

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

FERNANDO JOSÉ DE OLIVEIRA

**Atividades Investigativas no Ensino de Física: Implicações sobre a
Aprendizagem dos Estudantes**

Vitória-ES

2014

FERNANDO JOSÉ DE OLIVEIRA

**Atividades Investigativas no Ensino de Física: Implicações sobre a
Aprendizagem dos Estudantes**

Monografia apresentada ao
Departamento de Física/CCE,
Universidade Federal do Espírito Santo,
como parte dos requisitos para
obtenção do título de Licenciado Pleno
em Física.

Orientador: Geide Rosa Coelho

Vitória-ES

2014

FERNANDO JOSÉ DE OLIVEIRA

**Prática Investigativa no Ensino de Física: Implicações sobre a
Aprendizagem dos Estudantes**

Monografia apresentada ao Departamento de Física/CCE,
Universidade Federal do Espírito Santo, como parte dos
requisitos para obtenção do título de Licenciado Pleno em
Física.

Aprovada em ____ de Fevereiro de 2014.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Geide Rosa Coelho

Universidade Federal do Espírito Santo

Orientador

Prof. Dr. Thiéberson da Silva Gomes

Universidade Federal do Espírito Santo

Prof(a). Ms. Junia Freguglia Machado Garcia

Universidade Federal do Espírito Santo

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS, onde sei que tudo posso, pois ELE me fortalece!

A meus pais, que sempre me deram todo o suporte, para tornar este sonho possível!

A minha Noiva Leila, que com muita paciência, esteve ao meu lado no meu período mais difícil de provação!

Aos meus grandes amigos, adquiridos ao longo dessa “saga” como Túlio, Josué, Marcos (Japonês), Estevão, Maycon, Sanderley, Messias, Alexandre dentre outros. Que nos momentos de conversa e descontração, compartilhando alegrias e tristezas, me deram ânimo para continuar batalhando até o final!

Ao Professor Jean Moreira, que me confiou suas turmas, dando toda a liberdade necessária para a realização desse projeto. Além de, em vários momentos, disponibilizar tempo, recursos, sendo crucial na viabilidade, não só da monografia, mas de toda a prática do estágio!

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Geide Rosa Coelho, por toda a disposição, atenção e compreensão desprendida ao longo de dois anos, desde o estágio até a orientação da monografia, sendo peça fundamental de toda esta rica experiência de vitória, que carregarei comigo para o resto de minha vida!

RESUMO

Esse estudo foi realizado, com o intuito de investigar a prática docente, para o desenvolvimento da pesquisa na sala de aula, a partir das discussões teóricas sobre o Ensino por Investigação. Nessa metodologia, temos como característica o aluno se tornando o foco, sendo o principal responsável pela sua aprendizagem, através de práticas voltadas a resoluções de problemas baseadas na investigação, abrangendo o ensino para um âmbito que vai além do conhecimento conceitual. Uma vez me apropriado dessas concepções de ensino, fiz uso de uma ferramenta muito utilizada no ensino por modelagem computacional, chamada de “Módulo Educacional”, caracterizado por ser um planejamento focado em intervenções pontuais, cujos principais objetivos são a avaliação da aprendizagem do estudante e do próprio módulo para aperfeiçoamento. Com o uso da ferramenta do módulo, fiz uma série de planejamentos adequando a metodologia de ensino por investigação a minha realidade e preferência (aula de Física; formato experimental; aula destinada a alunos do ensino médio; intervenção como estagiário em parceria com o professor titular; dentre outras), no qual a partir desses planejamentos, fui a campo desenvolvê-los em minhas aulas de estágio supervisionado. No total foram desenvolvidos seis módulos educacionais com o caráter de uma prática investigativa, no entanto para a realização desse trabalho, fizemos um recorte no ultimo módulo (sobre Eletromagnetismo) para fazer as principais discussões e avaliações sobre esse tipo de intervenção. Os dados fornecidos pela pesquisa apontaram reflexões interessantes como à importância do erro para a aprendizagem; as discussões entre os estudantes para realização das atividades; a importância da elaboração de um enunciado que possibilite a compreensão dos estudantes sobre os problemas propostos; dentre outras situações que puderam ser bem exploradas nesse formato de ensino. Além disso, pude entrar na discussão da aprendizagem procedimental e atitudinal, que ao contrário da perspectiva tradicional, podem ser facilmente exploradas nesse formato de ensino por investigação, contudo em minha opinião, as atitudes que possivelmente podem ser aprendidas através desse tipo de ensino são o tipo conhecimento mais importante que esse estudante, como indivíduo, pode adquirir para aplicar em sua vida.

Palavras-chaves: Ensino por Investigação; Atividades Práticas; Experimentação; Planejamento; Módulo Educacional; Aprendizagem; Conceitual; Procedimental e Atitudinal.

ABSTRACT

This study was conducted in order to investigate the teaching practice, to the development of research in the classroom, from the theoretical discussions for Research on Teaching. In this model, we have characterized the student becoming the focus, being responsible for their learning through practices aimed at problem solving research-based, covering education for a scope that goes beyond conceptual knowledge. Once I appropriate this teaching model, made use of a widely used teaching for computational modeling tool, called "Educational Module", characterized by being a plan focused on specific interventions, whose main objectives are the assessment of student learning and the module itself for improvement. With the use of the tool module, did a series of planning suiting the teaching model for research and prefer my reality (physics class, experimental format; class aimed at high school students; intervention as an intern in partnership with the professor, among others), where from these plans, the field was developing them in my classes of supervised practice. In total six education modules with the character of a research practice where to conduct this work, we made a cut in the last module (over Electromagnetism) to the main discussions and reviews of this intervention have been developed. The data provided by the survey showed some interesting questions as to the importance of error for learning; discussions among students in performing their activities, the importance of drafting a statement that enables the students understanding of the problems proposed among other situations that might be well exploited in this teaching format. Also, could enter into the discussion of procedural and attitudinal learning, which unlike the traditional model, can be easily exploited in this teaching format for research, where in my opinion, attitudes that can possibly be learned through this type of education are most important knowledge type that this student as an individual can purchase to apply to your life.

Keywords: Education for Research; Practice Activities; Experimentation; Planning; Educational Module; Learning; conceptual; Procedural and Attitudinal.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. O ENSINO DE CIÊNCIA POR INVESTIGAÇÃO.....	12
2.1. Fundamentação Teórica.....	12
2.2. Discutindo algumas implicações para a prática pedagógica e a pesquisa na sala de aula.....	17
2.2.1. Intenções.....	17
2.2.2. Planejando uma atividade investigativa.....	17
2.2.3. A importância do conhecimento prévio do estudante.....	18
2.2.4. A atitude do estudante em uma proposta investigativa.....	19
2.2.5. A mediação do professor durante o processo.....	20
2.2.6. Interação social na sala de aula.....	21
2.2.7. Avaliação da aprendizagem.....	21
3. CONTEXTO DA PESQUISA.....	22
4. METODOLOGIA.....	24
4.1. Objetivos.....	24
4.1.1. Objetivo Geral.....	24
4.1.2. Objetivos Específicos.....	24
4.2. Sujeitos da Pesquisa.....	24
4.3. Módulos Educacionais com Enfoque Investigativo.....	26
4.3.1. Recursos didáticos.....	26
4.3.2. Utilizando Kit Experimental no módulo sobre Calor.....	26
4.3.3. Utilizando Simulador no Módulo sobre Circuitos Elétricos.....	28
4.3.4. Utilizando simulador no Módulo sobre Movimento Oblíquo.....	29
4.3.5. Utilizando Kit Experimental no Módulo sobre Circuitos Elétricos..	30
4.3.6. Utilizando Kit Experimental no Módulo sobre Eletromagnetismo..	31
4.4. Viés Investigativo para o Módulo de Eletromagnetismo.....	34
4.5. Coleta de Dados.....	39

4.5.1. Atividades Avaliativas.....	39
4.5.2. Questionário.....	40
4.5.3. Diário de Campo.....	40
4.6. Método de Análise dos Dados.....	41
4.6.1. Análise das Atividades Escritas	41
4.6.2. Critérios da Análise.....	41
4.6.3. Análise do Questionário.....	43
4.6.4. Análise do Diário de Campo.....	44
5. ANÁLISES, RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	45
5.1. Análises desenvolvidas no Módulo de Eletromagnetismo.....	45
5.1.1. Atividade paralela a experimentação.....	45
5.1.2. Análise da Avaliação (prova).....	48
5.2. Análise do Diário de Campo.....	55
5.3. Análise do Questionário.....	58
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
7. REFERÊNCIAS.....	67
8. APÊNDICES.....	70
8.1. Apêndice 1 – Atividade do Módulo sobre Calor.....	70
8.2. Apêndice 2 – Atividade do Módulo sobre Movimento Oblíquo.....	71
8.3. Apêndice 3 – Atividade do Módulo sobre Circuitos Elétricos (experimento)	75
8.4. Apêndice 4 – Atividade do Módulo sobre Circuitos Elétricos (simulador).....	76
8.5. Apêndice 5 – Atividade do Módulo sobre Eletromagnetismo.....	77
8.6. Apêndice 6 – Avaliação sobre Eletromagnetismo, 3ª A.....	78
8.7. Apêndice 7 – Avaliação sobre Eletromagnetismo, 3ª B.....	79
8.8. Apêndice 8 – Questionário Aplicado aos Estudantes.....	80

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Experimento de Condução Térmica.....	27
Figura 2: Experimento de Irradiação Térmica.....	27
Figura 3: Experimento de Convecção Térmica.....	28
Figura 4: Simulador de Circuitos Elétricos DC, Circuito Paralelo.....	29
Figura 5: Simulador de Circuitos Elétricos DC, Circuito Série.....	29
Figura 6: Simulador sobre Movimento Oblíquo.....	30
Figura 7: Experimento com Circuitos Elétricos.....	31
Figura 8: Experimento da Bússola com a Rosa dos Ventos.....	32
Figura 9: Experimento do amortecedor magnético.....	32
Figura 10: Experimento das barras metálicas com ímãs e experimento de ímãs com ímãs.....	33
Figura 11: Experimento da limalha de ferro interagindo com o ímã e barra de ferro.....	33
Figura 12: Experimento da Bússola interagindo com o campo gerado pela bobina.....	34
Figura 13: Experimento para descobrir que cor representa os pólos norte e sul dos ímãs.....	36
Figura 14: Experimento da limalha de ferro interagindo com o ímã e barra de ferro, conforme o planejamento.....	56
Figura 15: Experimento da limalha de ferro interagindo com o ímã e barra de ferro, modo como os estudantes refizeram.....	57

1. INTRODUÇÃO

Embora os professores busquem maneiras mais eficazes de ensino aos estudantes com explicações claras, nota-se, através de dados oficiais de órgãos do governo, que ainda não se tem o retorno desejado. Ao falar de retorno, me refiro ao esperado que o estudante saiba no final de uma seqüência didática ou ao final de todo o seu ciclo escolar. Baseando-me em ensino de ciências, posso exemplificar como meta desejada: Adquirir conhecimento científico; aprender os processos e métodos das ciências; compreender as aplicações da ciência, especialmente as relações entre ciência e sociedade e Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) (BYBEE; DEBOER, 1996 apud BORGES, 2002).

Utilizando como exemplo sobre os dados relacionados aos órgãos oficiais, temos o IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica) que apontou uma média nacional de 3.7 em sua avaliação anual de 2011, além do PAEBES (Programa de Avaliação da Educação Básica do Espírito Santo) que em sua avaliação constatou que o ensino de Ciências da Natureza (Biologia, Química e Física) da rede estadual do Espírito Santo, está classificado como “abaixo do básico”, no mesmo ano.

Para uma maior compreensão do que isso significa, segundo a Revista do Sistema de Avaliação PAEBES 2012, temos que a classificação “abaixo do básico” implica em:

Neste Padrão de desempenho, o estudante demonstra carência de aprendizagem do que é previsto para a sua etapa de escolaridade. Ele fica abaixo do esperado, na maioria das vezes, tanto no que diz respeito à compreensão do que é abordado, quanto na execução de tarefas e avaliações. Por isso, é necessária uma intervenção focada para que possa progredir em seu processo de aprendizagem (p. 18).

Muitas vezes, nós professores atribuímos esses resultados a vários fatores como à falta de interesse dos alunos, as salas superlotadas que dificultam a compreensão e o andamento do planejamento desejado. Porém, poucas vezes problematizamos o nosso próprio planejamento; a forma como o currículo é constituído; o molde no qual se ensina e avalia, sendo em sua maioria de maneira tradicional, expositiva com muita preocupação em cumprir a ementa e pouca em se dar ao estudante a relevância do que se estuda.

Todos esses fatores podem culminar no insucesso verificado nas avaliações antes citadas, que resultam em estudantes desmotivados, incapazes de aplicar o conhecimento científico em situações reais simples ou até mesmo em relacionar os estudos com seu desenvolvimento profissional e pessoal. Esta dificuldade é evidenciada por professores de diferentes áreas, o que nos incentiva a buscar práticas que permitam uma construção cognitiva mais concreta para os alunos, alternando as “práticas atuais operativistas com investigações que supõem a ocasião de aplicar a metodologia científica” (GIL; TORREGROSA, 1987, apud AZEVEDO 2004).

Neste trabalho, irei desenvolver uma pesquisa sobre os efeitos de uma intervenção com enfoque investigativo sobre a aprendizagem dos estudantes, seja ela Conceitual (conhecimento científico), Procedimental (relacionada a uma seqüência de ações dirigidas a atingir uma meta), perspectiva que é corroborada com as idéias de COLL (1987, apud BORGES, 2002), ou Atitudinal (refere-se a uma postura adotada pelos estudantes, que implica diretamente em sua conduta, seu interesse e seu sentimento em relação a sua aprendizagem). Além disso, pretendo discutir as potencialidades do ensino por investigação como uma estratégia que contribui para a “quebra” do molde tradicional, por permitir a participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento, mostrando a eles que aprender vai muito além de fórmulas e resolução de problemas numéricos, mas sim na capacidade de relacionar o conteúdo a um problema real e adaptar este conhecimento para atingir solução desejada.

Mostrar ao aluno uma nova possibilidade de aprendizado, na qual ele deixa de ser o coadjuvante e passa a ter a responsabilidade de ser o centro do processo, além de motivá-lo como estudante, dá a ele uma ferramenta indispensável como indivíduo, que seria: Sua independência didática (referindo-se a uma mudança de atitude), ou como diria POZO e GOMEZ-CRESPO (2009) “é a habilidade de aprender a aprender”.

Para finalizar essa discussão inicial, ao se falar sobre ensino por investigação, alguns autores defendem que o ensino por investigação deveria ser padrão em qualquer situação de ensino de ciências, porém a minha postura é semelhante à de MUNFORD e CASTRO e LIMA (2007), na qual as autoras defendem que alguns assuntos seriam mais indicados para essa metodologia.

Não pretendo nesse texto fazer um discurso para desqualificar a perspectiva tradicional de ensino (tanto porque em alguns momentos na intervenção me utilizei dele), pretendo aqui discutir como o ensino por investigação pode ser uma estratégia interessante para diversificar a prática, motivar os estudantes, sem perder o compromisso com o aprendizado.

2. O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO

2.1. Fundamentação Teórica

Ao longo da história, o modelo de escola e o método de ensino, foram desenvolvidos para atender as demandas de cada época. No auge da Revolução Industrial, a principal motivação seria treinar indivíduos a cumprir regras, horários, procedimentos, mas principalmente ordens. A Revolução Industrial e a origem da sociedade Capitalista foram às precursoras da metodologia de ensino mais utilizado seja no ensino básico, médio ou superior, a perspectiva de ensino Tradicional ou Expositiva.

ZÔMPERO; LABURÚ (2011) destacam que segundo o filósofo e pedagogo Herbart, vivido no século XIX, a educação (Tradicional) deveria se apoiar em três pilares que seria:

- Governo_ Regras externas que norteiam a ação do aluno;
- Disciplina_ Conduta imposta ao estudante, visando moldar seu caráter como cidadão;
- Instrução Educativa_ Ação de educar o aluno para que o mesmo desperte o interesse em aprender.

Essa metodologia atendeu a esta necessidade que era dar a educação de suporte para a população pobre e criar a classe operária, que manipularia as máquinas e conduziriam as grandes indústrias.

Porém, no início do século XX, pensadores e filósofos dentre os quais se destaca Dewey, foram contra essa estratégia de ensino que segundo eles, focava-se muito em fatos e reprodução deixando de lado o desenvolvimento do raciocínio e da autônima do indivíduo.

No início do século XX, surgiu uma nova preocupação que seria o crescimento desordenado das super-metrópoles e seus conseqüentes problemas. Agora, a educação deveria formar indivíduos aptos a viver em uma macro-sociedade e a obter valores em pró do “bem comum”. Seguindo essa linha, o método intitulado como *Inquiry* (um dos precursores do Ensino por Investigação), foi visto como uma solução ao caso, pois sua proposta de ensino, estimulada ao estudante a busca pela resolução de problemas, dando

a ele mais autonomia e formando cidadãos com uma visão mais crítica e de análise da sociedade que o rodeava.

Porém em meados de 1950, com a corrida espacial, o foco nos Estados Unidos, Rússia e demais países era a formação de “futuros cientistas”, com isso mais uma vez, o rigor do formato Tradicional ganhou força e perpetuou como base de ensino (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

Algumas décadas se passaram, continuamos em uma sociedade Capitalista, mas nossa realidade é muito mais complexa, o fluxo de informações, a divisão do trabalho, a evolução tecnológica, são todos fatores que diferem de muito da sociedade dois séculos atrás, embora a demanda da sociedade contemporânea seja outra, contudo a metodologia educacional predominante ainda é o mesmo, o Tradicional.

Enxergando a notória necessidade de romper com esse paradigma, pesquisadores e educadores investem seus esforços em outras abordagens de ensino que atendam a demanda da atualidade que é a de formar indivíduos: críticos; com alta capacidade de se adequar e aprender; com a habilidade de acompanhar a mudança que é contínua e rápida; que não sejam apenas “operários” que seguem instruções, mas seres com o poder de decisão e resolução exigido pela vida.

Se buscarmos literalmente o significado da palavra investigação, encontraremos significados como pesquisa e busca, mas nesse caso, investigação é uma referência direta a postura de cientistas na resolução de problemas.

Quando digo postura me refiro a toda a metodologia adotada por um pesquisador como o foco na resolução de um problema, a coleta e análise de dados, busca por conhecimentos prévios, elaboração de estratégias e outros fatores pertinentes que permitam a explicação de um dado fenômeno (SASSERON, 2013).

Embora ainda muito recente no Brasil, o metodologia denominada como Ensino por Investigação já é consagrado em países como Estados Unidos e Inglaterra, sendo o modelo principal para os padrões de ensino de ciências nos respectivos países. No Brasil, podemos destacar o trabalho de alguns autores (GOMES; BORGES, 2004; AZEVEDO, 2004; CARVALHO, 2004; MUNFORD; LIMA, 2007; TRÓPIA, 2011), porém, mesmo sendo uma proposta presente no

PCN de 1997, se considerarmos todo o cenário nacional, a publicação de artigos em periódicos, dessa linha de pesquisa, ainda pode ser considerada “tímida” (AGUIAR JR; LIMA; DE SÁ, 2011). Inicialmente ao falar desse método, podemos caracterizá-lo por possuir diversas vertentes, óticas diferentes que parecem dar vários sentidos, tornando difícil dar a ele uma definição precisa, contudo todas convergem para um mesmo ponto que seria: O rompimento do aluno passivo e “operador” para um aluno ativo, protagonista e investigador.

