNESP: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>
- Livro *A Física Através de Experimentos I, II e III*, 1ª Ed. de Jucimar Peruzzo.
- Site do Manual do Mundo:
<http://www.manualdomundo.com.br/category/experiencias-e-experimentos/experiencias-e-experimentos-de-fisica/>

Em relação às simulações, sabemos que seu desenvolvimento demanda um conhecimento técnico e desta forma é interessante visitar os ambientes:

- Site do PHET: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics
- Site de simulações que também podem ser baixadas no Android ou IOS: <https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=pt>
- Site Só Física: <https://www.sofisica.com.br/simulacoes.php>
- Laboratório Virtual, disponibilizado pela Pearson: <http://virtuallab.pearson.com.br/Laboratorios/Fisica>

Em relação aos vídeos, podemos construí-los e enviá-los pelas redes sociais de fenômenos do cotidiano ou buscar alguns já produzidos:

- Podemos pesquisar vídeos no Youtube sobre os fenômenos que desejarmos.
- Manual do Mundo: https://www.youtube.com/channel/UCKHhA5hN2UohhFDfNXB_cvQ
- Canal do Schwarza: <https://www.youtube.com/user/poligonautas>
- Mago da Física: <https://www.youtube.com/user/amadeu1000>
- MinutePhysics: <https://www.youtube.com/user/minutephysics>
- Nerdologia: <https://www.youtube.com/user/nerdologia>

Em relação a filmes e desenhos sugerimos que os docentes construam sua própria lista à medida que assistam. Contudo, caso tenham interesse em listas prontas é possível encontrar indicações:

- Em sites como: <https://blog.uceff.edu.br/5-filmes-sobre-fisica-que-todo-aluno-deveria-assistir/>
- Ou em artigos: http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=ard&cod=_afisicanosfilmesdeficcaoeticasumapropostademo

Ao tratarmos de histórias, estávamos englobando livros e sites de divulgação científica ou de outros assuntos, mas que pudessem ser analisados a luz da Física:

- Histórias de Sherlock Holmes, de Sir Arthur Conan Doyle
- Sites como: <https://hypescience.com/> e <https://efisica.atp.usp.br/home/>

2. Temas

Escolher os temas geradores que irão ser estudados previamente pelos discentes e quais não. Levando em consideração a inserção da Física Moderna e adequando sua compreensão da Física, enquanto docente, com as demandas da comunidade escolar.

Caso o currículo não seja flexível e os docentes não possuam autonomia para modificá-lo e adaptá-lo, estes temas já estarão prontos. Cabe ao docente apenas especificar e dedicar mais tempo para os conteúdos que achar importante. Junto a eles, expor as funções que servirão como ferramenta para as próximas etapas.

É importante frisar que ao construir estes Temas, não devemos apenas pegar o programa curricular e dividi-lo em unidades. Aqui é necessário estar ciente da responsabilidade enquanto docente de analisar quais Temas serão tratados e quais as competências e habilidades espera-se que os discentes desenvolvam durante este período. Lembrando que uma boa estratégia para fomentar a sala de aula invertida, ou seja, a busca e estudo do assunto pelos discentes antes da aula, é utilizar de situações problema que instigam a curiosidade sobre o assunto.

3. Questionário Conceitual (QC)

Construir um questionário em uma plataforma digital para que seja resolvido antes da aula pelos discentes. Estas plataformas digitais podem ser variadas: enquetes no Instagram, no Facebook ou formulários do Google. Mas em ambas as situações, precisamos obter os dados das respostas num período hábil para a finalização da próxima etapa.

Em relação ao Facebook e o Instagram, o Formulário do Google tem algumas vantagens: produz gráficos de cada pergunta, mostra o resultado individual dos discentes etc. Em resumo, possibilita uma análise estatística mais simples. A vantagem destas redes sociais é que normalmente os discentes tem acesso a elas e a interação é feita numa linguagem mais próxima deles.

As questões devem ser construídas com múltiplas escolhas para que as suas resoluções sejam enviadas e quantizadas para que seja melhor direcionado o próximo passo. Estas questões podem ser construídas ou podem ser adaptadas de livros como o Física Conceitual, de Paul Hewitt. Que ao final de cada capítulo apresenta questões conceituais de revisão.