O Ensino por Investigação, de forma sucinta, visa a ensinar utilizando uma perspectiva pedagógica denominada de *Enculturação Científica* (PENHA; CARVALHO; VIANNNA, 2009), onde os trabalhos são desenvolvidos, de forma que o estudante desenvolva uma postura semelhante a qual os pesquisadores adotam para resolver os problemas em laboratórios. No entanto o termo “Enculturação” se refere justamente a inserir o estudante em uma nova cultura, ou seja, não queremos criar pequenos cientistas, mas apresentar a eles um novo olhar sobre o mundo que é capaz de questionar e gerar conhecimento. Se utilizarmos o referencial de Driver (1999), de como o conhecimento científico deve ser apresentado e ensinado aos estudantes, teremos:

Isso significa que a aprendizagem das ciências envolve ser iniciado nas formas científicas de se conhecer. As entidades e idéias científicas, que são construídas, validadas e comunicadas através das instituições culturais da ciência, dificilmente serão descobertas pelos indivíduos por meio de sua própria investigação empírica; aprender ciências, portanto, envolve ser iniciado nas idéias e práticas da comunidade científica e tornar essas idéias e práticas significativas no nível individual. O papel do professor de ciências, mais do que organizar o processo pelo qual os indivíduos geram significados sobre o mundo natural, é o de atuar como mediador entre o conhecimento científico e os aprendizes, ajudando-os a conferir sentido pessoal à maneira como as asserções do conhecimento são geradas e validadas. Portanto, essa perspectiva pedagógica difere fundamentalmente da perspectiva empirista. (DRIVER, 32-33).

Como foi dito, o papel do professor no processo de Enculturação científica é: apresentar de que forma essa ciência que será estudada foi criada; porque esse conhecimento científico é válido e aceito pela maioria; e por último, tentar inserir o estudante nessa cultura para que o mesmo compreenda como essa comunidade científica pensa, fala, produz e valida os conhecimentos gerados.

No contexto do ensino por investigação, o estudante não deve se limitar ao manuseio ou observação, mas refletir sobre o problema em questão; discutir em conjunto uma possível solução e ser capaz de explicar e compartilhar a solução, uma vez encontrada.

Uma vez se apropriado dessa postura, o estudante potencialmente pode se adentrar no que realmente seria uma proposta ideal para o ensino de ciências, sendo algo capaz de torná-lo apto a compreender o conhecimento científico ao seu redor, as inovações tecnológicas e a ser capaz de tomar decisões.

Quando falamos em decisões, nos referimos a essas baseadas nesse conhecimento científico adquirido, nas quais ciência e tecnologia impactam em todas as esferas de sua vida, como o seu cotidiano, a sociedade e o meio ambiente.

Baseado nisto, essa proposta de Enculturação se mostra mais ampla, indo muito além do desempenho escolar e se adentra na vida do indivíduo (e por que não em toda a sociedade), causando uma mudança de postura e da forma de ver a vida.

Para tal resultado, autores como CARVALHO (2013), SASSERON (2013), CAPECCHI (2013), dentre outros, vêm no Ensino por Investigação, uma ferramenta que potencialmente pode aguçar essas áreas do conhecimento pouco contempladas na perspectiva Tradicional de ensino.

O Ensino por Investigação tem essa potencialidade, pois de maneira similar ao fazer científico, quando se pretende introduzir um novo conceito, dá-se ao estudante um problema inicial, geralmente em forma de pergunta, para que se estimule a curiosidade do mesmo. A partir desse ponto o professor muda o seu papel, onde ao invés de simplesmente expor o conhecimento já todo sistematizado, o mesmo agora serve de guia que direciona uma série de ações visando atingir o objetivo que é a solução de um problema proposto ao estudante.

Logicamente que ao fazer a analogia com o fazer científico, não me refiro a todo o rigor de uma verdadeira pesquisa científica, pois o mesmo em seu trabalho possui toda uma bagagem de conhecimentos prévios, planejamento, tempo, investimento, onde estes dão suporte e tornam possível a sua pesquisa e sua provável descoberta. A analogia, no nosso caso quando falamos de fazer científico, pretende-se explicitar a diferença entre o laboratório do Ensino por Investigação (que se dá pela experimentação como ferramenta de descoberta e aprendizado), em contra partida ao da metodologia tradicional

(sendo este geralmente como um método de se verificar resultados já conhecidos).

Para exemplificar melhor essa analogia do ensino por investigação com o fazer científico, temos em ZÔMPERO e LABURÚ (2010), sobre o uso dessa metodologia, onde os autores afirmam que:

[...] a educação científica não pode restringir-se ao conhecimento de fatos e teorias científicas, mas sim à introdução dos alunos à cultura científica, por meio da qual o aluno possa tomar contato com a sua natureza e a prática do conhecimento científico. Sua utilização propõe um ensino em que o aluno tenha um papel intelectual bastante ativo na construção de seu conhecimento, sendo assim, espera-se que por meio da aplicação de tal metodologia, ele elabore com maior profundidade os conceitos e proposições científicas, tendo, portanto, uma aprendizagem significativa. (p. 15).

Geralmente (mas não obrigatoriamente) o ensino por investigação é utilizado em atividades práticas, nas quais a possibilidade de evidência empírica se torna bem mais acessível. Diferente do laboratório tradicional, no Laboratório Aberto (como é intitulado no meio), o estudante não segue um roteiro para verificar um resultado já conhecido, neste caso, o problema inicial é dado de forma aberta e o estudante vai à busca do resultado, formulando hipóteses, observando o fenômeno, recolhendo e analisando os dados para responder o problema inicialmente proposto, realmente de forma semelhante ao que acontece nos laboratórios (BORGES, 2002; AZEVEDO, 2004).

Além do Laboratório Aberto, AZEVEDO (2004) aponta para outras práticas investigativas no molde de:

- Demonstração Investigativa_ Cria-se uma situação problema onde o senso comum é confrontado com o saber científico por meio de uma exposição, no qual a solução se dada por meio de formulações de hipóteses e discussões em sala de aula;
- Questões Abertas_ São situações de caráter mais qualitativo, onde questões cotidianas devem ser relacionadas aos conhecimentos já adquiridos para explicar o problema em questão;
- Problemas Abertos_ São caracterizados como questões mistas onde se faz uma análise inicial qualitativa com suposições dos possíveis resultados, discussões em grupo sobre as possibilidades de resolução, para só então prosseguir com o algebrismo necessário. Note que diferente dos problemas tradicionais, neste caso o professor deve propor uma questão que não seja

somente aplicação de fórmulas, mas questões onde se relacione conteúdo, cotidiano com planejamento e discussões em sala de aula.

Mediante a essa gama de possibilidades, ZÔMPERO e LABURÚ (2011) apresentam algumas características em comum de vários autores, que seguem essa linha de pesquisa, do que uma atividade de ensino deve possuir para ser classificada como investigativa. Dentre essas características destaco:

- O problema inicial deve fazer sentido ao estudante, ser algo interessante, estimulando ele a realizar o trabalho;
- O professor deve direcionar de forma correta, não fornecendo o resultado, mas dando a ele a liberdade, até mesmo de errar, para que o mesmo adquira a habilidade de decidir qual o melhor caminho para se atingir o objetivo;
- Recomenda-se que as atividades sejam em grupos para estimular as discussões entre os estudantes, conflitando os diferentes pontos de vista sobre o mesmo fenômeno;
- Deve-se dar certo tempo aos estudantes, não comprimindo toda a experimentação e discussão em apenas uma aula se o tempo não for suficiente;
- Os estudantes devem registrar todo o processo, suas hipóteses iniciais, seus erros e seus resultados, para que o mesmo acompanhe seu progresso e não se esqueça do caminho percorrido para a resposta atingida;
- Deve haver um momento de socialização do aprendizado, onde de modo análogo ao meio científico, o conhecimento adquirido deve ser compartilhado e questionado pelos companheiros, para que a partir do consenso, se obtenha a possibilidade mais aceita;

Ainda baseado em ZÔMPERO e LABURÚ (2011), é importante que após essa etapa de investigação, o professor desenvolva atividades onde o conhecimento adquirido, possa ser aplicado, na resolução de novas situações problemas, para que a partir desse ponto, de fato este conhecimento possa ser interiorizado como uma alternativa eficaz a novos problemas que forem encontrados.

Ensino por investigação, como observado, não foca apenas no conceito a ser estudado, mas também no procedimento e no desenvolvimento de

atitudes, Ao falar de atitudes me refiro principalmente, ao desenvolvimento da autonomia em relação à busca pelo conhecimento. Baseando-me em Azevedo (2004), isso se torna perceptível quando uma atividade investigativa desenvolve no estudante ações características como: curiosidade, interesse, se arriscar, objetividade, precisão, perseverança, satisfação, responsabilidade, consenso, colaboração e gostar de ciências.

Recorrendo a POZO e GOMES CRESPO (2009), no que refere à mudança de atitude, poderíamos obter resultados como promover a tolerância, a cooperação, o interesse pela ciência, a curiosidade e espírito de indagação, rigor e precisão, defesa do meio ambiente, dentre outros.

Lembrando que essas atitudes, não necessariamente são inatas aos estudantes. Não se deve deduzir que desde o início, os estudantes irão apresentar toda essa autonomia e atitude reflexiva, na verdade, precisa-se projetar a eles um ensino que estimule esses resultados desejados (POZO e GOMEZ CRESPO, 2009). O conhecimento Atitudinal, potencialmente estimulado pela prática investigativa, poderia ser resumido como essa troca da obrigação aos estudos pela vontade de aprender, além de interiorizar nesse estudante, o aprendizado como ferramenta indispensável no seu desenvolvimento e atuação como indivíduo pensante da sociedade.

Contudo, mesmo que o estudante possua essa vontade pelo aprendizado, ainda lhe falta à técnica para atingir seu objetivo, este conhecimento onde o estudante desenvolve um método sistematizado, deixando de ser apenas um receptor e passando a ser o responsável pela sua aprendizagem, é o que chamamos de campo Procedimental do conhecimento.

Neste caso, ao longo de uma atividade investigativa o processo é igualmente tão importante quanto o resultado final, pois a ação do estudante na busca do conhecimento é algo que também deve ser ensinado na formação desse indivíduo. Como diria LEMEN e LOMASCÓLO (1998):

A situação de formular hipóteses, preparar experiências, realizá-las, recolher dados, analisar resultados, quer dizer, encarar trabalhos de laboratório como "projetos de investigação", favorece fortemente a motivação dos estudantes, fazendo-os adquirir atitudes tais como curiosidade, desejo de experimentar, acostumar-se a duvidar de certas afirmações, a confrontar resultados, a obterem profundas mudanças conceituais, metodológicas e atitudinais (p. 148).

Ou seja, o ensino por investigação, potencialmente pode fornecer o caminho a se trilhar uma vez que o estudante queira sair da inércia receptiva do ensino Tradicional, pois se o objetivo é o ensino de procedimento, o método também é conteúdo (AZEVEDO, 2004). Seguindo esta linha, só poderemos dizer que realmente fizemos uma prática investigativa, quando todas as esferas do ensino forem contempladas (Conceitual, Procedimental e Atitudinal).

Com tudo isso, podemos dizer que Ensino por Investigação é mais do que teoria, do que prática e procedimento, o mesmo poderia ser definido como um conjunto de ações, por parte do professor e do estudante, que visam atingir uma série de objetivos, como o ganho conceitual, a sua independência didática, o interesse por aprender e a interiorização do que foi aprendido como prática em seu cotidiano. Tudo isso, utilizando de uma abordagem, onde a experimentação escolar é planejada de forma que o estudante tenha uma experiência similar a fornecida pela solução de uma grande investigação, e por que não até dizer, similar ao modo como se aprende na própria vida.

2.2. Discutindo algumas implicações para a prática pedagógica e a pesquisa na sala de aula

2.2.1. Intenções

Na análise final deste trabalho, uma vez me apropriado de todas as reflexões teóricas do Ensino por investigação mencionadas anteriormente, desejo fazer reflexões sobre alguns tópicos observados nos quais, fatores pertinentes da prática pedagógica (citados na literatura ou não), impactaram de forma positiva ou negativa durante todo o processo de aprendizagem dos estudantes.

2.2.2. Planejando uma atividade investigativa

Ao se desenvolver uma atividade investigativa, o planejamento deve considerar um problema significativo a ser investigado. Além disso, é importante pensar tanto na questão instrumental (os recursos com o quais se pretende conduzir a atividade), quanto na questão da interação dos estudantes entre si e com a atividade.

A atividade proposta não pode ser apenas uma resolução mecânica de procedimentos, mas deve resgatar os conhecimentos prévios e propiciar o surgimento de novas idéias, em função da observação, manuseio da atividade e diálogo entre os estudantes. De forma sucinta, o planejamento deve ter como objetivo, transformar um conhecimento informal ou intuitivo, em um conhecimento científico capaz de ser associado à prática e ao cotidiano (CARVALHO, 2013).

2.2.3. A importância do conhecimento prévio do estudante

As teorias construtivistas, já nos revelaram que todo o conhecimento que surge, têm algum vínculo com um conhecimento anterior, o que traz implicações importantes para o processo de ensino. Partindo desse princípio, seria muito inocente enxergar os estudantes como seres vazios, sem conhecimento nenhum (como um papel em branco), onde os mesmos se encontram totalmente pré-dispostos a serem preenchidos com o conhecimento científico.

Os estudantes (como indivíduos que são) já possuem toda uma bagagem de conhecimentos prévios que explicam o mundo (a princípio) de uma forma satisfatória, sendo este conhecimento oriundo do contato com outras pessoas, de sua visualização dos fatos ou de sua prática no cotidiano. Esse conhecimento popular, que preenche o indivíduo dando a ele um sentido/explicação para os fatos, de forma anterior ao conhecimento escolar é o que denominamos de senso comum. Com isso, o papel da escola e do professor é agir sobre esse senso comum de modo a direcioná-lo o mais próximo possível do que será o cientificamente correto.

Segundo ZÔMPERO e LABURÚ (2010), essa relação entre os conhecimentos prévios e a aprendizagem se dá da seguinte forma:

Como a estrutura cognitiva é um fator preponderante que interfere na aprendizagem, é necessário que o ensino proporcione a reorganização dos conhecimentos dos alunos, visando a uma maior aproximação ao conhecimento científico. Neste sentido, as atividades de ensino têm por finalidade fazer os alunos construírem representações coerentes com o conhecimento científico. Assim, a metodologia utilizada pelo professor poderá ou não favorecer essa construção. (p. 14)

Segundo os autores, a atividade investigativa deve ter em mente a importância desses conhecimentos prévios, pois é a partir destes que a

atividade terá início. O estudante ao se defrontar com a nova situação problema irá requerer ao senso comum, para levantar as hipóteses e elaborar estratégias, ciente disso, o papel do professor é elaborar as atividades de modo a explicitar estes conhecimentos prévios e defrontá-los com o conhecimento formal científico. Baseado nestes fatos, a atividade investigativa tem não tem a intenção de fazer com que os estudantes abandonem seus conhecimentos anteriores, mas que reorganize os mesmos de modo que se assemelhe o máximo possível do cientificamente aceito.

Por essa razão, em algumas atividades, buscamos investigar qual a concepção dos estudantes sobre determinado assunto antes de inseri-lo, desenvolvendo metodologias que possibilitassem os estudantes verificar essa divergência entre o conhecimento que possuíam e o que foi adquirido, após a intervenção em sala de aula.

2.2.4. A atitude do estudante em uma proposta investigativa

Uma das principais características do metodologia tradicional expositivo é a limitação em relação à participação ativa dos estudantes. Se pensarmos nas atividades práticas (Laboratório Tradicional), a mesma restringe a ação dos estudantes a montar, observar, medir, calcular, onde tudo deve seguir um roteiro pré-estabelecido para (geralmente) chegar a um resultado já conhecido. Por esse motivo, nesta metodologia não falamos em participação ativa, pois muitas vezes, o estudante opera o roteiro de forma mecânica sem se adentrar nas verdadeiras discussões a serem feitas sobre o fenômeno estudado. Se buscarmos referências em Borges (2002) sobre Laboratório Tradicional, encontraremos o seguinte:

As principais críticas que se fazem a estas atividades práticas é que elas não são efetivamente relacionadas aos conceitos físicos; que muitas delas não são relevantes do ponto de vista dos estudantes, já que tanto o problema como o procedimento para resolvê-lo estão previamente determinados; que as operações de montagem dos equipamentos, as atividades de coleta de dados e os cálculos para obter respostas esperadas consomem muito ou todo o tempo disponível. Com isso, os estudantes dedicam pouco tempo à análise e interpretação dos resultados e do próprio significado da atividade realizada. (p. 296).

Com esse formato, os laboratórios acabam perdendo seus principais objetivos que seriam instigar no aluno a curiosidade; romper com o formalismo da sala de aula e dar sentido àquilo que se estuda, ao invés disso, acaba por

estagnar o estudante a ser passivo, não questionar, limitando-o a um operador de fórmulas e roteiros.

Romper com essa inércia e convidar o estudante para realmente participar da aula, deve ser um dos principais objetivos no planejamento de um ensino investigativo. Nesse caso, ao inserir o estudante nesse tipo de atividade (Laboratório Investigativo), o intuito é fazer com que o estudante seja o principal responsável pela solução dos problemas, desde o levantamento de hipóteses até as conclusões.

Novamente, ao consultar BORGES (2002), temos o autor dando o contra ponto dessa metodologia em relação ao Laboratório Tradicional, onde temos:

[...] em uma investigação aberta, cabe ao estudante toda a solução, desde a percepção e geração do problema; sua formulação em uma forma suscetível de investigação; o planejamento do curso de suas ações; a escolha dos procedimentos, a seleção dos equipamentos e materiais, a preparação da montagem experimental, a realização de medidas e observações necessárias; o registro dos dados em tabelas e gráficos; a interpretação dos resultados e enumeração das conclusões. (p. 304).

Em sua análise, BORGES para diferenciar o Laboratório Tradicional o Investigativo, utiliza de um termo chamado “grau de abertura”, onde o mesmo consiste em o quanto o estudante tem liberdade nas tomadas de decisões relacionadas a atividade prática. Seguindo esse parâmetro um grau completamente fechado seria a perspectiva tradicional, onde os estudantes apenas seguem instruções dadas e um grau aberto seria a metodologia investigativa, na qual o indivíduo detém o controle das decisões a serem tomadas para se chegar ao objetivo.

Contudo, dependendo da atividade, um grau muito alto de liberdade pode deixar o estudante desorientado, principalmente em atividades que tem como objetivo apresentar um determinado conteúdo, podendo com isso resultar em desmotivação. Neste caso, limitar um pouco das possibilidades e dar uma orientação ao estudante se faz necessário, porém, deve-se fazê-lo de maneira que não comprometa o caráter investigativo da atividade.

Com isso a motivação é uma ferramenta que o professor deve dominar, sua mediação pode possibilitar ou não o interesse dos alunos, além disso, esse nível de interesse pode variar abruptamente de aluno para aluno, sendo algo a ser observado pelo professor, pois com certeza irá impactar no desempenho das atividades (SASSERON, 2013).

Contudo, não desenvolvemos ferramentas para avaliar motivação ou interesse dos estudantes, em nosso caso, estamos nos propondo apenas (baseado em observações registradas ao longo da intervenção) analisar alguns aspectos do processo, principalmente no que se refere à atitude dos estudantes. Esperamos investigar:

- Se os estudantes aderem às regras e normas da classe;
- Observar se os mesmos aderem às regras e normas estabelecidas no grupo;
- Respeito às opiniões, sugestões e idéias dos colegas;
- Envolvimento dos estudantes na resolução dos problemas;
- Esforço, persistência, concentração e atenção na resolução dos problemas;
- Contribuição para as discussões do grupo.

2.2.5. A mediação do professor durante o processo

Uma das principais características da abordagem investigativa é a mudança do papel do professor que delega parte da responsabilidade da aprendizagem ao próprio estudante, deixando de ser o “núcleo” da aula e adquirindo uma característica mais supervisora/orientadora.

Porém, o professor não deixa de ter grande importância durante todo o processo, pois é ele que:

- Elabora a atividade, dando a ela um viés investigativo;
- Tem a responsabilidade de criar problemas interessantes, que estimulem a curiosidade e o interesse dos alunos;
- Deve estimular o diálogo e o confronto de idéias entre os estudantes;
- Deve desenvolver atividades com o intuito de sistematizar todo o conhecimento adquirido;
- Elaborar avaliações coerentes, que além de expor o que foi aprendido (ou não), contribuam com o processo como ferramenta de aprendizagem (Carvalho, Capecchi, Sasseron, 2013).