4. Discussão sobre os temas

Na discussão dos temas precisamos levar em consideração as respostas do item anterior para construir uma metodologia adaptada as principais dificuldades da turma, ou seja, o Ensino sob Medida. Mesmo que um planejamento das aulas seja feito anteriormente, precisamos revisitá-lo e adaptá-lo.

Precisamos construir situações que estejam norteadas pelos principais problemas que o Ensino de Física enfrenta, que tratamos no Capítulo 2 da Dissertação. Desta forma, mesmo que uma situação de ensino e de aprendizagem possa ser potencialmente significativa sem tratar de História e Filosofia da Ciência, é necessário inserir esses tópicos sempre que possível. Na expectativa de auxiliar a construção de uma imagem da Ciência de forma macroscópica.

Um outro norteador é inserir situações que modifiquem os *status quo* da sala. Intercalando exposições, com resolução de exemplos, com demonstrações experimentais, com reflexões acerca da sociedade, da tecnologia entre outros, incluindo nessas estratégias a Instrução pelo Colega.

5. Lista de Exercício

A Lista de Exercícios deve ser produzida levando em consideração uma evolução na dificuldade dos exercícios. Indo sempre do mais fácil para o mais difícil. E levando em consideração as demandas da comunidade escolar. Em todos os livros de Física, podemos encontrar questões problemas que auxiliem o docente a construir tais listas.

Podem ser realizadas em grupos, para fomentar o debate e a instrução pelos próprios discentes (*Peer Instruction*). Podemos também fazer testes para serem resolvidos individualmente, com toda a sala, em formato de gincana etc. Aqui esperamos colocar os conhecimentos construídos em teste para que seja possível indicar e reensinar alguns conteúdos.

APÊNDICE B – PLANO DE AULA II UNIDADE (METODOLOGIA ATIVA)

Inicialmente os conteúdos, competências e habilidades foram escolhidos baseando-se no currículo proposto pela Secretaria de Educação do Estado para as escolas técnicas.

Conteúdos:

1. Força Magnética.
2. Polos Magnéticos.
3. Campo Magnético.
4. Corrente Elétrica e Campos Magnéticos.
5. Eletroímã.
6. Motores Elétricos.
7. Campo Magnético Terrestre.
8. Biomagnetismo.

Objetivos:

C45: Identificar regularidades, associando fenômenos que ocorrem em situações semelhantes para utilizar as leis que expressam essas regularidades na análise e previsões de situações do dia-a-dia. Assim, por exemplo, compreender que variações de correntes elétricas estão associadas ao surgimento de campos magnéticos pode possibilitar, eventualmente, identificar possíveis causas de distorção das imagens de tevê ou causas de mau funcionamento de um motor.

H129: Representar graficamente as linhas de indução de um ímã e do Planeta Terra.

C46: Compreender a importância científico-tecnológica da força magnética sofrida por uma carga elétrica lançada em meio a um campo magnético.

H131: Reconhecer e a direção e o sentido da força magnética sobre uma carga elétrica ou fio condutor retilíneo em meio a um campo magnético.

Local: Quadra, Sala de Aula e Ambientes Virtuais.

Recursos: Projetor, Experimentos, Globo Terrestre, Piloto, Quadro, Notebook, Simulações, Caixa de som, Facebook, Documentários, Filmes, E-mail e WhatsApp.

Situações de Ensino Aprendizagem:

Estímulo: Experimento de Oersted, livro Física Através de Experimentos III.

Temas: Quem, e em que cenário, descobriu a interação entre eletricidade e magnetismo? De onde vem a força magnética com que os ímãs atraem as coisas? Quais são os polos do ímã? Como eles interagem entre si? O que produz um campo magnético (Microscopicamente falando)? Cite exemplos. Deixar um ímã cair no chão duro interfere em seu campo magnético? Como funcionam os eletroímãs e onde podemos encontrá-los? Quais os componentes de um motor elétrico? A Terra é um grande ímã. Descreva como os polos magnéticos da Terra mudam com o tempo. Cite seis criaturas que possuem minúsculos ímãs no seu corpo.

Questionário Conceitual: Resolução em casa a partir do link no *Google Forms*.