Se recorrermos a SÁ, FIGUEIREDO e PAULA, LIMA e AGUIAR JÚNIOR (2007), obtemos:

[...] Neste tipo de atividade, o professor propõe e discute questões, contribui no planejamento da investigação dos alunos, orienta no levantamento de evidências, auxilia no estabelecimento de relações entre evidências e explicações teóricas, incentiva a discussão e a argumentação entre os estudantes e promove a sistematização do conhecimento. (p. 12).

Delegar nesse contexto, não significa se eximir do compromisso com seus alunos, mas que o professor terá o trabalho (e até mais trabalho) de romper com o molde secular de exposição e introduzir novas práticas que possibilitem esse rearranjo no formato das aulas.

2.2.6. Interação social na sala de aula

Essa etapa de socialização, proporcionada pelo trabalho em grupo, é parte fundamental de uma atividade investigativa e deve estar contemplada no planejamento.

Neste momento, de confronto de idéias e opiniões, onde os próprios estudantes retomam o assunto e buscam o consenso, é que potencialmente surge o conhecimento.

O professor deve estimular esta etapa, disponibilizar um tempo adequado e supervisionar de modo a direcionar os estudantes para o objetivo, não permitindo possíveis desvios (CAPECCHI, 2013).

2.2.7. Avaliação da aprendizagem

Esta ferramenta, na metodologia educacional abordada, não pode ter um caráter segregacionista, apenas visando ganho conceitual e categorizando os alunos, pois se pensarmos em um processo contínuo, a avaliação deve ser capaz de acrescentar e favorecer o aprendizado, não se limitando a um “medidor”, mas como instrumento crucial do processo de ensino e aprendizagem.

A avaliação precisa ser coerente com o perfil das aulas desenvolvidas, na nossa intervenção onde as dimensões procedimental e a atitudinal também são contempladas, devemos se possível tentar medir/avaliar essas outras esferas do aprendizado (CARVALHO, 2013).

3. CONTEXTO DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Carlos Xavier Paes Barreto, instituição da rede estadual de ensino situado na cidade de Vitória. Essa pesquisa foi motivada e desenvolvida no contexto da disciplina de Estágio Supervisionado, oferecidas aos alunos do curso de Licenciatura em Física.

Em relação à estrutura física, a instituição passa por uma série de reformas visando melhorar a estética e o atendimento ao público. A instituição possui laboratórios, quadras, e outros espaços (que inclusive foram utilizados na minha intervenção), visando contribuir no aprendizado de seus estudantes, nos quais muitos desses passaram pela reforma anteriormente citada. Recursos como laboratório de ciências, sala de informática e data show, foram peças fundamentais no desenvolvimento dessa pesquisa.

Este estágio me possibilitou ter o primeiro contato com os estudantes e a desenvolver as atividades, baseadas nas teorias aprendidas pelas disciplinas pedagógicas do curso e nas próprias aulas teóricas dentro da disciplina de Estágio. Foi durante o Estágio Supervisionado, o momento no qual fui apresentado à abordagem do ensino por investigação, sendo que o Professor Orientador da disciplina de estágio, posteriormente se tornou o Orientador de minha pesquisa nesse trabalho.

Essa é uma perspectiva de formação que vem sendo desenvolvido pelos professores da área de ciências da Natureza (inclusive o orientador desse trabalho) do Centro de Educação que estão vinculados ao Laboratório de Educação em Ciências (LABEC) onde as atividades vêm sendo realizadas em uma perspectiva interdisciplinar e fundamentadas no Ensino por Investigação, com o intuito de suscitar, nos futuros professores, reflexões acerca das tendências atuais da atuação docente, cujo objetivo é promover a aprendizagem de Ciências na educação básica a partir da vivência do trabalho científico pelos estudantes (AIKENHEAD, 2009; LIMA, MARTINS e PAULA, 2009)

Além disso, foi o estágio que me possibilitou a coleta de dados, sendo em sua totalidade, na mesma instituição na qual ministrei minhas aulas como estagiário.

Este trabalho foi feito em parceria com o Professor Supervisor do estágio, Jean Moreira, Licenciado, Bacharel e Mestre pela UFES, sendo ele o professor efetivo das turmas e aquele que me acompanhou no colégio em todo o momento.

Essa parceria foi na forma de um planejamento em conjunto, sendo que a minha intervenção ocorreu acompanhando o assunto abordado, pelo planejamento trimestral do professor da turma. Para o desenvolvimento da minha intervenção com enfoque investigativo, nos apropriamos de uma estrutura de planejamento que pode ser definida como *módulo educacional*.

Segundo BARBOSA; MALDONADO; MAIDANTCHIK, (2003), um módulo educacional seria uma unidade de ensino, focada em uma atividade, com uma estrutura dividida em:

- Fundamentação teórica;
- Apresentação da atividade;
- Realização da atividade;
- Avaliação da aprendizagem dos estudantes;
- Avaliação do próprio módulo para aprimoramento.

Ou segundo FEHSENFELD e FERRACIOLI (2007), pode-se dividir o módulo em: Objetivo; Conteúdo Instrucional; Prática e Avaliação. Em ambos os referenciais, temos o módulo como uma seqüência didática pontual, onde o uso de uma determinada atividade é planejada, aplicada e sujeita a uma auto-avaliação, visando aperfeiçoar o próprio módulo aplicado.

Porém, no que se refere à avaliação, além das atividades avaliativas típicas no ensino de física, introduzimos o diário de campo, no qual através de observação e registros, ampliarmos este conceito para o campo atitudinal e procedimental.

A estrutura de planejamento e intervenção em módulos educacionais foi apresentada enquanto cursava a matéria Informação, Ciência e Tecnologia no Ensino de Física (ICT). Essa matéria, oferecida aos estudantes de Física da UFES, tem por finalidade tornar futuros professores aptos, no uso de mídias

tecnológicas no contexto escolar. Dentre essas mídias uma das possibilidades seria a modelagem computacional, da qual fizemos uso.

Essa disciplina possui o apoio pedagógico do Grupo de Pesquisa sobre Ensino de Física, do Centro de Ciências Exatas da UFES. Esse grupo está vinculado ao ModeLab (Laboratório de Tecnologias Interativas Aplicadas a Modelagem Cognitiva), sendo que uma das vertentes de pesquisa seria justamente o desenvolvimento, aplicação e aperfeiçoamento de simuladores para o ensino de Física, nesta perspectiva de Módulos Educacionais.

Em geral, essa estratégia (Módulo Educacional) é usada no que se refere ao uso de simuladores computacionais no ensino, porém nos apropriamos desse termo a todas as nossas unidades de ensino, que possuíam simuladores (experimentos virtuais), mas também experimentos reais (kit de experimentação).

Pelo fato das atividades possuírem um caráter investigativo e de ter um momento indicado para sua aplicação, a pesquisa perdurou por volta de um ano e meio, se considerarmos todo o período intervenção.

De forma resumida, a experiência ao longo do estágio supervisionado se configurou como um grande desafio, mas ao mesmo tempo uma satisfação pela forma como se desenvolveu o andamento de todo o processo.

4. METODOLOGIA

4.1. Objetivos

4.1.1. Objetivo Geral

Investigar os efeitos de uma intervenção com enfoque investigativo sobre a aprendizagem dos estudantes.

4.1.2. Objetivos Específicos

I. Desenvolver módulos educacionais, com enfoque investigativo nos diferentes domínios da Física (Termodinâmica, Eletrostática, Cinemática e Eletromagnetismo):

- Utilizando kit de experimentação, para o estudo de Calor;
- Utilizando simulador, para o estudo de Circuitos Elétricos;
- Utilizando simulador, para o estudo de Movimento Oblíquo;
- Utilizando kit de experimentação, para o estudo de Circuitos Elétricos;
- Utilizando kit de experimentação, para o estudo sobre Eletromagnetismo.

II. Analisar a atitude dos estudantes durante a intervenção educacional;

III. Analisar a aprendizagem conceitual dos estudantes promovida pela intervenção educacional;

IV. Analisar a opinião dos estudantes sobre a “experiência” dos mesmos com a intervenção no ensino de física com enfoque investigativo.

4.2. Sujeitos da Pesquisa

O perfil dos estudantes participantes desse estudo, segundo o Projeto Político Pedagógico (PPP) da instituição pode ser dado por:

Embora estejamos localizados próximos a muitos bairros cujas pessoas poderiam ser as maiores interessadas em preencher as vagas da Escola, grande parte de nossa clientela é proveniente das mais diversas localidades da Grande Vitória (Serra, Cariacica, Viana e Vitória), isso acontece porque muitos (as) alunos(as) trabalham ou exercem outras atividades em áreas próximas. A condição socioeconômica de nossos (as) alunos(as) é de baixa renda, onde o sustento é proveniente, geralmente do mercado informal ou de profissões que não exigem muita qualificação para sua realização. Além disso, a formação, da maioria dos responsáveis, se limita a conclusão do ensino fundamental, poucos possuem o ensino médio e superior. (E.E.E.F.M. Desembargador Carlos Xavier Paes Barreto, p.10)

Como pode ser evidenciado, os estudantes são geralmente de baixa renda e estagiam ou até mesmo trabalham em um segundo horário. A localização da escola (Avenida Leitão da Silva, centro de Vitória), desperta o interesse de estudantes de bairros distantes a se matricularem na instituição, muitas vezes por uma questão de logística, justamente por situar próximo ao local de trabalho de grande parte deles.

Outro fator que também deve ser citado é a questão dos bairros adjacentes, que não foram contemplados no texto do PPP, mas que também são origem de grande parte dos estudantes, sendo eles: o Morro da Gurjica, Bairro do São Benedito, Morro Jaburú, Bairro da Penha, Bonfim, dentre outros. Todas estas, consideradas comunidades onde a população em sua maioria é de baixa renda, além de possuírem a realidade do risco social.

Conciliar trabalho com escola, em uma rotina de longos trajetos, com pouco tempo para os estudos, são fatores que potencialmente podem dificultar o desempenho nos estudantes, por estes motivos, o ensino nesses casos pedem uma prática diversificada, que sirva de motivação para superar essas barreiras que vão muito além da escola.

Os módulos foram aplicados a todas as séries do ensino médio, pelo turno matutino, conforme o planejamento inicial do Professor Supervisor do Estágio Supervisionado.

O módulo referente ao Movimento Oblíquo foi aplicado a cinco turmas da 1ª série (A, B, C, D, E) e o módulo sobre Calor foi aplicado a duas turmas da 2ª série (A e B). As turmas das 1ª e 2ª séries eram caracterizadas por serem turmas maiores, entre 25 a 35 alunos. Os módulos sobre Circuito Elétrico com aplicativo, Circuito Elétrico com experimento e sobre Eletromagnetismo foram aplicados a duas turmas de 3ª série (A e B).

Neste caso, as turmas eram pequenas, no máximo quinze estudantes presentes, em função disso, nas atividades com a simulação computacional, tínhamos praticamente um estudante por computador, porém, assim mesmo,

pedíamos que as atividades fossem desenvolvidas em duplas. Nas atividades referentes aos kits de experimentos, tínhamos grupos pequenos de no máximo cinco estudantes.

Vale frisar neste ponto que, a atividade em duplas ou grupos durante a prática investigativa foi intencional e fez parte do planejamento, embora houvesse a possibilidade do trabalho individual. Essa decisão foi tomada dentro do que considero ser inerente a atividade com enfoque investigativo: o trabalho colaborativo, concordando com Carvalho (2013), que sinaliza para a importância da atividade colaborativa como ferramenta de aprendizado e a facilidade de comunicação que há entre os estudantes neste momento, devido aos níveis de desenvolvimentos intelectuais semelhantes.

Nesse mesmo texto, Carvalho (2013) utiliza do referencial teórico de Vigotsky e do conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), no qual, através do mesmo, a autora explica o porquê dos estudantes se sentirem bem nesse tipo de atividade (em grupo):

[...] estando todos dentro da mesma zona de desenvolvimento real é muito mais fácil o entendimento entre eles, às vezes muito mais fácil mesmo do que entender o professor. Além disso, como mostra o conceito, os alunos tem condições de se desenvolver potencialmente em termos de conhecimento e habilidades com a orientação de seus colegas. (p. 5)

Em função disto, houve no planejamento a intenção de que em todas as seis atividades desenvolvidas durante a intervenção, as mesmas possuíssem um caráter colaborativo, para o momento da investigação dos estudantes. Visando com isso, contemplar todos os itens previstos na literatura como as possíveis controvérsias, discussões e consensos entre os estudantes.

4.3. Módulos Educacionais com Enfoque Investigativo

4.3.1. Recursos didáticos

I - Kits experimentais

Os kits pertenciam ao LABEC, disponibilizado aos alunos que cursam as disciplinas de Estágio Supervisionado e também aos estudantes do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID). Esses kits foram

utilizados nas atividades experimentais referentes à Calor, Circuitos Elétricos e Eletromagnetismo, como será citado com mais detalhes a seguir.

II - Phet Colorado

O Phet Colorado é um grupo de pesquisa da University of Colorado, especializados em desenvolver simuladores computacionais voltados para o ensino de ciências, além da implicação dos mesmos no aprendizado dos estudantes.

Esses simuladores são disponibilizados gratuitamente na internet em seu site (http://phet.colorado.edu/pt_BR/) e possuem fácil instalação. Dentre esses, utilizamos nas atividades de Circuito Elétrico e Movimento Oblíquo com simulador.

4.3.2. Utilizando Kit Experimental no módulo sobre Calor

Esse módulo consistia em três experimentos, um sobre Condução, um sobre Convecção e um sobre Irradiação Térmica.

A atividade sobre Condução possuía uma fonte de Calor (Lamparina); um tubo metálico que era apoiado na horizontal em uma estrutura vertical isolante térmica. No tubo, tínhamos quatro objetos colados com parafina, o problema em questão era o de posicionar a fonte de forma que os objetos caíssem no sentido da extremidade para o suporte.



Figura 1: *Experimento de Condução Térmica*

O experimento sobre Irradiação consistia em dois termômetros posicionados dentro de dois suportes cerâmicos, com cores diferentes (branco e preto), posicionados próximos a uma fonte de luz. O objetivo era observar os dois termômetros e tentar explicar qual o fator que justificava a diferença de temperatura que surgia entre eles.

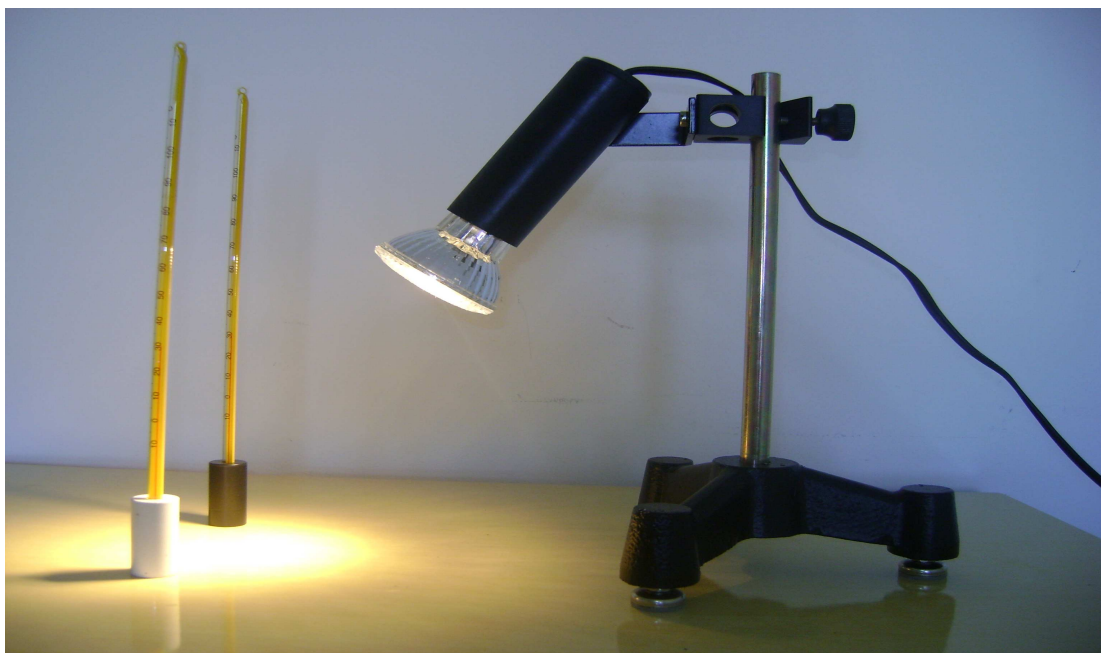


Figura 2: *Experimento de Irradiação Térmica*

O experimento sobre Convecção era baseado em uma lamparina e um cata-vento apoiado na horizontal, em um suporte vertical. Nesse caso tínhamos a liberdade de posicionar o cata-vento próximo à lamparina da forma que quiséssemos, com isso, o objetivo era ajustar esta posição de modo que, obtivéssemos a maior velocidade possível do cata-vento.



Figura 3: *Experimento de Convecção Térmica*

Esse módulo antecedeu a aula expositiva sobre Calor e serviu de introdução ao tema. Antes da experimentação os estudantes responderam um questionário, onde os mesmos tentavam solucionar problemas cotidianos que envolvessem os temas abordados nos experimentos. Após a experimentação os estudantes resolviam novamente este questionário e compartilhavam suas respostas com toda a sala.

O objetivo em utilizar esta atividade em um formato pré/pós-teste, era o de verificar se as atividades do módulo eram capazes de fazer com que os estudantes confrontassem o conhecimento adquirido na experimentação, com os conhecimentos prévios utilizados na resolução dos problemas que estavam presentes nas questões do pré-teste, verificando com isso, se os mesmos teriam um melhor desempenho em suas respostas no pós-teste. A atividade paralela referente a esse módulo se encontra no apêndice 8.1.

4.3.3. Utilizando Simulador no Módulo sobre Circuitos Elétricos

Essa atividade de simulação foi realizada com o uso de um aplicativo (Phet Colorado, 2013) que possibilitava a construção de circuitos elétricos. Esse módulo foi aplicado em um momento oportuno, no qual o tema seria

apresentado aos estudantes. Para iniciar as atividades, realizei uma breve explicação, abordando o princípio de funcionamento do simulador e alguns componentes eletrônicos, mas apenas o suficiente para começarem a prática.

Nesse caso os estudantes eram desafiados a montarem os circuitos onde, a cada sucesso, era pedida uma alteração no circuito, aumentando sua complexidade, nesse caso, o problema em questão era que os alunos deveriam bolar estratégias para desenvolver o circuito que atendesse o desafio. Nesse experimento abordamos os temas como: resistência, carga, circuito série, circuito paralelo, chave interruptora, corrente elétrica, fonte de tensão, amperímetro e voltmímetro. Essa atividade possuía uma parte escrita onde os estudantes deveriam registrar valores, esboçar esquemas de circuito e responder alguns questionamentos associando a simulação com o cotidiano. A atividade paralela escrita se encontra no apêndice 8.3.

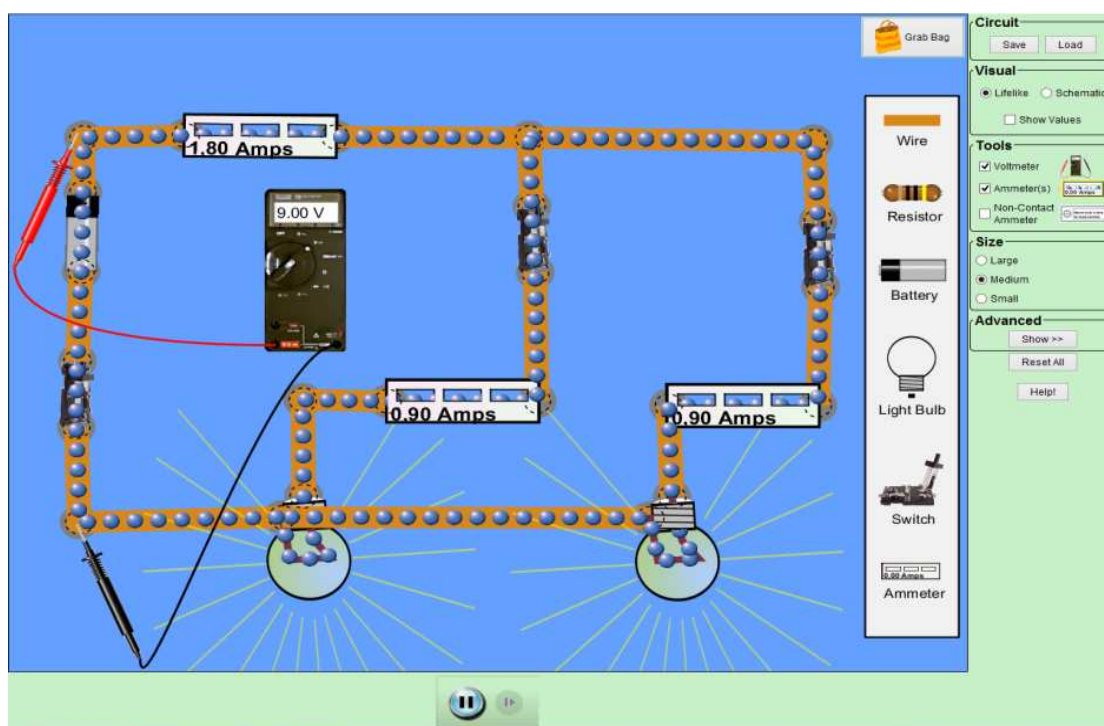


Figura 4: Simulador de Circuitos Elétricos DC, Circuito Paralelo.

Fonte: http://phet.colorado.edu/pt_BR/

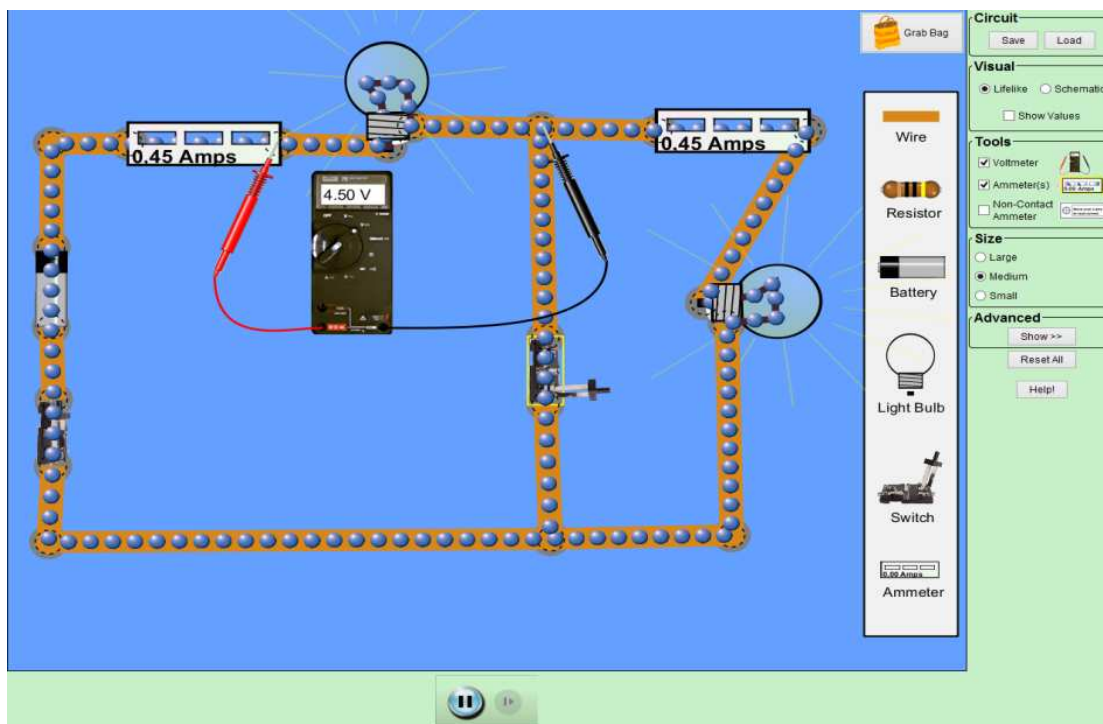


Figura 5: *Simulador de Circuitos Elétricos DC, Circuito Série.*

Fonte: http://phet.colorado.edu/pt_BR/

4.3.4. Utilizando simulador no Módulo sobre Movimento Oblíquo

Os estudantes dos 1º anos geralmente não chegam a estudar sobre Movimento Oblíquo, por questão de tempo e prioridade que é dada aos conteúdos, com isso, desenvolvemos um módulo educacional sobre esse assunto, de modo que os estudantes obtivessem pelo menos os conceitos básicos sobre o tema.

Os estudantes, nesse caso, já possuíam conhecimento prévio sobre Movimento Vertical, Movimento Uniforme e Movimento Uniformemente Variado, então para realização de nossa prática, fizemos uma breve exposição onde definíamos o que era movimento oblíquo e de como manusear o aplicativo.

O aplicativo (Phet Colorado, 2013) simulava um disparo de canhão e possibilitava manipular diversas variáveis como massa, tamanho, velocidade inicial do objeto disparado; ângulo de disparo do canhão e arrasto do ar. Além disso, o simulador nos fornecia ferramentas para fazer medidas referentes aos resultados dos parâmetros iniciais, como altura e distância obtida no disparo.

Utilizamos novamente o modelo de pré/pós-teste, onde coletávamos os conceitos iniciais dos estudantes sobre o tema, pedindo a eles previsões de alguns eventos envolvendo movimento oblíquo. Após a interação com o simulador, o pós-teste pedia uma relação entre a atividade inicial e os resultados obtidos durante a experimentação.

O desafio do estudante era descobrir quais as variáveis que impactavam nas medidas e de que forma se dava as relações entre elas. A atividade escrita paralela se encontra no apêndice 8.2.

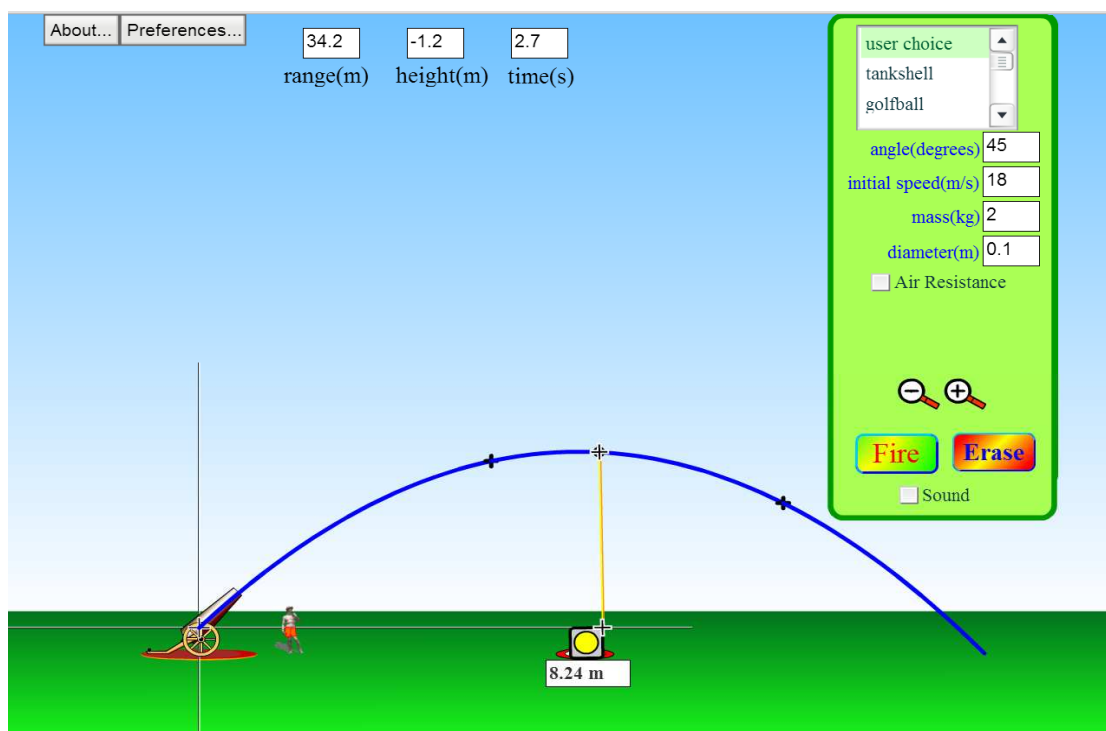


Figura 6: Simulador sobre Movimento Oblíquo

Fonte: http://phet.colorado.edu/pt_BR/

4.3.5. Utilizando Kit Experimental no Módulo sobre Circuitos Elétricos

Esse experimento foi dado às turmas da terceira série, posterior ao experimento de circuitos elétricos envolvendo o simulador. Baseado nisto, desenvolvemos atividades onde o estudante era desafiado a montar circuitos com ordem crescente de desafio, envolvendo três lâmpadas.

Porém, os estudantes, antes de realizar a prática, deveriam desenhar um esquema de montagem para que o mesmo lhes servisse de estratégia para

resolver os desafios. A cada sucesso o estudante era desafiado a montar um circuito mais complexo, até atingir um nível similar aos circuitos que possuem em suas casas.

Os esquemas iniciais eram corrigidos caso percebessem que algum erro foi cometido, além disso, o estudante na atividade escrita tinha de descrever passo-a-passo quais foram às etapas de montagem para fazer com que o circuito funcionasse.

O uso do amperímetro e voltímetro também foi solicitado, onde os estudantes registravam e explicavam, segundo a teoria, o porquê desses valores. A atividade escrita pedia todos os registros desenvolvidos ao longo da experimentação, além de perguntas abertas que relacionavam a prática desenvolvida com a teoria e o cotidiano. A atividade escrita paralela se encontra no apêndice 8.4.

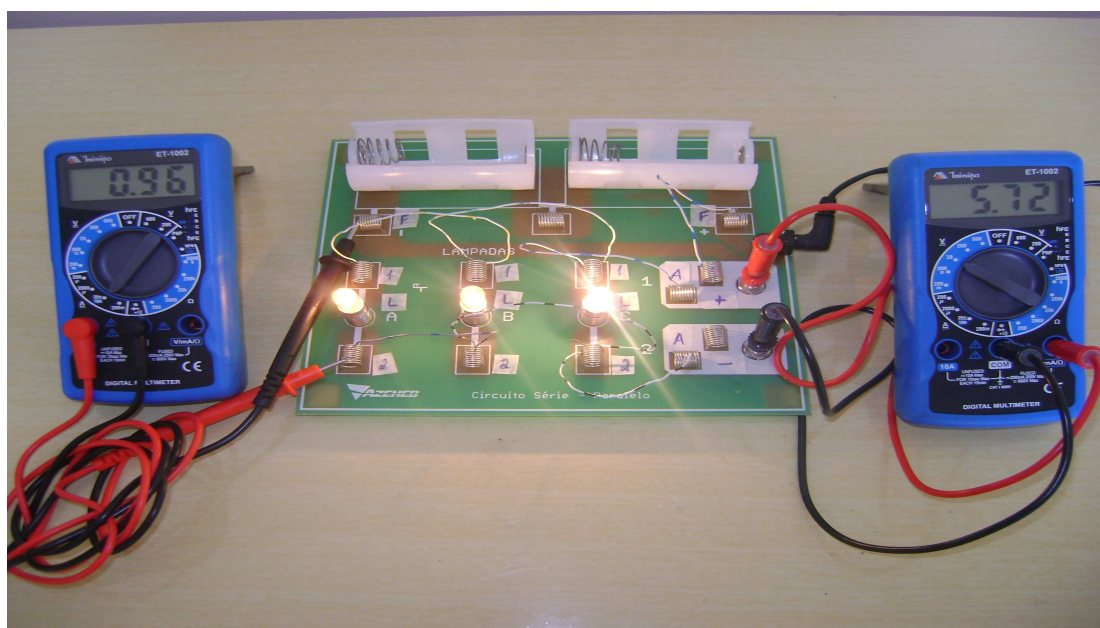


Figura 7: Experimento com Circuitos Elétricos

4.3.6. Utilizando Kit Experimental no Módulo sobre Eletromagnetismo

Esse experimento era dividido em seis partes, onde cada um abordava um campo específico do eletromagnetismo. De forma sucinta, podemos descrevê-los como:

- **Bússola e rosa dos ventos:** Esse experimento consiste em utilizar esses instrumentos combinados, para compreender a relação entre o campo magnético da Terra e os pontos cardeais.

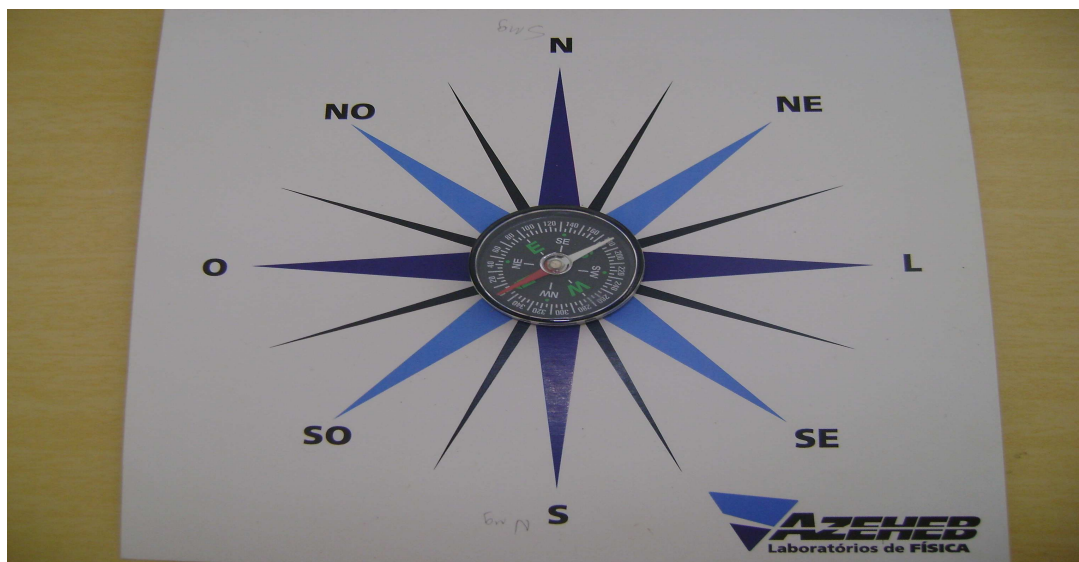


Figura 8: *Experimento da Bússola com a Rosa dos Ventos*

- Ímãs com os pólos coloridos: Nesse caso, aproximavam-se os pólos dos ímãs para se verificar as propriedades magnéticas de atração, repulsão e força por distância.
- Amortecedor magnético: Experimento no qual os ímãs eram sobrepostos, equilibrados por uma haste central de modo que os pólos iguais eram faceados e os ímãs não se tocassem. Nesse caso podíamos relacionar força magnética com força peso e entrar no âmbito de equilíbrio de forças.



Figura 9: *Experimento do amortecedor magnético*

- Barras metálicas e ímã: Aproximavam-se três tipos distintos de barras de metal (ferro, cobre e alumínio) para verificar como se dava a relação destes com um ímã. Objetivamos aqui abordar o assunto do ferromagnetismo.

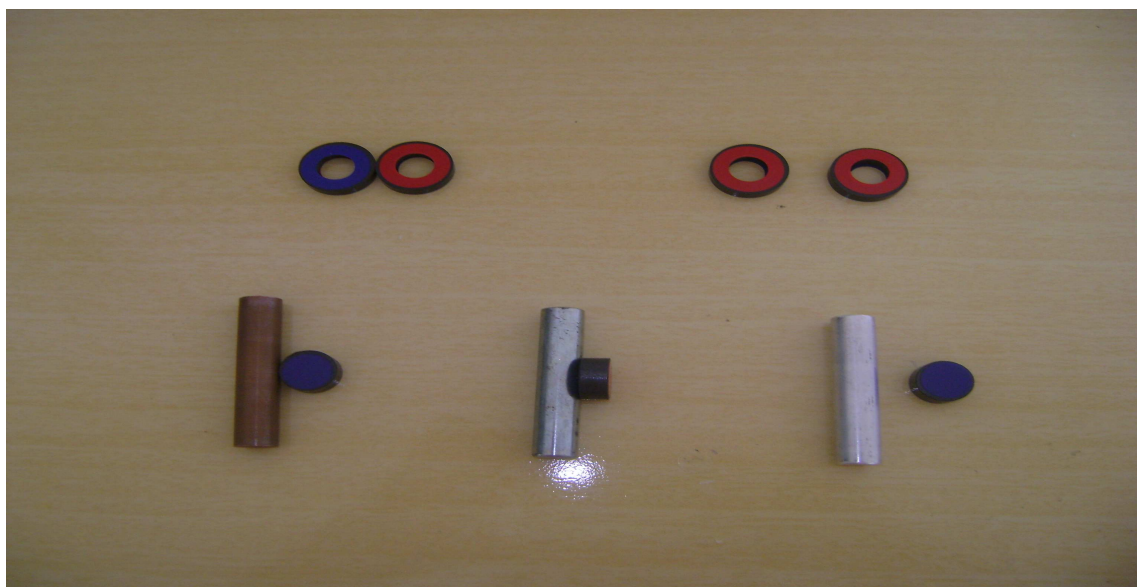


Figura 10: *Experimento das barras metálicas com ímãs e experimento de ímãs com ímãs.*

- Barra metálica, ímã e limalha de ferro: Jogava-se um pouco de limalha de ferro em uma superfície acrílica, encostava-se uma das três barras metálicas na limalha e o ímã na barra. Nesse caso é possível observar o tema sobre imantação e ferromagnetismo.



Figura 11: *Experimento da limalha de ferro interagindo com o ímã e barra de ferro.*

- Bobina e bússola: Experimento que consiste em colocar a bússola dentro da bobina em três situações: Desligada, energizada com uma fonte D/C, energizada com a alimentação da fonte invertida do caso anterior. Esse experimento aborda o caso do eletromagnetismo, relacionando corrente elétrica ao campo magnético.



Figura 12: *Experimento da Bússola interagindo com o campo gerado pela bobina.*

Vale ressaltar, que de todas as intervenções, este trabalho será focado no último módulo (experimentação sobre eletromagnetismo).

Essa decisão foi tomada pelo fato de se ter, no final da coleta, um grande número de dados, resultado das seis atividades investigativas, por esse motivo, optei por fazer um recorte focando em um caso, pois uma análise completa fugiria da instância da Monografia, exigindo mais tempo para o seu desenvolvimento.

Continuando a argumentação sobre a escolha da última atividade, considerando os objetivos traçados nesse projeto, essa foi a que melhor atendeu as minhas expectativas. Isso será descrito de forma mais detalhada na seção de análise e discussões, mas posso adiantar que esse sucesso se deve ao fato de ter sido o último módulo e com isso, a cada erro ou fator relevante observado nos módulos antecessores, um módulo posterior ia sendo melhorado.

Tudo isso resultou que, com a experiência adquirida ao longo do processo, isso implicou diretamente no formato do Módulo sobre Eletromagnetismo. Contudo, sempre que necessário, faremos citações a resultados ou outros fatores observados nas demais intervenções. Vale ressaltar que todas as propostas de atividades dados aos estudantes estão no apêndice 8.5.

4.4. Viés Investigativo para o Módulo de Eletromagnetismo

Esse módulo foi aplicado em um momento no qual eles iriam iniciar o conteúdo sobre magnetismo. Consideramos este o melhor momento para se iniciar a intervenção, pois como os alunos não haviam passado por uma exposição sobre o tema, a atividade investigativa seria a apresentação do assunto aos estudantes.

Antes da atividade experimental, dei uma breve explicação, com o intuito de dar aos estudantes as ferramentas teóricas mínimas, para assim, poderem desenvolver a investigação que tínhamos planejado. Nessa exposição, foi definido:

- O que são pólos magnéticos (Norte e Sul);
- As propriedades de atração e repulsão entre eles;
- O campo magnético da Terra e a sua orientação em relação aos pontos cardeais (O Norte magnético se situa no Sul geográfico e vice e versa).
- O princípio de funcionamento da bússola e sua orientação ao Norte geográfico.