Discussão sobre os Temas: Debater sobre as pesquisas realizadas utilizando a dinâmica: Sentados em círculo, colocarão seus cadernos em cima das bancas. Após o docente sortear quem iria ler a pesquisa, este discente irá ler a pesquisa feita pelo colega a sua esquerda. Em seguida, fará pontes com o que ela própria pesquisou. Além disso, foram introduzidos os temas formalmente e resolvidos exemplos necessários de cada um desses conceitos. Dividir a sala em grupos de no máximo cinco integrantes e sortear os experimentos para cada equipe. Esta deve trazer nas próximas quatro aulas de laboratório o passo a passo do experimento.

Temas mais aprofundados:

Introdução – Fazer um apanhado histórico sobre os conhecimentos que iremos aprender (Os gregos, Gilbert e a confecção de ímãs e Oersted e a descoberta da influência da corrente elétrica no ímã) em formato de teatro.

Força Magnética – Em analogia a força elétrica que estudamos os físicos descobriram um outro tipo de força, a força magnética. Esta surge da interação

dos ímãs com outros ímãs ou com materiais cujos ímãs conseguem atrair/repelir.

Polos Magnéticos – Levar ímãs para demonstrar a existência dos polos e a lei da atração e repulsão dos polos. Debatendo a semelhança acerca da lei que rege a interação elétrica, mas deixando claro a diferença principal: não existem monopolos magnéticos. Junto a isso, levar um ímã de geladeira e debater sobre como são formados e relacionar com a força magnética e sua característica de perder intensidade com a distância.

Campos Magnéticos – Pedir que baixem o aplicativo Física na Escola (Campo magnético - Ímã) e usar no projetor a simulação do Phet (Ímãs e Bússolas) para fazer uma análise do campo magnético. Relembrando os termos do campo elétrico faremos apenas as modificações necessárias, visto que não foram encontrados monopolos magnéticos. Tratar microscopicamente de onde vem os efeitos que observamos utilizando o conceito de spin. Para tal, exemplificar sobre o átomo de ferro que possui 4 elétrons alinhadas para cada átomo. Tratar macroscopicamente, fazendo analogia a geografia e ao mapa do Brasil com o globo terrestre.

Correntes Elétricas e Campos Magnéticos – Utilizar a simulação do Phet (Ímãs e Eletroímãs) para demonstrar a relação descoberta por Oesterd entre a corrente elétrica e o campo magnético gerado. Explicar em termos do Spin do elétron. Diagramar as duas situações principais: quando de um fio comprido, de uma espira e um solenoide.

Eletroímãs – Sendo basicamente explicado anteriormente esta seção servirá apenas para reforço técnico do tema. Mostrando como fazer um eletroímã e como potencializá-lo. Além de suas aplicações em ferros-velhos, em aceleradores de partículas, em estações de energia etc.

Motores Elétricos – Mostrar a construção de um motor simplificado para exemplificar seu funcionamento usando um esquema em uma imagem. Tratar sobre sua importância em nossa sociedade citando que é visto como uma das maiores invenções da humanidade.

O Campo Magnético terrestre – refletir sobre o fato de que a Terra é um gigantesco ímã e de como uma bússola não encontraria exatamente o polo norte visto a declinação magnética. Junto a isso, tratar de onde vem o campo magnético terrestre e das evidências que mostram que o campo magnético

terrestre muda com o tempo. Além dele, o do Sol também muda, contudo, com um dado interessante: a mudança ocorre a cada 22 anos. Neste momento passa o vídeo do Nerdologia – Inversão dos polos magnéticos. Fazendo referência aos raios cósmicos e a influência desse fenômeno em nossas vidas.

Biomagnetismo – Entregar uma pesquisa feita sobre magnetismo nas aves, levando-os para a biblioteca para lerem e posteriormente lerem em grupo.

Em sequência, serão resolvidas as listas de exercício baseadas em questões do livro didático/Física Conceitual em grupos e o simulado com todas as disciplinas da base comum.

Lista de Exercício: Física conceitual (Cáp.24 Q. E.2, 3, 4, 7, 9, 12, 17, 19, 24, 35 e 38) Livro didático (Cáp. 10 Q. e Cáp. 11 Q. 1, 2, 3, 5, 7, 9, 12, 14 e 15)

Passo a passo dos experimentos: Após a formação dos grupos, cada um receberá a incumbência de trazer os materiais necessários para realização da experiência. Num segundo momento faremos a experiência em grupo para que seja possível alinhar a explicação dos fenômenos com os conhecimentos científicos. Por fim, haverá uma apresentação para a sala de todas as equipes.