A partir disto fomos para o desenvolvimento da atividade, como já tinha sido dito, as turmas relativamente pequenas proporcionaram grupos entre 4 a 5 estudantes, tínhamos em mente a importância da organização da sala e o ganho da atenção dos estudantes, como parte crucial desse momento inicial.

Os experimentos citados no item (4.3.6.) são conhecidos de qualquer professor de Física, porém o desafio era transformá-los em uma atividade de caráter investigativo, para isso elaborei uma atividade escrita paralela a

experimentação com perguntas abertas possuindo um leve direcionamento ao objetivo que havia traçado.

Na primeira atividade tínhamos:

1) Utilizando a bússola e a rosa dos ventos:

- Descubra que cor representa o lado Norte e o Sul Magnético da bússola.
- Descubra qual é a cor (Vermelho e azul) que representa o Norte e Sul magnético dos ímãs do experimento.

O estudante para resolver este problema, precisava desenvolver uma estratégia baseada na exposição inicial. Nesse caso, ele precisava se situar geograficamente e descobrir onde ficava o Norte geográfico. Com essa informação, ele identificava a posição dos pólos norte e sul magnético da Terra e conseqüentemente a polarização do ímã da bússola (Experimento representado pela figura 8).

No segundo item, ainda referente à primeira questão, uma vez descoberto a polarização da agulha da bússola, ficava fácil associar as cores das faces dos ímãs aos respectivos pólos, sendo necessário apenas aproximar a bússola ao ímã, a cor que atraísse, por exemplo, o norte magnético da agulha da bússola seria o sul do ímã do experimento.



Figura 13: Experimento para descobrir que cor representa os pólos norte e sul dos ímãs

Na segunda questão:

2) Utilizando a referência das cores, aproxime os ímãs e descreva o que você observa.

Como foi dito anteriormente, durante a minha explicação inicial, já havia sido discutidas as propriedades de atração e repulsão magnéticas. Em relação a esse ponto, os estudantes apenas verificaram a teoria. Contudo, conforme manuseavam os ímãs verificando as previsões teóricas, eu incrementava a questão instigando os estudantes a observar relação da força desprendida para aproximar os ímãs, relacionando com a distância que havia entre eles.

Tudo isso com o propósito de incentivar os estudantes a descrever, de que modo se dava essa relação, durante a atividade escrita. Adotei este procedimento me baseando na literatura, onde segundo CAPECCHI (2013), temos que:

A construção da problematização em sala de aula, portanto, não se limita à elaboração de um enunciado bem estruturado, que instigue a curiosidade dos estudantes. É preciso que, a partir de uma questão inicial, os estudantes sejam conduzidos a tomada de consciência de suas ações e que o professor os ajude nesse processo. A questão científica que o professor deseja explorar não precisa ser apresentada desde o início da problematização, mas construída aos poucos por meio de suas intervenções e das contribuições dos alunos. (p. 38)

Seguindo essa perspectiva, toda vez que percebia a possibilidade de explorar além do previsto uma atividade, ou que uma pergunta dava a possibilidade de explorar outras questões além do planejado, o nosso módulo era adaptado de modo a atender essas demandas que surgiam ao longo da atividade.

No terceiro item:

3) Monte o amortecedor magnético e descreva como esse fenômeno é possível.

Antes de montar esse experimento, eu havia feito um esquema no quadro de como deveria ser o que foi chamado de amortecedor. Para isso os estudantes deveriam deduzir que as faces dos ímãs precisariam ser iguais para montar o experimento de acordo com o esquema.

Porém o mais interessante desse aparato é o questionamento de “como isso é possível?”. Nessa parte os estudantes eram indagados a descrever como se dá o fato dos ímãs flutuarem uns sobre os outros.

Para isso, o estudante já deveria ter se apropriado do conceito de força magnética, além de resgatar conceitos como força peso e equilíbrio de forças.

Quarta questão:

4) Aproxime as barras metálicas (Ferro, Alumínio e Cobre) do ímã e descreva o que você observa. O que é possível concluir disto?

Durante a exposição inicial, nada foi mencionado sobre a relação entre magnetismo e metais. Por esse fato tínhamos três objetivos:

- O aluno compreender que o ímã não interage com todos os metais (neste caso a interação seria apenas com a barra de ferro);
- A força que surge entre o ímã e a barra de ferro é sempre de atração;
- A força que surge, possui uma relação com a distância entre os dois.

Quinta questão:

5) Jogue a limalha de Ferro na placa de acrílico, depois encoste uma das barras na limalha e encoste um ímã na barra. Repita esse processo para as três barras. Descreva o que você observa.

Esse experimento tinha como objetivo apresentar ao estudante o conceito de imantação. O estudante ao fazer o teste com as três barras perceberia que, assim como no caso anterior, somente com a barra de ferro haveria interação, além disso, o efeito da imantação dependeria da proximidade entre ímã e a barra.

Tanto a questão 4 como a 5, em nenhum momento foi citado o termo ferromagnetismo, o objetivo era justamente deixar questão em aberto para a aula expositiva, que viria na sequência da experimentação, dando aos estudantes a oportunidade de fazer a correlação entre a teoria e a prática desenvolvida.

Na sexta questão:

6) Pegue o painel com uma bobina e coloque a bússola dentro da bobina. Ligue o circuito e observe o que acontece? Inverta a polaridade da fonte e ligue novamente o circuito, o que acontece de diferente? O que é possível concluir desses dois procedimentos?

Esse experimento foi realizado apenas pela 3ª A, devido ao prazo de finalização das atividades dentro do planejamento do professor supervisor. A terceira série B não conseguiu atingir essa questão e terminou na questão nº 5.

Essa atividade visava instigar os estudantes a estabelecerem relação entre corrente elétrica e magnetismo. A bobina compunha um circuito ligado por uma pilha e acionado por uma chave interruptora.

Os estudantes percebiam o movimento da agulha da bússola se orientando perpendicular a bobina quando ligavam o circuito, e regressando na orientação original ao desligarem.

Como na exposição e na primeira questão tínhamos abordado sobre a bússola e sua orientação em relação ao campo magnético da Terra, agora, o estudante deveria associar esse fato, com o ligar do circuito para que ele pudesse evidenciar que um campo magnético surge toda vez que passa corrente pela bobina.

Na segunda pergunta referente a esta questão, ao inverter a polarização da fonte o estudante observava que a agulha da bússola invertia seu sentido. Como na primeira pergunta da questão 6, os estudantes evidenciaram que corrente gerava campo magnético, na segunda eles deveriam deduzir que o sentido do campo depende do sentido da corrente.

Além de observação e manipulação/interação dos estudantes com os experimentos, precisávamos de uma etapa onde os estudantes sistematizassem o conhecimento, em função disso, ao longo de todo o processo, os estudantes deviam registrar as estratégias e as conclusões que foram adquiridas, após o manuseio dos experimentos. Considero essa etapa da atividade importante, pois o diálogo entre os estudantes e a escrita do conhecimento adquirido são ações que devem ser estimuladas pelo professor, pois o diálogo é a base onde o conhecimento surge e se compartilha, mas a

escrita é uma forma onde o conhecimento é internalizado por cada estudante (CARVALHO, 2013).

Durante todo o tempo eu estava por perto observando e ajudando a tirar dúvidas, no sentido de garantir com que os estudantes compreendessem o que foi pedido. Nas questões nº 1, 3 e 6 eu desenhei um esquema no quadro representando o problema para auxiliar na resolução. Os estudantes podiam levar para casa a atividade paralela escrita ao longo das aulas, para que eles pudessem refletir melhor sobre os argumentos construídos e na aula posterior eles eram retomados dando continuidade à atividade.

Somente uma aula depois de toda a experimentação é que os estudantes deveriam devolver a atividade. Foram no total três aulas com a experimentação para cada turma da terceira série, após a atividade eu retornei apenas na avaliação, dada em uma aula para casa série.

Após o período atividade, o professor supervisor pediu em suas aulas para que os estudantes lessem os capítulos do livro texto referentes aos conteúdos abordados na atividade. Esta etapa foi de extrema importância, pois tudo o que foi construído empiricamente e discutido em aula durante a prática, pôde ser revisto em uma linguagem mais científica.

O estudante ao ler este texto, tende a associar esta linguagem a tudo aquilo que foi visto, podendo com isso se apropriar dela (CARVALHO, 2013). Após a leitura, o professor selecionou alguns exercícios e pediu para que os estudantes resolvessem, estes possuíam um caráter mais qualitativo sobre o conteúdo e, segundo o relato do professor, os estudantes não tiveram muita dificuldade com os mesmos.

Seguindo o conceito de módulo educacional, além da aplicação, existe a etapa de Manutenção do módulo. Esta seria uma revisão do mesmo para identificar falhas e planejar ajustes. Segundo BARBOSA, MALDONADO, MAIDANTCHIK (2003):

O processo de manutenção estabelece as atividades e tarefas do mantenedor do módulo educacional. A manutenção do módulo, de modo similar ao que ocorre em sistemas de software, é observada em virtude da necessidade de: correção de problemas (técnicos e/ou instrucionais), incorporação de novos conhecimentos (resultantes ou não da própria utilização do módulo) e adaptação do módulo a eventuais mudanças tecnológicas. (p. 8)

Baseado nisto, tivemos uma avaliação para investigar a aprendizagem conceitual dos estudantes, além de um questionário, perguntando a opinião dos mesmos sobre as atividades que foram desenvolvidas e o método de avaliação que foi dada. Essas ações foram realizadas com o propósito de avaliar o próprio módulo e, atrelado a um processo reflexivo, poderíamos identificar os pontos fortes e possíveis falhas na intervenção.

Contudo, essa avaliação atende um propósito muito maior: a avaliação da própria prática docente, no qual ao combinarmos o desempenho em relação ao domínio conceitual, os registros observados durante as aulas e o grau de satisfação dos estudantes, teríamos bons indicadores para tal resultado.

Esse resultado, uma vez adquirido, implicaria diretamente no aprimoramento de próximas intervenções, onde o planejamento e sua aplicação devem ser regidos por essas experiências já consolidadas.

4.5. Coleta de Dados

4.5.1. Atividades Avaliativas

Desenvolvemos duas atividades com o intuito de avaliar a aprendizagem conceitual dos estudantes referente a este módulo sobre eletromagnetismo. A primeira consistia na produção dos estudantes referente, a atividade escrita paralela a experimentação composta por diversas questões abertas, com o objetivo de propor os problemas dando um direcionamento na investigação com os experimentos.

Essa atividade também tinha a intenção de desafiar os estudantes na sua capacidade de hipotetizar, analisar, concluir e registrar os acontecimentos referentes à investigação.

Enquanto os alunos desenvolviam esta atividade paralela, podiam contar com o meu auxílio e o do professor supervisor, no sentido de sanar dúvidas referentes ao entendimento da pergunta do problema, no uso de algumas palavras que faltavam no vocabulário na hora de se registrar, no uso correto dos termos físicos referentes aos fenômenos, dentre outros.

No entanto, as soluções para os problemas propostos ficavam a cargo dos estudantes, utilizando do diálogo entre os grupos.

A segunda atividade deste módulo foi uma prova, de caráter qualitativo, sendo que nesta se fazia referência a alguns experimentos realizados solicitando-os que descrevessem o que foi concluído, ou se desenvolvia novas situações problemas para serem resolvidas, estas, porém baseadas nas conclusões obtidas em sala de aula.

Vale ressaltar que as atividades avaliativas referentes ao módulo de eletromagnetismo, se encontram nos apêndices 8.5; 8.6 e 8.7.

4.5.2. Questionário

Esse recurso foi utilizado, com o intuito de avaliar a opinião dos estudantes em relação a estratégia de ensino, desde as atividades desenvolvidas até a avaliação. Contudo, também tínhamos o intuito de, em alguma crítica dos estudantes, observar falhas no planejamento do módulo ou em sua execução. O questionário se encontra no apêndice 8.8.

4.5.3. Diário de Campo

Instrumento utilizado para analisar o processo de ensino e aprendizagem. Este foi usado na forma de registros escritos sobre os eventos ocorridos nas aulas, em ordem cronológica.

O diário de Campo tem como objetivo tornar possível, a avaliação de alguns quesitos que geralmente não são contemplados em uma avaliação comum como: o comportamento dos estudantes mediante a esse formato de aula; as atitudes e mudanças de atitudes, a evolução procedimental referente à experimentação e ao próprio processo de aprendizagem; dentre outros fatores pertinentes que possam influenciar no aprendizado dos estudantes.

Esse instrumento se difere muito dos outros, como ferramenta avaliativa principalmente pelo caráter mais informal, nela pode-se registrar interjeições, atitudes fora da experimentação, falas de alunos ou conversas paralelas, ou seja, tudo aquilo que não é contemplado em uma avaliação formal, mas que pode influenciar no processo.

Vale ressaltar que ao falarmos de diário de campo como ferramenta avaliativa seria no sentido de avaliar o processo (o módulo educacional e a

prática docente) e não como um método para atribuir nota aos estudantes. Embora pudesse ser possível, atribuir valores referentes ao ganho atitudinal e procedimental dos estudantes, em meu planejamento não desenvolvi dispositivos que avaliassem esse ganho, pois me foquei mais na prática investigativa. Desenvolver esse tipo de avaliação relacionado ao ensino por investigação, seria uma pesquisa muito interessante, porém infelizmente não contemplada neste trabalho.

Tudo isso que foi citado como ferramenta de coleta de dados, tem como objetivo servir de base das informações sobre, como os estudantes se relacionaram com as atividades propostas, a organização deles durante o processo de resolução dos problemas que compuseram as atividades, as discussões dos estudantes entre si e as discussões dos estudantes intermediadas pelo professor.

4.6. Método de Análise dos Dados

4.6.1. Análise das Atividades Escritas

Essa modalidade de exercício será analisada de modo a apontar entendimento conceitual dos estudantes. Como a maioria das atividades possuía um caráter qualitativo, no formato de questões semi-abertas, a interpretação dessas questões pede uma análise também qualitativa, evidenciando questões recorrentes, casos isolados e outros fatores pertinentes na análise.

Da escrita, também é possível retirar a apropriação da linguagem científica, o que para SASSERON (2013), é denominado por *Primeiro eixo Estruturante da Alfabetização Científica*. Segundo a autora, esse eixo se caracteriza pela:

[...] compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais e diz respeito à possibilidade de trabalhar com os alunos a construção de conhecimentos científicos necessários para que seja possível a eles aplicá-los em situações diversas e de modo apropriado em seu dia a dia. Sua importância encontra-se, ainda, na necessidade exigida em nossa sociedade desse compreender conceitos-chave como forma de poder entender até mesmo pequenas informações e situações do cotidiano. (p. 45)

Ou seja, a forma como os estudantes se apropriam da linguagem e partir dela constroem estratégias na resolução de problemas, deve ser uma das

variáveis a serem enxergadas em nossa análise. Isso se deve ao fato de, ser este ponto, um dos fatores que evidenciam, pelo menos o princípio, do surgimento de uma autonomia didática, onde os estudantes fogem daquela antiga “mecânica repetitiva” e passam realmente a assumir o perfil investigador desejado.

4.6.2. Critérios da Análise

Para auxiliar na análise dos dados coletados, precisamos apresentar alguns termos que serão utilizados para definir o grau de acerto dos estudantes, referente às questões pedidas no módulo sobre eletromagnetismo.

As questões discursivas serão definidas como Correta, Parcialmente Correta e Incorreta, além disso, as provas também possuem questões objetivas, que para fins de análise, serão avaliadas apenas em corretas e incorretas. Pretendemos com isso, fazer uma análise de frequência simples e tentarmos a partir dessa ferramenta, retirar informações relevantes sobre aprendizagem dos estudantes.

I. Questão Correta:

É aquela onde o estudante atingiu plenamente os objetivos dentro do esperado pelo professor com relação a sua correção científica. Também foi considerada uma questão correta, aquela onde o aluno não atingiu um pequeno item dentro do objetivo, mas acrescentou outra discussão pertinente ao conteúdo, além do que o professor havia pedido para a referente questão.

Exemplo de questões corretas:

Aluno A: “Observa-se que o ímã não atrai todos os metais, que a força existente é somente de atração e quanto mais próximos maior é a força”.

Essa resposta acima foi referente à questão nº4 da atividade desenvolvida em paralelo com a prática investigativa.

Aluno B: “Um ímã independente de ser quebrado, como exemplificarei a seguir, sempre terá dois pólos, um lado sul e o outro norte. Suponhamos que esse ímã seja quebrado (a estudante faz um desenho representando o ímã), depois de quebrado ele ficara assim (a estudante desenha dois ímãs menores que surgem a partir dos pedaços do ímã original). Pólos iguais sofrem repulsão, pólos diferentes se atraem.”

Esta foi uma resposta da questão nº4, letra a, da avaliação sobre eletromagnetismo aplicado a 3ª A. Nesta questão o estudante deveria falar das

forças que surgem referentes a igualdade e diferença dos pólos, além da relação de força e distância que se dá pelos imãs nos dois casos.

Eu esperava este tipo de resposta, pois essa foi uma das conclusões que obtivemos durante a atividade experimental, onde praticamente todos os alunos foram capazes de evidenciar esse fenômeno.

Baseado nisto, a resposta do Aluno B deveria ser Parcialmente-Correta, porém o acréscimo dele em trazer um argumento retirado da leitura do livro didático (não foi abordado o tema dos imãs elementares durante a prática), acrescentado de esquemas em desenho representando o imã quebrado, foi muito rico e entendendo a representação através de uma figura como forma de expressar o entendimento, considere a resposta correta..

II. Questão Parcialmente Correta

É aquela cujo estudante não atingiu plenamente os objetivos. Seja por falha na escrita ou nos próprios conceitos adquiridos, o estudante nesse caso peca em alguma das partes que compõem a resposta (início, meio ou fim), fazendo com que o professor não seja capaz de verificar se o estudante apropriou-se do(s) conceito(s) de forma satisfatória.

Exemplificando:

Aluno C: "Imã com a barra de ferro: Quando o ferro é exposto a um campo magnético, ele passa a ter as propriedades do imã, assim eles vão se atrair, pois o ferro passa a ter dois pólos o positivo e negativo".

O texto acima foi uma resposta da questão nº 4, letra b, da atividade avaliativa aplicada a 3ª B, nesse exemplo, percebe-se que o estudante compreendeu a questão da interação entre o imã e a barra de ferro, porém na sua escrita ele denunciou ainda não ter se apropriado devidamente da linguagem (ou significação) correta, notamos isso devido à troca dos termos "Norte e Sul" por "Positivo e Negativo".

Além disso, nessa questão, era esperado do estudante sobre a relação entre força e distância da barra com o imã, assunto este que foi muito abordado durante a prática, ficando ele devendo a resposta neste quesito. Por estes motivos o estudante não pode ter sua questão considerada plenamente, ficando classificada como Parcialmente-Completa.

III. Questão Incorreta

Nesse caso ou o estudante deixou em branco; se desviou totalmente do objetivo da questão; escrita muito mal estruturada inviabilizando a análise ou qualquer outro fator semelhante capaz de evidenciar o fato da não compreensão do estudante sobre o assunto requerido.

Como exemplo, podemos citar:

Aluno D: "O ímã flutua sobre a barra de ferro, pois a força de repulsão magnética é maior que a força de atração, ou seja, quanto mais próximo chegar o ímã do ferro, aumentará mais ainda a força de repulsão entre os dois".

Essa foi uma resposta da questão nº 2, da prova dada a 3ª B. A resposta ideal seria uma na qual o estudante relacionasse as forças peso e atração magnética, para que no experimento hipotético apresentado, pudéssemos fazer com que a barra de ferro flutuasse.

Essa questão é similar a questão nº 3 da atividade paralela (amortecedor magnético), sendo que na avaliação, apenas invertemos um pouco a lógica, justamente para desafiar os estudantes.

Na resposta do aluno D, verificamos em sua escrita que o mesmo não compreendeu a proposta da questão e até mesmo alguns princípios mínimos sobre magnetismo, como no caso, a impossibilidade de haver repulsão, através da interação simples entre o ferro e o ímã.

4.6.3. Análise do Questionário

O questionário será analisado, como forma de registro, buscando extrair dos estudantes uma avaliação sobre a intervenção realizada. Sentimentos como empolgação ou frustração pelas atividades, podem denunciar pontos relevantes a serem levados em conta nas conclusões.

Além do mais, mesmo possuindo as atividades escritas para se analisar, temos a opinião dos próprios estudantes que também deve ser levado em consideração, em relação a aspectos metacognitivos e em relação à experiência dos mesmos com o ensino por investigação.

4.6.4. Análise do Diário de Campo

Foram analisados os indicadores que possibilitem a avaliação da atitude dos estudantes e os procedimentos (estratégias de ação) utilizados por eles para resolução dos problemas propostos ao longo do processo.

Através de registros posteriores a cada intervenção, coletamos dados que considero relevante como o nível de interesse, tempo gasto em relação ao previsto, principais questionamentos em aula referentes ao tema e relatos dos estudantes que exponham o nível de satisfação ou não, pela realização desses tipos de atividades.

Além disso, essas informações do ao longo da prática potencializarão reflexões importantes sobre como a forma que se deu o processo, influenciou os resultados encontrados.

5. ANÁLISES, RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Análises desenvolvidas no Módulo de Eletromagnetismo

Nesse módulo desenvolvemos duas atividades escritas, sendo que uma foi desenvolvida paralela a experimentação e outra foi a avaliação final (prova). A atividade paralela possuía dois objetivos, sendo o de orientar a prática e avaliar o ganho conceitual dos estudantes ao longo da atividade. A prova tinha o objetivo de medir o ganho conceitual ao final do processo, além de acrescentar no processo de aprendizagem com novas situações problemáticas, contudo, estas serão discutidas mais a seguir. Estas duas atividades se encontram nos apêndices nº 5, 6 e 7.

5.1.1. Atividade paralela a experimentação

Ao analisarmos o resultado final da atividade paralela, percebemos que os estudantes demonstraram um ganho tanto conceitual (pela apropriação de conhecimentos referentes ao tema) como da escrita (apropriação da linguagem científica para construção do texto expondo a resolução atingida).

Nas tabelas 1 e 2 apresentamos a frequência por categoria de resposta para cada uma das turmas da 3ª série. A primeira coluna dessas tabelas especificam o número da atividade e as outras três colunas apresentamos a frequências dos estudantes dentro das categorias: correta, parcialmente correta e incorreta.

Atividade paralela 3ª A (12 estudantes)			
Nº	Correta	Parc. Correta	Incorreta
1	100%	0%	0%
2	100%	0%	0%
3	100%	0%	0%
4	100%	0%	0%
5	100%	0%	0%
6	67%	25%	8%

Tabela 1: Resultado da atividade paralela dado a 3ª A

Atividade paralela 3ª B (14 estudantes)			
Nº	Correta	Parc. Correta	Incorreta
1	64%	36%	0%
2	36%	64%	0%
3	93%	7%	0%
4	64%	36%	0%
5	57%	36%	7%

Tabela 2: *Resultado da atividade paralela dado a 3ª B*

A 3ª A foi uma turma que se destacou no sentido de cumprir o planejamento, chegando até a sexta atividade e no sentido de desempenho, atingindo uma frequência consideravelmente maior de acertos. Porém, como a 3ª B não obtivemos muitas respostas incorretas, a maior parte dos estudantes acertaram parcialmente as questões. Fatores que possivelmente favoreceram a 3ª A foram a facilidade em assimilar o formato das atividades, essa turma avançou mais facilmente nas primeiras atividades, pela compreensão da proposta e atingindo os objetivos pedidos, contribuindo no final para que chegassem até a última questão.

Outro fator que também contribuiu foi a escrita, que nessa turma fluía mais facilmente, por menos vezes nessa turma eu pedia para os alunos reescreverem as respostas, pois as mesmas eram construídas bem estruturadas, neste caso os alunos conseguiam explicitar da forma compreensível o que haviam aprendido na atividade.

Na 3ª B, em muitos casos os estudantes demonstravam ter compreendido a proposta da atividade, porém a desorganização na escrita ou o uso incorreto de algumas concepções cruciais do tema colocava em situação de parcialmente correta. Como exemplo, nessa questão da atividade paralela:

2) Utilizando a referência das cores, aproxime os ímãs e descreva o que você observa.

Como foi possível ver na análise dos dados, as questões parcialmente-corretas foram resultado da troca dos termos de pólos norte e sul por pólos positivo e negativo; cores iguais; lados iguais; pólo vermelho e pólo azul, dentre outros, que dentro da linguagem cientificamente correta, não podiam ser considerados corretos.

Ainda na 3ª B, as questões 4 a 5 também foram significativas a recorrência na categoria parcialmente-correta. A causa seria a troca de alguns significados como atração por repulsão e em especial na questão 5 os estudantes entendiam que quando a barra de ferro perdia o contato com o ímã e não atraía mais a limalha, os mesmos concluíam que surgia uma força de repulsão no momento em que a limalha se desprendia da barra e caía, sendo que na verdade era a gravidade que atuava.

Esses erros recorrentes, nos quais durante a explicação de fenômenos, trocam-se os significados corretos por modelos mais simples, podem ser mais compreendidos se recorrermos a BORGES (1998), utilizando do termo denominado “modelo mental”. Segundo o autor temos a seguinte definição:

Tais modelos são estruturalmente análogos aos processos que acontecem no mundo exterior, embora sejam incompletos e não representem diretamente a realidade. Entretanto eles capacitam cada sujeito a fazer predições e inferências, a compreender fenômenos e eventos, a atribuir causalidade aos eventos observados, a tomar decisões e controlar a execução delas. Alguns desses modelos são adquiridos apenas através de transmissão cultural ou ensino, enquanto que outros são adquiridos da interação cotidiana com outras pessoas e com o mundo. Os modelos mentais são específicos de cada situação, isto é, não existe um modelo mental de uma árvore genérica, mas apenas de árvores particulares. (p. 11).

Segundo o autor modelos mentais são situações onde o indivíduo, uma vez defrontado com uma situação nova e aparentemente complexa, se utiliza do recurso de relacioná-lo com outro termo análogo, sendo este mais simples ou um já conhecido, para com isso, ser capaz de lidar com esta nova situação. Modelos mentais muito conhecidos são, por exemplo, comparar corrente elétrica em fios com água passando em canos; diferença de potencial elétrica com energia potencial gravitacional; força elétrica ($F_e = q.E$) com força mecânica ($F_m = m.a$); dentre outros. No nosso caso, se buscarmos o contexto da situação, tínhamos que os estudantes haviam acabado de sair do conteúdo de eletrostática e eletrodinâmica sendo a experimentação, o primeiro confronto com magnetismo.

Baseado em nosso contexto e no conceito de modelos mentais, torna-se mais fácil compreender esses erros recorrentes, como a troca de significados do tipo “pólos norte e sul” por “pólos positivo de negativo”, sendo este um erro freqüente, no qual o aluno atribui um significado a algo novo em função de algo já conhecido.

O erro recorrente citado na questão 5 da atividade paralela, também pode ser compreendido pelos modelos mentais segundo o qual, o estudante para compreender o motivo da limalha se desprender da barra e cair, ao invés de atribuir a gravidade e a força peso, o mesmo recorre a um modelo mais simples, que seria o surgimento de uma força de repulsão entre a barra e a limalha, pois em uma lógica mais simplória: se a atração prende a limalha a barra de ferro, a repulsão é o que a desprende e faz cair.

Para a turma 3ª A, a única questão na qual encontramos os estudantes na categoria parcialmente correta e incorreta foi a sexta, onde temos:

6) Pegue o painel com uma bobina e coloque a bússola dentro da bobina. Ligue o circuito e observe o que acontece? Inverta a polaridade da fonte e ligue novamente o circuito, o que acontece de diferente? O que é possível concluir desses dois procedimentos?

Isso ocorreu, porque alguns estudantes não deixaram clara a compreensão de que corrente elétrica gera campo magnético, como por exemplo:

Aluno E: Quando a corrente passa pela bobina, faz com que a bússola se mova para o outro sentido contrário ao campo magnético da Terra (quando o circuito está ligado). Quando o circuito está desligado, a bússola se mova por causa do campo magnético da Terra.

Neste exemplo o estudante se preocupa em descrever o que observou, porém não faz uma afirmação concreta da causa do fenômeno. Esperávamos nessa questão que o estudante explicitasse que a corrente elétrica produzia um campo magnético, porém o mesmo descreve apenas que a agulha da bússola se move não sendo suficiente para explicitar a compreensão do estudante. O curioso é que na segunda etapa desta questão o estudante acerta, fazendo

uma citação direta de que a mudança do sentido da corrente muda o sentido do campo magnético:

Aluno E: Quando o sentido da corrente muda, o sentido do campo magnético também muda.

Esse fato deixa explícito que o estudante havia compreendido o conceito físico associada ao fenômeno, porém por não construir a resposta da forma devida não a acertou completamente.

5.1.2. Análise da Avaliação (prova)

Baseado nos bons resultados encontrados na análise da atividade paralela desenvolvida pelos estudantes, agora, tínhamos que a atividade avaliativa (prova) poderia ser algo novo e desafiador. Seguindo o princípio de que a avaliação faz parte do processo de aprendizagem, elaborei uma prova cujas questões eram baseadas nos problemas desenvolvidos na atividade paralela a experimentação, entretanto algumas eram citações diretas as conclusões obtidas na atividade paralela e outras eram novas situações-problema que necessitavam dos conhecimentos adquiridos.

Tudo isso, com o intuito de acrescentar esse processo de aprendizagem e tentar verificar se atingimos o ganho conceitual mínimo desejado no planejamento. Agora, vamos fazer uso das tabelas 3 e 4, com a análise de frequência referente às avaliações:

Avaliação 3ª A (15 alunos)			
Nº	Correta	Parc.-Correta	Incorreta
1	53%	27%	20%
2	0%	53%	47%
3	80%	NA	20%
4	13%	67%	20%
5	20%	33%	47%
6	60%	NA	40%

Tabela 3: Resultado da avaliação aplicada a 3ª A

Avaliação da 3ª B (12 alunos)			
Nº	Correta	Parc.- Correta	Incorreta
1	25%	75%	0%
2	25%	17%	58%
3	75%	NA	25%
4	0%	100%	0%
5	75%	NA	25%
6	50%	NA	50%

Tabela 4: Resultado da avaliação aplicada a 3ª B

A partir dessa análise simples de frequência, algumas discussões são pertinentes de serem realizadas, mas antes ressaltamos alguns pontos importantes:

- As questões que possuem um “NA” (Não se Aplica) eram questões objetivas que não faziam sentido possuírem uma avaliação parcialmente-correta;
- As provas possuíam uma questão diferente de uma turma para a outra. Devido ao avanço da conclusão dos experimentos da 3ª A em relação à 3ª B, as turmas possuíam uma defasagem no conteúdo que foi visto durante a prática em sala, com isso, a prova devia ser condizente com a realidade de cada caso. Para fazer esse ajuste, a questão nº 5 era diferente para as turmas. Essa diferença será mais esclarecida a seguir;
- As questões 1 e 4 possuíam referência direta as conclusões obtidas na atividade paralela a experimentação;
- As questões 2, 3 e 6 eram novas situações problema para serem resolvidas com os conhecimentos adquiridos, dando uma ênfase na questão 2 que possuía um grau de dificuldade maior;
- As duas provas se encontram por completo nos apêndices 8.6 e 8.7, para uma melhor compreensão do leitor.

A questão nº 1 possuiu um bom desempenho, pois apenas 20% dos alunos da turma A erraram totalmente, o restante da turma A e B ficaram

dentro do Correto e parcialmente-correto. Nessa questão houve muitos erros na escrita onde o estudante trocava os termos corretos ou se complicavam na escrita, mesmo ficando claro no texto que o estudante sabia a resposta, a forma como foi escrita comprometia a mesma classificando-a como parcialmente-correta.

Para ajudar na compreensão irei mostrar qual era a primeira questão:

1) Nas antigas navegações, a bússola era a principal ferramenta de orientação em mar aberto.

a) Explique de que forma a bússola auxilia na indicação da direção correta a se seguir.

b) Explique (utilizando os conhecimentos sobre magnetismo), qual é o princípio de funcionamento da bússola.

Na letra “a” o estudante deveria me descrever como a bússola auxilia como ferramenta de navegação, ou seja, dizer que ela mostra ao navegador os pontos cardeais em alto mar. Já na letra “b” o aluno deveria explicar como ela funciona, descrevendo a interação entre o campo magnético da Terra com o ímã da agulha da bússola.

Como exemplo, mostrarei uma resposta correta, parcialmente-correta e incorreta respectivamente para a compreensão de meus critérios:

Aluno F: resposta (a) A bússola indica as regiões geográficas da Terra. Resposta (b): A bússola contém uma agulha magnética com dois pólos, o norte e o sul. Assim também é a Terra que contém o pólo sul magnético (o norte geográfico da Terra) e o norte magnético (o sul geográfico da Terra). Sabendo que pólos magnéticos contrários se atraem, conclui-se que, o pólo norte da agulha da bússola se atrai ao pólo sul magnético da Terra, que é o Norte geográfico da Terra.

Aluno G: resposta (a): Porque na bússola existem ímãs; na Terra temos pólos (norte e sul), portanto quando o navegador que ir por algum caminho específico, seja norte ou sul, logo ele vai direcionar na bússola. Se o navegador indicar o sul da Terra, na bússola estará apontando para o norte, pois o norte da bússola é o sul da Terra e vice-versa. Resposta (b): Na bússola contém ímãs e na Terra temos um campo magnético, ou seja, dois pólos (norte e sul). Portanto bússola vai funcionar de acordo com o local que uma pessoa está apontando, o norte da bússola estará sempre apontando para o sul da Terra. Quando na bússola estiver sul, a pessoa vai está indo em direção para o norte, pois o sul da Terra e sul da bússola se repelem.

Aluno H: resposta (a): Devido ao sul da bússola que é indicado ao norte do campo magnético da Terra. Resposta (b): Mostrar em que sentido está o norte, sul da Terra.

A resposta (a) do aluno F foi correta, pois de forma sucinta ele me explicou como a bússola funciona como ferramenta e na letra (b), o estudante argumentou corretamente, tendo todo o cuidado em diferenciar pontos norte e sul geográficos dos pólos norte e sul magnéticos, além da forma como se correspondem e como a interação entre o ímã da bússola e o campo magnético da Terra permite a orientação em alto mar.

A resposta do aluno G foi muito prolixa e no excesso de argumentos ele se complica como, por exemplo, com afirmação de que "... o norte da bússola é o sul da Terra.". Além disso, ele não faz diferença entre norte e sul geográficos dos magnéticos, ficando difícil fazer uma avaliação de sua compreensão sobre o assunto. Outro fator que compromete sua resposta é que ele limita a bússola no eixo norte-sul cardeal, não ficando clara sua compreensão sobre o funcionamento da mesma.

O aluno H me demonstrou não ter entendido a pergunta, além de não dominar os significados dos termos utilizados.

A segunda questão foi a com maior número de erros e também a mais difícil. O experimento hipotético de como fazer uma barra de ferro flutuar sob um ímã, não foi muito bem compreendida, ou em alguns casos foi compreendida, porém os estudantes não foram capazes de associar o conhecimento na resolução da situação problema. Mostrarei a segunda questão e as respostas dos alunos, de forma análoga a feita anteriormente:

2) Em laboratório, foi possível fazer uma barra de ferro flutuar ao fazê-la interagir com um eletroímã que se encontrava sobre ela.

a) Explique como é possível a barra de ferro flutuar nessa situação.

b) Existem diferenças entre esse experimento e o amortecedor magnético dos experimentos? Se sim quais são elas?

O esperado era que o estudante relacionasse a força peso (para baixo) com a força de atração magnética (para cima) onde este experimento só seria possível em um ponto onde a força peso e a força de atração magnética se equilibrassem (tivessem o mesmo valor) fazendo com que a barra flutuasse. Lembrando, isso foi visto de forma análoga na experimentação no caso do amortecedor magnético (ver figura 9), com leves alterações na lógica do

problema, tanto que a letra (b) pede justamente que o estudante explicitasse essa diferença que basicamente era que no amortecedor as relações de equilíbrio eram entre (peso x força de repulsão), já no experimento da prova seria (peso x força de atração). Para auxiliar os estudantes foi feito um desenho no quadro representando o problema.

Aluno I resposta (a): A barra de ferro vai flutuar porque o peso da barra de ferro vai está maior, portanto a força magnética do ímã e o peso da barra de ferro vão entrar em equilíbrio, fazendo com que a barra fique flutuando. O ímã vai está puxando a barra de ferro para se atrair, mas a força peso vai está puxando para baixo, então a barra de ferro vai ficar balanceada, vai ficar flutuando. Resposta (b): Sim porque no amortecedor magnético os ímãs vão esta se repelindo, mas quando colocamos uma força em cima do primeiro ímã a força de repulsão fica maior e joga o ímã para cima, logo o ímã fica flutuando. A força magnética e a força peso entram em equilíbrio. Na barra de ferro acontece a mesma coisa, porém não tem repulsão entre a barra de ferro e o ímã, o que acontece é que a força peso e a força magnética vão ficar puxando para baixo e para cima.

Aluno J resposta (a): Devido a força de atração do ímã, a barra de ferro foi atraída pelo ímã ficando assim flutuando. Resposta (b): Sim, porque o amortecedor magnético foi feito apenas com ímãs e a força utilizada era de repulsão, já na barra de ferro flutuante era a força de atração entre o ferro e o ímã.

Aluno K resposta (a): O ímã flutua sobre a barra de ferro, pois a força de repulsão magnética é maior que a força de atração, ou seja, quanto mais próximo chegar o ímã do ferro, aumentará mais ainda a força de repulsão entre os dois. Resposta (b): Existem diferenças como o fato de não haver barra de ferro no experimento em sala; a relação era ímã com ímã (no experimento feito em sala) e não ímã com ferro.

A resposta do aluno I foi correta, pois embora ele se complicasse um pouco inicialmente, o mesmo conseguiu ressaltar todos os pontos cruciais do exercício como as relações entre as forças, as diferenças corretas entre os dois experimentos, com afirmações diretas passando segurança de seus conhecimentos.

Já o aluno J, em toda sua argumentação, foi um exemplo muito bom do que é parcialmente correto, pois ele usou justamente a metade da argumentação necessária, faltando falar sobre a força peso na explicação do experimento (letra a) e nas diferenças entre os experimentos (letra b).

O aluno K, na letra (a) fez uma série de afirmações errôneas como força de repulsão entre ímã e ferro e o fato dessa força de repulsão justificar a barra de flutuar. Na letra (b) ele simplesmente descreveu a diferença material entre os experimentos e não a diferença física entre os fenômenos saindo do objetivo da questão. Vale ressaltar que todas as questões foram devidamente explicadas antes de iniciar a aula, além da abertura dada ao estudante de

chamar o professor em uma dúvida de enunciado caso necessário, portanto esse tipo de erro não podia ser tolerado.

Essa questão exigia um raciocínio mais avançado dos estudantes, onde os mesmos deveriam associar as variáveis que tinham conhecimento (atração, repulsão, peso, distância, equilíbrio) para tentar justificar o fenômeno, se configurando como a questão mais difícil. Um ponto interessante observado foi o fato de nenhum aluno da turma A ter acertado completamente a questão, porém nas observações feitas no diário de campo não havia nada que justificasse esse resultado, pelo contrário, a turma A foi até elogiada pelo seu desempenho em compreensão e raciocínio. Também vale ressaltar que a turma B nessa questão errou mais percentualmente, então comparando esses dois fatos, podemos dizer que os dois tiveram a mesma média na questão.