As indicações de experimentos foram retiradas do livro *A Física Através de Experimentos*, 1ª Ed. de Jucimar Peruzzo. Experimentos esses que serão selecionados pelo próprio grupo dentre os 51 que tratam do tema de magnetismo.

Avaliação:

Vistos: 0,0 a 3,0 pontos.

Resolução do Questionário Conceitual: 0,0 a 1,0 pontos.

Listas de Exercício: 0,0 a 4,0 pontos.

Construção e apresentação de experimento: 0,0 a 8,0 pontos.

Simulado: 0,0 a 4,0 pontos.

Prova: 0,0 a 10,0 pontos.

APÊNDICE C – PLANO DE AULA II UNIDADE (METODOLOGIA EXPOSITIVA)

Inicialmente os conteúdos, competências e habilidades foram escolhidos baseando-se no currículo proposto pela Secretaria de Educação do Estado para as escolas técnicas.

Conteúdos:

1. Força Magnética.
2. Polos Magnéticos.
3. Campo Magnético.
4. Corrente Elétrica e Campos Magnéticos.
5. Eletroímã.
6. Motores Elétricos.
7. Campo Magnético Terrestre.
8. Biomagnetismo.

Objetivos:

C45: Identificar regularidades, associando fenômenos que ocorrem em situações semelhantes para utilizar as leis que expressam essas regularidades na análise e previsões de situações do dia-a-dia. Assim, por exemplo, compreender que variações de correntes elétricas estão associadas ao surgimento de campos magnéticos pode possibilitar, eventualmente, identificar possíveis causas de distorção das imagens de tevê ou causas de mau funcionamento de um motor.

H129: Representar graficamente as linhas de indução de um ímã e do Planeta Terra.

C46: Compreender a importância científico-tecnológica da força magnética sofrida por uma carga elétrica lançada em meio a um campo magnético.

H131: Reconhecer e a direção e o sentido da força magnética sobre uma carga elétrica ou fio condutor retilíneo em meio a um campo magnético.

Local: Quadra, Sala de Aula e Ambientes Virtuais.

Recursos: Projetor, Experimentos, Piloto, Quadro, Notebook, Simulações.

Situações de Ensino Aprendizagem: em ambas as aulas fazer uma explanação das definições dos conceitos, seguidas quando necessário por uma descrição matemática e ou exemplificação da aplicação daqueles conceitos.

Passo a passo dos experimentos: Após a formação dos grupos, cada um receberá a incumbência de trazer os materiais necessários para realização da experiência. Num segundo momento, faremos a experiência em grupo para que seja possível alinhar a explicação dos fenômenos com os conhecimentos científicos. Por fim, haverá uma apresentação para a sala de todas as equipes.

As indicações de experimentos foram retiradas do livro *A Física Através de Experimentos*, 1ª Ed. de Jucimar Peruzzo. Experimentos esses que serão selecionados pelo próprio grupo dentre os 51 que tratam do tema de magnetismo.

Avaliação:

Vistos: 0,0 a 2,0 pontos.

Listas de Exercício: 0,0 a 4,0 pontos.

Construção e apresentação de experimento: 0,0 a 8,0 pontos.

Simulado: 0,0 a 6,0 pontos.

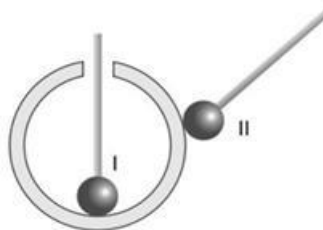
Prova: 0,0 a 10,0 pontos.

APÊNDICE D – TESTES APLICADOS

Teste aplicado no primeiro bimestre.

1. Em uma esfera metálica oca, carregada positivamente, são encostadas esferas metálicas menores, presas a cabos isolantes e inicialmente descarregados. As cargas que passam para as esferas menores, I e II, são, respectivamente:

- a) Zero e negativa.
- b) Zero e positiva.
- c) Positiva e negativa.
- d) Positiva e zero.
- e) Negativa e positiva.