A questão nº 3 obteve um bom desempenho nas duas turmas, onde a turma A teve 80% de acertos e a turma B 75%. Podemos dizer que o desempenho foi bom devido nos dois casos, as turmas terem ficado acima de 60% (que seria a média da aprovação direta), mesmo com a questão possuindo um grau de dificuldade considerável. Vale ressaltar, que o termo ferromagnetismo não foi abordado durante as atividades práticas, mesmo ficando implícito o conceito do mesmo. A questão número 3 era a seguinte:

3) Marque a alternativa correta. *Materiais ferromagnéticos são metais que, uma vez expostos a um campo magnético, passam a apresentar propriedades como se fossem ímãs. Baseado nos experimentos que fizemos com as barras de Ferro, Cobre e Alumínio, podemos concluir que:*

- a) O ferro não é um metal.*
- b) O cobre e o alumínio são materiais ferromagnéticos.*
- c) O cobre e o alumínio não são metais.*
- d) O ferro é um material ferromagnético.*
- e) Todas as anteriores estão erradas.*

A quarta questão da prova era uma citação direta as questões 2 e 4 da atividade paralela ao experimento feitas em sala. Para uma melhor compreensão vamos vê-las:

(Questão da atividade paralela) 2) Utilizando a referência das cores, aproxime os ímãs e descreva o que você observa.

(Questão da atividade paralela) 4) Aproxime as barras metálicas (Ferro, Alumínio e Cobre) do ímã e descreva o que você observa. O que é possível concluir disto?

(Questão da prova) 4) Descreva como se dão as interações:

a) Ímã com outro ímã.

b) Ímã com uma barra de ferro.

Porém, mesmo com a similaridade entre as questões, a maioria dos estudantes ao descreverem as relações entre ímã com ímã e ímã com ferro, esqueceram da relação observada entre força e distância (que foi muito frisada durante as experimentações), não obtendo com isso a pontuação máxima da questão.

A quinta questão da turma A possuía um grau de dificuldade mais alto em relação a 5 da turma B, o que justificou a diferença de desempenho comparando as turmas nesta questão. A questão 5 da turma B era muito semelhante a questão 4 da mesma prova, já a nº 5 da turma A era uma referência direta a questão nº 6 da atividade paralela a experimentação. Para uma melhor compreensão vamos mostrar essas questões:

(Prova turma A) 5) No experimento feito com as pilhas e a bobina, foram feitas duas observações:

I - A orientação da bússola mudava quando o circuito ligava.

II - Ao inverter os fios da fonte, a bússola invertia sua orientação.

a) O que foi possível concluir do item (I).

b) O que foi possível concluir do item (II).

(Atividade paralela) 6) Pegue o painel com uma bobina e coloque a bússola dentro da bobina. Ligue o circuito e observe o que acontece? Inverta a polaridade da fonte e ligue novamente o circuito, o que acontece de diferente? O que é possível concluir desses dois procedimentos?

Obs.: Vale lembrar que, apenas a turma A conseguiu chegar a 6ª questão da atividade paralela em função do seu desenvolvimento e do tempo disponível para as atividades. Justificando a diferença entre as questões da prova.

(Prova turma B) 5) Marque a alternativa correta. (CESGRANRIO-RJ)
Aproxima-se uma barra imantada de uma pequena bilha de aço, observa-se que a bilha:



- a) é atraída pelo pólo norte e repelida pelo pólo sul.
- b) é atraída pelo pólo sul e repelida pelo pólo norte.
- c) é atraída por qualquer dos pólos.
- d) é repelida por qualquer dos pólos.
- e) é repelida pela parte mediana da barra.

(Questão da atividade paralela) 4) Aproxime as barras metálicas (Ferro, Alumínio e Cobre) do ímã e descreva o que você observa. O que é possível concluir disto?

Ao dizer que a questão 5 da prova da turma A era mais difícil, isso se deve ao fato de seu conteúdo ser referente ao experimento que concluía a relação entre corrente elétrica e campo magnético (corrente elétrica gera campo magnético e o sentido do campo criado depende do sentido da corrente), tendo essa experiência uma complexidade e raciocínio maior exigido que os experimentos anteriores. Com isso, mesmo que o estudante tivesse feito este experimento, não era elementar que ele tivesse absorvido essa informação e com fato da questão ser discursiva, essa dúvida em relação a esse tema ficaria mais evidente.

Já na questão 5 da prova da turma B era referente a relação entre ímã e um material ferromagnético. Esse experimento feito em sala era mais intuitivo e fácil de ser aprendido, durante a prática foi percebido que esse experimento não gerou muitas dúvidas, além do fato da questão ser objetiva, dando aos

estudantes nas próprias opções, uma referência ao conteúdo, dando uma maior chance de acerto.

Como essa era a única diferença entre as provas, pode-se dizer que a prova da turma A foi mais difícil que a da turma B. Nesta questão, por exemplo, a turma B teve 75% de acertos, ao compararmos com a questão 5 da turma A temos 20% de respostas corretas e 33% de parcialmente corretas, ou seja, quase metade da turma A (47%) erraram a questão. Contudo o desempenho geral da turma A ainda conseguiu ser um pouco melhor que o da turma B.

A questão nº 6 era muito semelhante ao que se esperava da questão nº 4 (nas duas provas), na qual a questão 6 era objetiva e pedia sobre a relação entre força e distância das interações magnéticas. Essa questão no geral foi levemente superior nos acertos, onde tivemos 60% da turma A e 50% da turma B. Vamos ver novamente as duas para ver melhor a relação entre elas:

(Questão da prova) 4) *Descreva como se dão as interações:*

- a) *Imã com outro ímã.*
- b) *Imã com uma barra de ferro.*

(Questão da prova) 6) *Marque a alternativa correta. Foram feitos experimentos sobre a relação entre força e distância, nas interações entre e o ímã/barra de ferro e ímã/ímã. Como você descreveria a relação entre força (F) e distância (d):*

- a) *As forças de atração e repulsão sempre aumentam conforme a distância aumenta.*
- b) *As forças de atração e repulsão sempre diminuem conforme a distância aumenta.*
- c) *A força de atração aumenta e a de repulsão diminui conforme a distância diminui.*
- d) *Não se observa relação entre força e distância.*

Dentro desse formato de avaliação, consigo retirar alguns aprendizados importantes como:

- Grau de dificuldade: Uma prova totalmente qualitativa (sem contas) não implica diretamente em uma prova fácil;

- Avaliação: É possível fazer uma boa avaliação dos conhecimentos adquiridos pelos estudantes mesmo sem a utilização de ferramentas matemáticas;
- Importância da linguagem utilizada no enunciado da questão: Consigo perceber que o enunciado das questões influenciou no resultado em alguns momentos como a questão nº 4 que praticamente não teve frequência no indicador Correto. Foi percebido que o objetivo central desta questão onde ocorreu mais erros (os estudantes esqueciam de citar a relação entre força e distância), foi acertado por um bom número de estudantes na questão nº 6 que possuía o mesmo tema mas a situação problema foi apresentada de forma diferente, ou seja, provavelmente os estudantes sabiam o conteúdo, porém o enunciado não contribuiu para a compreensão. Possivelmente, se no enunciado eu tivesse explicitado minha intenção em obter respostas que envolvessem as relações entre força e distância nas interações magnéticas, o desempenho poderia ser melhor.

Como foi dito, o objetivo da avaliação foi contribuir para o aprendizado, desafiando os estudantes a se confrontarem com novas situações problemas. Seria muito fácil elaborar uma prova apenas com repetições do que eles haviam feito em sala para obterem um bom resultado, porém isso feriria o que eu acredito que seja o objetivo de uma avaliação.

5.2. Análise do Diário de Campo

Inicialmente, ao se depararem com este novo formato de atividade (atividade investigativa) foi observado que os estudantes ficaram um tanto desorientados e para fazer com que eles compreendessem a proposta da atividade, a primeira das três aulas foi gasta praticamente apenas com um experimento.

Neste momento, os estudantes se encontravam muito confusos e não entendiam qual era o problema e o que deveriam fazer, ficavam meio estáticos aguardando a presença do professor para explicar como começar.

Com o apoio do professor supervisor, íamos aos três grupos e explicávamos qual era a proposta e inclusive que ela dependia da iniciativa dos estudantes, para tentar desvendar as soluções dos problemas propostos.

A partir da segunda questão da atividade de eletromagnetismo, percebi que os estudantes começaram a compreender a lógica do formato das atividades e com isso foram ganhando mais autonomia na resolução dos problemas. Agora, se tornava mais visível a questão colaborativa onde os mesmos dialogavam sobre a solução e qual a melhor forma de descrever o que havia ocorrido. Neste momento, o professor era solicitado apenas no término de uma questão para o início de outra, porém os estudantes pecavam na escrita.

Pelo fato dos estudantes não possuírem a prática da escrita em atividades que envolvessem Física, em muitos casos a construção dos textos ficava confusa e inconsistente, contudo sempre cobrava dos estudantes uma melhora da escrita em função da coerência e dos próprios termos utilizados, fazendo com que eles se acostumassem com a linguagem científica.

Em nenhum dos dois casos (3ª A e B) foi percebido um desvio grande de atenção ou mau comportamento, tanto porque as atividades eram “densas” e demandavam muito dos estudantes. A agitação da turma era justamente o esperado, como conversas referentes ao desenvolvimento da própria atividade (experimentação) e a busca pelo consenso dos grupos sobre a parte escrita.

Vale ressaltar alguns pontos importantes percebidos a partir da segunda aula, como ganhos que vão além do campo conceitual dos estudantes. Como foi citada, a partir da segunda questão, a figura do professor foi menos solicitada e em alguns grupos o professor só era solicitado no término da questão para verificar se o procedimento adotado estava correto.

É possível observar desse fato que os estudantes se apropriaram de atitudes importantes de um ambiente de aprendizagem fundamentado em atividades investigativas, neste caso o professor se torna uma figura orientadora no processo. Essa autonomia em relação ao procedimento na busca pelo conhecimento são algumas evidências de ganho, no campo do conhecimento procedimental dos estudantes.

Outro fator pertinente é o fato de, em alguns momentos os estudantes, ao aguardar o professor ou no desenvolvimento de alguma atividade, extrapolarem o que foi pedido e por sua própria conta, manipulando os experimentos na busca de algo a mais, questionando o professor sobre aquele novo fato.

Um exemplo sobre isto foi observado em um grupo do 3^a A onde os estudantes ao manipularem 5º experimento sobre eletromagnetismo, perceberam um fato para eles curioso. Para uma melhor compreensão vamos relembrar qual era esse experimento:

(Questão da atividade paralela) 5) Jogue a limalha de Ferro na placa de acrílico, depois encoste uma das barras na limalha e encoste um ímã na barra. Repita esse processo para as três barras. Descreva o que você observa.

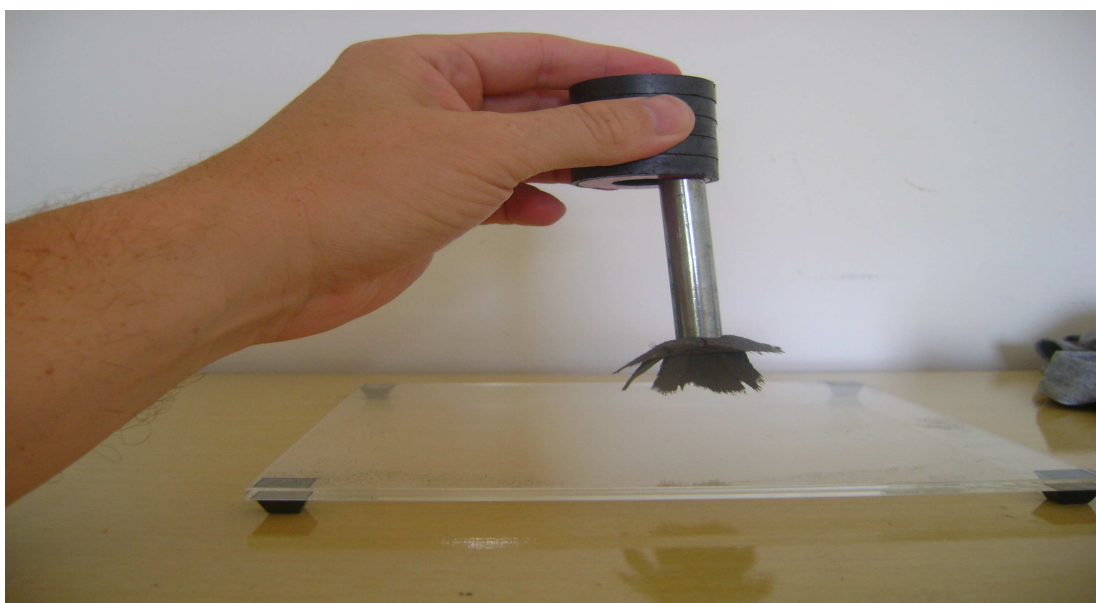


Figura 14: Experimento da limalha de ferro interagindo com o ímã e barra de ferro, conforme o planejamento.

Após terminarem a experimentação solicitada, os estudantes afastaram o ímã da barra de ferro reposicionando os objetos, de forma que a placa de acrílico (com a limalha de ferro) se situava entre o ímã e a barra, porém os estudantes observaram que ainda assim a barra de ferro possuía propriedades magnéticas como se fosse um ímã, com isso, eles me questionaram como esse fenômeno era possível.

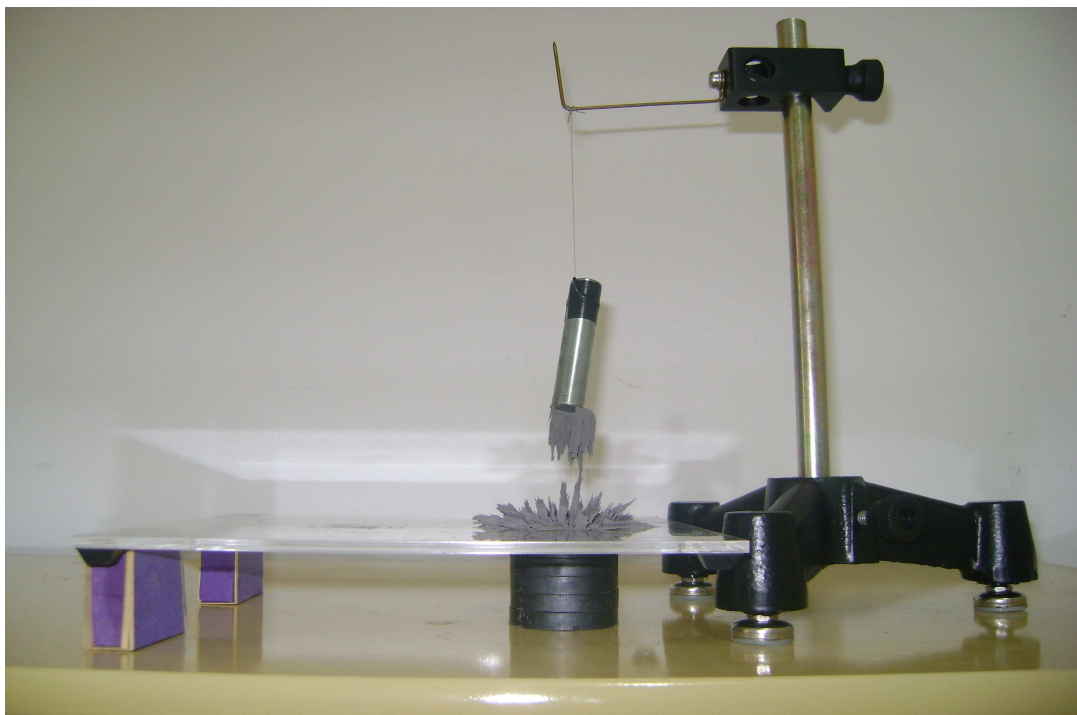


Figura 15: *Experimento da limalha de ferro interagindo com o imã e barra de ferro, modo como os estudantes refizeram.*

Obs.: *Em sala de aula não houve esse suporte para barra na experimentação, o mesmo só foi utilizado para poder tirar esta foto e servir de base para o que ocorreu em aula.*

Outro caso similar foi percebido pelo grupo B da 2ª A, no módulo sobre Calor, durante a experimentação envolvendo convecção térmica. Um estudante do grupo, enquanto manipulava a lamparina, percebeu que a chama aumentava sua altura ao posicionar um objeto cônico (um plástico enrolado afunilando em uma das extremidades) sobre a mesma. A partir deste fato, os estudantes do grupo começaram a colocar e retirar o objeto repetidamente, para verificar se o aumento da altura da chama era coincidência, ou se tinha alguma relação com a ação deles com o objeto.

Depois de confirmarem que a altura da chama e a proximidade com o objeto estavam diretamente relacionados, eles ainda conseguiram perceber que, quando mais afunilado fosse o objeto, mais alta era a chama. Após essas verificações os estudantes chamaram o professor para que explicasse o porquê desses acontecimentos.

Percebo dessas atitudes que, embora eles tivessem concluído o que foi pedido, em vez de se desviarem para conversas paralelas, os estudantes continuaram a manipular os experimentos com iniciativas próprias, até o ponto em que encontraram novas situações que não compreendiam necessitando do professor para a explicação.

No primeiro caso foi explicado aos estudantes que a barra de ferro não adquire propriedades magnéticas apenas pelo contato direto com o ímã, mas sim, através da interação com o campo magnético do mesmo, que pode ser à distância, porém com menos intensidade.

Na segunda situação, expliquei que ao se colocar o objeto afunilado sobre a chama, isso é equivalente a se diminuir a área de escoamento do fluido, que nesse caso era o ar. Da mesma forma que quando se coloca um dedo obstruindo a saída de água de uma mangueira, ao se estreitar a área de um fluido tende-se a aumentar a velocidade do mesmo, isso implica que ao se estreitar a área de escoamento do ar sobre a vela, aumenta-se a velocidade do ar.

Contudo o ar também é responsável como o combustível da chama, ou seja, ao se aumentar a velocidade do ar, acelera-se o processo da queima do combustível, resultando no final em uma chama mais alta.

Essa inquietação aguçada pela curiosidade, na qual independente da cobrança do professor, o estudante através de iniciativa própria, adotava o procedimento que já domina na busca pelo conhecimento, são evidências de uma mudança postura e possíveis indicadores de ganho na esfera atitudinal dos estudantes.

Para finalizar esta etapa, conforme o referencial teórico de Zômpero e Laburú (2011), no que os autores chamam de “*expressão e comunicação dos resultados*”, deveria haver um momento de socialização entre os grupos, sobre tudo aquilo que foi produzido após o período de experimentação e construção do conhecimento escrito. Contudo, não fomos capazes dentro do tempo que nos foi disponibilizado para atingir este objetivo, preferi como professor, dar tempo aos estudantes de errarem, discutirem e registrarem com calma para construir sua resposta.

Também teve o fato de não utilizarmos a ferramenta do pré-teste. No texto de Zômpero e Laburú (2011), esse termo está dentro do que os autores

chamam de “*expressão das idéias dos alunos e emissão de hipóteses*”, onde nesse momento, se separa um tempo para captar os conceitos iniciais dos alunos, juntamente com o levantamento de hipóteses para resolução dos problemas propostos. Mesmo sendo utilizada nos módulos de Calor e Movimento Oblíquo, neste módulo (Eletromagnetismo), preferi não inseri-lo devido à grande demanda de tempo que o mesmo gera e pelo fato de, mesmo sem ele, ainda ser possível fazer uma boa análise de ganho dos estudantes. Além disto, a meu ver, o pré-teste é mais uma ferramenta de pesquisa do que de ensino e optei por não aplicá-lo para não prejudicar o tempo de experimentação e execução das atividades, onde realmente haveria ganho para os estudantes.

Mesmo não atingindo todas as etapas do referencial teórico do que é uma prática investigativa, acredito que ainda assim, atingi o objetivo de apresentar esta perspectiva e aplicá-la da melhor forma aos estudantes.

5.3. Análise do Questionário

O questionário, como foi anteriormente dito tinha por objetivo analisar a opinião dos estudantes sobre a “*experiência*” dos mesmos com a intervenção no ensino de física com enfoque investigativo, ou seja, tínhamos de verificar se o formato das atividades e do método avaliativo foi do agrado deles.