2. Na figura abaixo vemos uma caneta (inicialmente neutra, que foi eletrizada atritando-a com o cabelo) curvar um filete de água. Qual processo de eletrização melhor descreve esta imagem?

- a) Atrito
- b) Indução
- c) Convecção
- d) Contato
- e) Condução



3. Quando falamos em Eletrostática, referimo-nos às cargas elétricas estáticas, ou seja, cargas elétricas paradas. Embora não seja visível, a grande maioria dos materiais do nosso cotidiano é eletricamente neutra, ou seja, não apresenta efeitos elétricos. As mais diversas situações no nosso dia a dia nos mostram que existe eletricidade estática. Nos dias mais secos, por exemplo, ao pentearmos os cabelos, eles ficam um pouco “alvoraçados” em virtude das cargas elétricas.

SILVA, Domiciano Correa Marques da. "Carga elétrica"; Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/fisica/carga-eletrica.htm>>. Acesso em 09 de junho de 2017.

No texto anterior podemos observar a utilização do termo carga elétrica. Tal termo refere-se a um dos conceitos mais importantes para o estudo da eletrostática e consequentemente do eletromagnetismo e para a física de partículas. Ramos da física que possibilitaram o desenvolvimento de inúmeros constructos tecnológicos e para a explicação do Universo, respectivamente. Para tanto, o conceito de carga elétrica e suas propriedades estão corretamente descritos na alternativa:

- a) Carga elétrica é uma propriedade dos corpos que podemos observar que estão eletrizados, apenas. Estando neutro, não apresentam tal propriedade.
- b) Carga elétrica é uma propriedade intrínseca da matéria. Tendo esta, o caráter oposto em partículas diferentes (elétrons e prótons).
- c) Carga elétrica é uma propriedade intrínseca da matéria como a massa. Em alguns experimentos isolados de eletrostática é possível observar que algumas cargas elétricas somem com o tempo, resultando que no final do experimento é possível medir essa diminuição de cargas.
- d) Carga elétrica é definida como uma característica que todos os corpos possuem, mas que só podemos observar em alguns. Neles, quando estão eletrizados positivamente atraem outros corpos que também estão carregados positivamente e repelem os eletrizados negativamente.
- e) Carga elétrica é uma propriedade que nem todos os corpos possuem. Estes que a possuem podem ser utilizados para atrair todas as cargas negativas.

4. A respeito do comportamento dos condutores e isolantes, julgue os itens a seguir como verdadeiros e falsos.

- I. Nas lâmpadas incandescentes de postes o filamento que gera luz é de material supercondutor, visto que estes postes passam muito tempo ligados.
- II. Nos isolantes, os elétrons estão fortemente ligados aos átomos e, por isso, não podem mover-se facilmente.
- III. Os metais são bons condutores elétricos por possuírem elétrons livres em excesso.

- a) I, II e III são verdadeiros.

- b) II é falso.
- c) II e III são verdadeiros.
- d) I e III são verdadeiros.
- e) Todos são falsos.

5. Leia as afirmativas abaixo e julgue-as quanto a (C) certas ou (E) erradas e, em seguida, marque a alternativa correta.

I – O campo elétrico gerado numa região do espaço não depende das características que a carga (carga geradora do campo elétrico) possui.

II – Em torno de uma carga sempre haverá um campo elétrico.

III – O campo elétrico aumenta quanto mais longe se estiver da carga geradora.

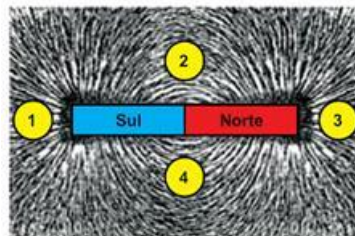
- a) CEC
- b) CCE
- c) ECE
- d) EEE
- e) CCC

6. (Mackenzie-SP-Adaptado) Uma esfera metálica A, eletrizada com carga elétrica igual a $-30\mu C$, é colocada em contato com outra esfera idêntica B, eletricamente neutra. Em seguida, encosta-se a esfera B em outra C, também idêntica, eletrizada com carga elétrica igual a $65\mu C$. Após esse procedimento, as esferas B e C são separadas. A carga elétrica armazenada na esfera B no final desse processo, é igual a:

- a) $25\mu C$
- b) $35\mu C$
- c) $45\mu C$
- d) $55\mu C$
- e) $65\mu C$

Teste aplicado no segundo bimestre.

1. (Unesp) Um ímã em forma de barra, com seus polos Norte e Sul, é colocado sob uma superfície coberta com partículas de limalha de ferro, fazendo com que elas se alinhem segundo seu campo magnético. Se quatro pequenas bússolas, 1, 2, 3 e 4, forem colocadas em repouso nas posições indicadas na figura, no mesmo plano que contém a limalha, suas agulhas magnéticas orientam-se segundo as linhas do campo magnético criado pelo ímã.



Desconsiderando o campo magnético terrestre e considerando que a agulha magnética de cada bússola seja representada por uma seta que se orienta na mesma direção e no mesmo sentido do vetor campo magnético associado ao ponto em que ela foi colocada, assinale a alternativa que indica, correta e respectivamente, as configurações das agulhas das bússolas 1, 2, 3 e 4 na situação descrita.

a)	
b)	
c)	
d)	
e)	

2. Sobre o campo magnético terrestre, assinale a alternativa verdadeira:

- a) O polo norte magnético encontra-se no polo norte geográfico da Terra.
- b) O polo sul magnético encontra-se exatamente no polo norte geográfico da Terra.
- c) O campo magnético terrestre é mais fraco na região dos polos.
- d) O campo magnético terrestre é mais intenso na região dos polos.
- e) O campo magnético terrestre é mais intenso na linha do equador.

3º Ao quebrarmos um ímã ao meio, devemos esperar que:

- a) cada um de seus pedaços torne-se um ímã menor.
- b) um dos seus pedaços seja o polo norte, e o outro, polo sul.
- c) A Lei de Lenz afirma que a corrente elétrica induzida em um circuito ou condutor é tal que o seu campo magnético sempre favorece as variações de campos magnéticos externos.
- d) os seus pedaços fiquem desmagnetizados.

4º Um eletroímã difere de um ímã natural, porque:

- a) é temporário e pode ter sua polaridade invertida;
- b) é permanente e pode ter sua polaridade invertida;
- c) não é temporário, mas pode ter sua polaridade invertida;
- d) é permanente e não pode ter sua polaridade invertida;

5º Uma espira condutora é percorrida por uma corrente elétrica constante, que cria um campo magnético em torno do fio. Podemos afirmar que esse campo magnético:

- a) tem o mesmo sentido da corrente elétrica.
- b) é uniforme.
- c) é paralelo a espira.
- d) aponta para dentro ou fora da espira.
- e) aumenta à medida que a distância em relação ao condutor aumenta.

6º (Uni-Rio/RJ) - Assinale a opção que apresenta a afirmativa incorreta, a respeito de fenômenos eletromagnéticos.

- a) É impossível isolar os polos de um ímã.
- b) Imantar um corpo é fornecer elétrons a um de seus polos e prótons ao outro.
- c) Ao redor de algumas cargas elétricas, existe um campo elétrico e um campo magnético.
- d) Ao esquentarmos um ímã sua magnetização aumenta até estabilizar.
- e) Podemos magnetizar e desmagnetizar um corpo.

7º O eletroímã da figura a seguir é constituído por um núcleo de ferro no interior do solenoide de $0,5\pi$ m de comprimento que apresenta 10000 espiras e é percorrido por uma corrente de 5A. Sabendo que o núcleo de ferro aumenta em 5000 vezes o campo

magnético, a intensidade do campo magnético neste solenoide é de? (Dado: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$)

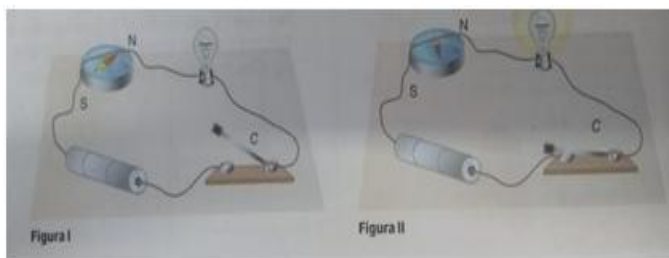
- a) 400T
- b) 200T
- c) 10 T
- d) 500 T
- e) 30 T



8º (Udesc) Considere um longo solenoide ideal composto por 10.000 espiras por metro, percorrido por uma corrente contínua de 0,2 A. O módulo e as linhas de campo magnético no interior do solenoide ideal são, respectivamente:

- a) nulo, inexistentes.
- b) $8\pi \cdot 10^{-4} \text{ T}$, circunferências concêntricas.
- c) $4\pi \cdot 10^{-4} \text{ T}$, hélices cilíndricas.
- d) $8\pi \cdot 10^{-3} \text{ T}$, radiais com origem no eixo do solenoide.
- e) $8\pi \cdot 10^{-4} \text{ T}$, retas paralelas ao eixo do solenoide.

9º Na experiência de Oersted, o fio de um circuito passa sobre a agulha de uma bússola. Com a chave C aberta, a agulha se alinha, como mostra a figura I. Fechando a chave C, a agulha da bússola assume nova posição (fig. II). A que conclusões Oersted chegou com os resultados do experimento?



- a) A bússola deveria estar quebrada e começou a responder quando a corrente passava apenas.
- b) Deve existir alguma interação misteriosa entre a eletricidade e o magnetismo.
- c) Fenômenos elétricos e magnéticos já eram esperados, teoricamente, mas ninguém tinha experimentado um ainda.

- d) Percebeu que a chave era feita de material ferromagnético e que por sua vez atraía a agulha da bússola.

10º Marque a alternativa que melhor representa o vetor indução magnética **B** no ponto P, gerado pela corrente elétrica que percorre o condutor retilíneo da figura abaixo.

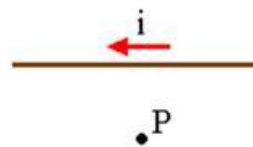
a)  $\vec{B}$

b)  $\vec{B}$

c)  $\vec{B}$

d)  $\vec{B}$

e)  $\vec{B}$



APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO CONCEITUAL SOBRE MAGNETISMO NO GOOGLE FORMS

Diretrizes: Lembrem de respondê-lo com fidelidade aos seus conhecimentos, visto que tais respostas servirão para que a aula seja direcionada para as principais dificuldades apresentadas por vocês. Apenas uma das repostas está correta. Caso estejam confusos, marquem a reposta que vocês acharem "mais correta". Não repassem respostas para as(os) colegas. Fazendo isto estarão fazendo com que a aula seja direcionada para sua dificuldade e não para a dela(e). *Obrigatório

1. Endereço de e-mail
2. Qual seu nome completo?
3. Qual a direção e o sentido do campo magnético num fio retilíneo por onde passa uma corrente?
 - Ao longo do fio, no sentido do positivo para o negativo.
 - Ao longo do fio, no sentido do negativo para o positivo.
 - Ao redor do fio, sempre no sentido horário e anti-horário.
 - Ao redor do fio, as vezes no sentido horário as vezes no anti-horário.
4. O que produz um campo magnético?
 - Apenas os ímãs.
 - Todos os corpos, mas só conseguimos sentir nos ímãs.
 - Todos os ímãs e alguns metais.
 - Os ímãs naturais e materiais em que os encostamos.
5. A interação entre os polos de um ímã parece com a de cargas elétricas? Explique.
 - Não, as cargas elétricas atraem cargas de sinais opostos e o polo de um ímã atrai polos iguais.
 - Sim, quando temos um polo norte separado do polo Sul, ele sempre atrai um polo Sul para perto.
 - Sim, os polos de um ímã sempre atraem o polo oposto.

- Não, os polos de um ímã são atraídos tanto por ambos os polos, a não ser que os ímãs sejam do mesmo material.
6. Qual das afirmações abaixo é uma evidência de que a Terra é um grande ímã?
- O funcionamento dos GPS.
 - O funcionamento das ondas de Rádio.
 - O funcionamento das Bússolas.
 - O funcionamento dos Ímãs em geral que vem da Terra.
7. O que é um ímã?
- Um corpo que atrai metais e outras substâncias.
 - Um corpo que tanto atrai quanto repele apenas metais.
 - Um corpo que repele materiais não magnéticos e atrai os magnéticos.
 - Um corpo que atrai ou repele outros corpos, ímãs ou não.