As perguntas eram basicamente sobre as atividades práticas com enfoque investigativo, a atividade escrita feita em paralelo e a atividade avaliativa e sobre a avaliação, onde tudo isso tinha o intuito de ressaltar pontos positivos e negativos e fazer sugestões sobre todo o processo. Lembrando que o questionário também se encontra no apêndice 8.8.

Vale contextualizar que essa análise foi feita logo após os estudantes terem feito a avaliação, os resultados ainda não tinham sido entregues, porém os estudantes sabiam que o resultado da atividade escrita tinha sido bom e estavam aguardando o resultado da prova que seria a ultima atividade do ano letivo, referente às aulas de Física.

Sete alunos contribuíram com o questionário, do total de 26 possíveis. Dentro disso, podemos destacar de antemão que os sete alunos gostaram das atividades em todos os quesitos questionados.

Vamos destacar alguns trechos que acho pertinentes para as discussões relacionadas com a atividade prática:

Aluno F: As atividades em sala de aula com o estagiário serviram como um bom complemento para o entendimento da matéria. Foi ótimo! Pontos positivos: Entendemos melhor a matéria, pois a aula prática é melhor do que a teoria. Pontos negativos: Muitos exercícios, usei muito a minha mente.

Aluno G: Muito eficiente, com mais fácil e melhor entendimento da matéria, porque mostra melhor a realidade nos dando a possibilidade de compararmos a matéria, cada um imaginando e aprendendo da forma que lhe convém. Quanto ao estagiário, também foi ótimo, pois ensinava de uma maneira de fácil compreensão, teve paciência e outros exemplos para facilitar. A prática envolve mais o aluno, ele fica surpreso e se interessa no assunto. Não sei dizer um ponto negativo, mas colocaria o tempo e o intervalo de uma aula para a outra, que no caso era segunda e sexta feira.

Aluno H: Com o estagiário o que vimos na teoria, ele ajudou muito na prática. Pontos positivos: Aula prática com todos os detalhes, explicação detalhada. Pontos negativos: Ele queria explicação com palavras “bonitas” e do jeito que ele queria que falasse e não com as nossas palavras.

Vale destacar nesses trechos o aluno F em sua fala “[...] usei muito a minha mente.” Nesse trecho, ele se refere à dificuldade que sofreu para resolver os problemas propostos. Como foi citado, esse formato diferente de atividade onde o aluno é o responsável, demandou um esforço inicial muito grande até que o aluno se adaptasse, rompendo com o formato tradicional de repetição e substituição de números.

A fala do aluno G também é muito interessante no trecho em que diz “[...] A prática envolve mais o aluno, ele fica surpreso e se interessa no assunto.” Esse trecho evidencia a compreensão do aluno como o centro da atividade e não no professor, ou seja, o aluno compreende a sua importância em seu aprendizado. Além disso, na segunda parte ele cita sua parte motivacional que seria a investigação e a descoberta onde a surpresa o motiva a querer a buscar e aprender mais.

O aluno H faz uma citação direta ao que foi dito anteriormente em relação à escrita dos estudantes. Em muitos casos eles compreendiam o que estava ocorrendo, porém por não ter a prática da escrita em resolução de exercícios de Física e não terem se apropriado do linguajar científico, não conseguiam elaborar respostas satisfatórias. Com isso, constantemente eu pedia que reformulassem as respostas montando textos mais coerentes e utilizando os termos devidos que envolvessem eletromagnetismo. Por exemplo, era constante aparecer termos como pólo positivo e negativo; pólo vermelho e azul; energia passando nos fios ao invés de corrente; dentre outros que são

comuns nesta etapa de aprendizado, contudo, devem ser orientados e corrigidos.

Em relação à atividade escrita, desenvolvida em paralelo a experimentação, destaco os seguintes trechos:

Aluno G: É como se o exercício nos ajudasse a colocar em ordem tudo o que foi dado na prática e nos ajudou a compreender melhor sobre o magnetismo em nosso cotidiano. Nos exercícios algo pode ser considerado negativo é a confusão que vinha na cabeça de algumas perguntas, pois no grupo, às vezes havia opiniões distintas.

Aluno I: Com os exercícios nas atividades práticas ficou melhor, pois tínhamos um roteiro para seguir, tendo uma visualização melhor. Pontos positivos: Melhor entendimento e organização. Pontos negativos: Não tem.

Tanto na fala do aluno G como no I, percebemos a importância da atividade escrita como instrumento orientador das atividades. Embora não se configurasse como um roteiro, as atividades escritas foram planejadas de modo a ter uma seqüência lógica em que o conhecimento adquirido em uma atividade complementar a posterior. Embora possuísem um caráter semi-aberto, questões davam uma boa indicação do caminho que os estudantes deviam seguir não os deixando desorientados, visto a vária gama de possibilidades que a experimentação permitia.

Outra fala interessante é a do aluno G, no trecho em que cita as divergências de opiniões que havia no grupo. Em sua fala ele cita essa divergência como resultado de algumas perguntas que vinha da atividade, na qual após a experimentação, surgiam opiniões diferentes para a possível explicação ou solução do problema.

Esse consenso do grupo possivelmente era algo complicado, tanto que o aluno o cita como um ponto negativo da atividade, porém é justamente isso que buscávamos nesse tipo de atividade, pois nesse ponto, onde os estudantes negociam e chegam a uma conclusão é o sinal de independência e de potencial aprendizado, conforme já tínhamos visto na literatura com CARVALHO (2013), se apoiando no referencial teórico de Vygotsky e segundo SASSERON (2013), na qual a autora utiliza do termo “Interações Discursivas” para sinalizar esse momento de diálogo e conclusão.

Referente à avaliação podemos citar:

Aluno G: A avaliação foi parcialmente tranqüila, exatamente pelo fato de algumas questões nos confundirem.

Aluno H: Achei bom, um modelo diferente do que estamos acostumados a fazer. Ficou bem mais fácil para estudar e memorizar.

Aluno F: Foi ótimo! Ainda não vi a nota que tirei, mas só de não precisar fazer cálculo foi uma vitória. Adorei!

Aluno J: A melhor de todas as avaliações que eu fiz, pois prova somente de cálculos é muito cansativa e envolve muitas fórmulas.

O primeiro fator a se destacar, justamente por sua recorrência é a empolgação dos estudantes por não fazerem uma prova de Física que envolvesse memorização de fórmulas e cálculos. Por serem alunos da 3ª série do ensino médio, os mesmos já possuíam o estigma da Física como a matéria “carrasca” que envolvia provas difíceis repletas de memorização e algebrismo.

Contudo, nesse novo formato, na qual a prova é baseada na atividade prática, a preparação e a própria avaliação se torna algo mais suave para o aluno, pelo fato de, por terem desenvolvido uma escrita junto à prática, o estudo para a prova se torna mais um processo de recordar do que aprender, pois o aprendizado foi justamente durante a prática. O aluno G destaca o fato do grau de dificuldade da prova, que como foi citado, não foi baseada apenas em repetições, mas também em novas situações problema que envolvessem os conhecimentos adquiridos.

Outro fator que também foi recorrente em algumas das respostas dos estudantes foi o fator do tempo. Alguns estudantes reclamaram do pouco tempo das aulas para executar as atividades (aulas de 50 min) e outros reclamaram da distância que havia entre as aulas, na qual uma era na segunda e outra na sexta.

Infelizmente esses são fatores que fogem ao alcance do professor, como a organização escolar, porém não podemos retirar a razão dos estudantes em reclamar do tempo que realmente é pouco para uma aula experimental com enfoque investigativo que envolve organização da sala, montar e desmontar experimentos, análise discussão, tudo isso realmente se comprime em 50 minutos. A distância entre aulas também é outro fator que prejudicava, pois o aluno antes iniciar uma atividade tinha de se lembrar de tudo que foi visto, pois como foi dito, as atividades eram relacionadas e não podia se iniciar as atividades finais sem lembrar-se das iniciais.

No geral o questionário foi muito proveitoso com informações que acrescentaram a análise, mostrando no relato dos estudantes variáveis que

talvez o diário de campo ou a prova não dariam conta de captar, ou mesmo que captassem, ainda assim é interessante verificar a opinião dos estudantes naquilo em que eles estão sendo avaliados/observados como:

- A satisfação dos estudantes com o tipo de atividade;
- Aspectos relevantes previstos na literatura como discussões entre estudantes, a importância da atividade escrita, a importância de fatores externos como a duração e o intervalo entre as aulas;
- Opiniões que servirão para melhorar possíveis módulos e até mesmo a forma como trabalhar na perspectiva investigativa.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A intervenção aplicando os cinco módulos de ensino por investigação se mostrou um grande desafio, mas principalmente um grande aprendizado. Após toda análise há alguns pontos que devem ser destacados, dos quais considero de maior influência em todo o processo.

Uma grande vantagem percebida da metodologia Investigativa sobre a Tradicional foi a possibilidade do erro. O erro é parte fundamental do processo, a partir dele o estudante checa as possibilidades e atinge o melhor resultado, com isso verificamos que o erro é aprendizado.

Na atividade escrita, um fator crucial foi o momento em que os estudantes concluíam a experimentação, buscavam o professor que apontava o erro ou a possibilidade de melhora de suas respostas. Esse processo de construção, através do erro e de sua análise, foi o que culminou no bom resultado dessa atividade.

Uma diferença notável, por exemplo, foi a aplicação da prova. Caracterizada como um instrumento Tradicional de avaliação, que por não contemplar o erro, acaba se tornando mais uma ferramenta de medição do que de aprendizado. Como foi mencionado, em alguns momentos durante a avaliação, foi percebido que o estudante sabia a resposta, mas pelo caráter diferenciado da prova que implica em um diálogo menor entre professor e aluno, a dúvida do estudante acabou culminando no erro, no qual utilizando-se desse método avaliativo, infelizmente é penalizado.

Ao analisar estes dados foi percebido um erro da forma como se deu a avaliação dos estudantes. Ao se introduzir o assunto, o fizemos em um formato investigativo e experimental, porém ao se avaliar, mudamos o formato para algo tradicional e teórico. Embora a avaliação fosse baseada em novas situações problemas, utilizando os conhecimentos adquiridos pela prática investigativa, talvez essa mudança de formato da atividade tenha sido muito “brusca”, ocasionando com isso o desempenho regular que tivemos na prova.

O ideal seria que no lugar desta avaliação, eu tivesse inserido uma atividade intermediária, onde o estudante se deparasse com novos problemas, porém agora com caráter de experimentações hipotéticas e problemas conceituais relacionados a prática, assim como foi a prova. Essa mudança de

formato com caráter de atividade simples contemplaria o erro, que é natural nesse tipo de situação, com isso, estaríamos preparando nossos estudantes para a terceira atividade, que aí sim, teria um caráter de avaliação.

Uma vez deparado com esse formato atividade, o estudante provavelmente estaria mais preparado, podendo a partir daí, pensar em avaliar esse ganho conceitual deles. Vale ressaltar que este tipo de procedimento também não foi possível devido ao curto espaço de tempo que tivemos na intervenção desse módulo, comprimido pelo encerramento do ano escolar.

Outro fator importante seria o intitulado das questões, este que talvez tenha sido o meu maior desafio em relação ao planejamento. Elaborar uma pergunta coerente, que oriente o estudante em sua atividade, em uma linguagem de fácil compreensão **para o estudante**, embora pareça simples, constitui a principal fonte de erros identificados no planejamento.

Como foi citado a questão nº 4 da avaliação sobre eletromagnetismo, foi identificado um erro em seu intitulado, onde eu deveria ter especificado mais o que desejava da questão. Esse intitulado que seria:

(Questão da prova) 4) Descreva como se dão as interações:

a) *Imã com outro imã.*

b) *Imã com uma barra de ferro.*

Foi percebido que o caráter muito aberto da pergunta, deduzindo que os estudantes se lembrariam de tudo o que foi visto na atividade escrita se configurou um erro, pois praticamente nenhum estudante conseguiu acertar totalmente a questão, sendo que a questão nº 6 da prova pedia justamente o item que no geral ficou pendente na questão nº 4, porém na nº 6 muitos alunos acertaram.

Algo semelhante ocorreu na atividade nº 3 do módulo sobre Movimento Oblíquo, onde a atividade de análise dos dados coletados em sala de aula deveria ser feita como exercício para casa. Nessa atividade os estudantes deveriam relacionar as variáveis que eles controlavam (velocidade, massa, diâmetro e ângulo) com as variáveis que eles mediam (altura e distância), nessa relação os estudantes deveriam retornar de que forma as variáveis controladas influenciavam as que eram medidas.

Contudo no intitulado estava escrita da seguinte forma:

3.1. *Comparem os dados obtidos em (2.1) com a resposta do grupo em (1.1), os resultados obtidos na simulação conferem com a resposta inicial? Se não, o que aconteceu de diferente? Como o grupo estabelece a relação entre (ângulo x alcance) e (ângulo x altura)?*

Essa linguagem (ângulo x alcance) e (ângulo x altura) é bastante comum para nós que freqüentamos o nível da graduação, no sentido de entender que significa ângulo **por** alcance e ângulo **por** altura, porém foi percebido que para um estudante do ensino médio, que ainda não se apropriou desse tipo de linguagem, o sinal “X” é simplesmente multiplicação, com isso muitos estudantes ao invés de me retornar uma resposta qualitativa de como se dá a relação entre essas variáveis, simplesmente multiplicaram os valores como resposta.

Esse exemplo exemplifica perfeitamente a importância e a dificuldade de uma pergunta bem elaborada e como ela pode influenciar o desempenho dos estudantes. Acredito que ninguém seria capaz de dizer que esses estudantes não sabiam a resposta, pois visivelmente eles não compreenderam qual era o objetivo da questão.

Um segundo erro ainda referente a isso foi o fato da análise ter sido como um exercício para casa. Como esse método de atividade, o erro não foi contemplado no planejamento, se a análise fosse feita em sala de aula, provavelmente os estudantes teriam pedido esclarecimento e não teriam errado a questão.

Outro fator importante seria a questão motivacional que envolve o ensino e como o molde Investigativo age sobre ela. Foi percebido, ao analisar os diários de campo, que toda a vez quando o estudante percebe o seu progresso, onde o seu aprendizado resulta em sucesso, isso implica em motivação para querer aprender mais.

Ao longo das experimentações, quando as estratégias dos estudantes configuravam o sucesso da experimentação ou do problema proposto, percebia-se uma alegria de conquista e com a contribuição da lógica

progressiva de grau de dificuldade dos problemas, possivelmente esse sucesso dava a eles um sentimento como se tivesse passado a fase de um jogo.

Em todos os casos o envolvimento do professor e dos estudantes com as atividades, dava a todos uma noção de tempo reduzido, como se a aula tivesse acabado rápido, tanto que uma reclamação freqüente dos estudantes foi o tempo de duração das aulas. Dificilmente em aulas tradicionais expositivas, percebe-se tal envolvimento, e nem empolgação ao se acertar um exercício numérico, por exemplo.

Em contra partida, também havia os casos em que os estudantes durante a investigação não conseguiam finalizar as atividades e visivelmente ficavam chateados, porém como foi dito, é nesse momento que o professor surge e torna o erro em uma nova oportunidade de aprendizado. Vale lembrar que o caráter investigativo não implica em abandonar os estudantes durante a aula e sim orientá-los a atingir o objetivo.

Foi notado que uma atividade Investigativa bem elaborada implica diretamente em envolvimento por parte dos estudantes, esse envolvimento não é garantia, mas pelo menos amplia muito a possibilidade aprendizado conceitual dos estudantes. Além disso, o molde investigativo dá a possibilidade pouco explorada no método Tradicional, de buscar ganhos nas esferas Procedimentais e Atitudinais do conhecimento.

O método Tradicional de ensino peca pela passividade fornecida ao estudante, ou seja, um aluno que tira boas notas em provas não necessariamente é um aluno independente e motivado aos estudos. A exposição e a prova se limitam muito a transferência de conhecimento e a medição desse processo. Contudo não estou vindo aqui para dizer que isso não é importante, mas a pergunta que fica é: Que tipo de alunos queremos formar? Se recorrermos novamente ao PPP do Desembargador Carlos Xavier Paes Barreto, no trecho referente aos seus objetivos (que por sua vez são baseados na LDNEN) encontramos as seguintes definições:

Assegurar a todos os alunos a oportunidade de consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental, possibilitando-o o prosseguimento de estudos; Aprimorar o educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico; Garantir a preparação básica para o trabalho e a cidadania; Dotar o educando de instrumentos que o permita continuar aprendendo, tendo em vista o desenvolvimento da compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada Disciplina. (E.E.E.F.M DESEMBARGADOR CARLOS XAVIER PAES BARRETO. p. 7).

Se utilizarmos esse referencial como objetivo, será que conseguiremos formar esse cidadão com autonomia intelectual e com um pensamento crítico, com plena capacidade de dar progressão aos seus estudos e ingressar no mercado de trabalho apenas com a metodologia Tradicional que conhecemos?

Como foi dito no referencial teórico deste trabalho, em ZÔMPERO e LABURÚ (2011), os modelos educacionais foram sendo desenvolvidos e alterados com objetivos bem definidos, conforme as características de cada época, mas hoje a vida exige mais, mais dos alunos, da escola e conseqüentemente dos professores e eu acredito que o Ensino por Investigação seja uma ferramenta potencial para atingir tais objetivos.

Acredito nisto, baseando-me que o método investigativo não te treina na “passividade”, mas te ensina a buscar as soluções, uma vez se deparando com os problemas. Se pararmos para pensar, o que é a vida se não justamente isso, se deparar com problemas, buscar soluções em grupo, bolar estratégias, aprender com os erros e utilizar deste conhecimento para resolver um problema ainda maior. O aprendizado conceitual é importante, mas como foi mencionada, a vida exige mais da escola e a Perspectiva Investigativa se assemelha muito, com as situações que encontramos em nosso cotidiano.

De forma sucinta, acredito que o ensino por investigação seja válido devido abranger muito além do ganho conceitual dos estudantes, pois como foi visto ao longo de todo este trabalho, uma prática investigativa bem sucedida implica em mudança de postura, prática, atitude, motivação, onde todas essas são habilidades que também devem ser exercitadas pelo ambiente escolar.

Vale acrescentar que os alunos quais eu realizei a intervenção eram alunos da 3ª série do ensino médio, seu ultimo ano do ensino regular, estes alunos agora terão de ter a independência em suas decisões, decidir seus futuros em relação à continuação dos estudos (ou não) e seu ingresso no mercado de trabalho.

Dentre tudo o que os estudantes aprenderam em sua trajetória escolar, pessoalmente, acredito que o conhecimento atitudinal, essa área diretamente ligada à motivação, onde possivelmente pode ser acrescentada aos estudantes durante a prática investigativa, seja o conhecimento mais importante e minha principal meta que deveria ser atingida como professor. Digo isso, pois mesmo que o estudante, por qualquer motivo, se distancie dos estudos e perca

muito dos conhecimentos e procedimentos adquiridos, se a atitude permanecer, se o sentimento da importância dos estudos e a “sede” pela busca ainda residir nesse indivíduo, eu acredito que ele será capaz de voltar ao ambiente escolar ou buscar o conhecimento em seu ambiente de trabalho.

Esse meu “sentimento” é muito similar ao que se encontra em POZO e GOMEZ CRESPO (2009), onde temos:

[...] quando o aluno esqueceu boa parte dos conhecimentos conceituais e procedimentais que aprendeu dessa maneira, com certeza ainda irá perdurar nele uma boa parte das atitudes por meio das quais adquiriu esses conhecimentos já esquecidos. Como em tantos outros âmbitos, na aprendizagem as formas costumam perdurar muitos mais do que os conteúdos. Ou, em outras palavras, a forma de aprender ciências pode influenciar mais no futuro acadêmico e pessoal do aluno que os próprios “conteúdos” aprendidos (p.39).

Para finalizar, se meu aluno sair da escola com o entendimento, de que o principal responsável pelo aprendizado não é a escola ou o professor, mas sim o próprio estudante, dependendo diretamente do quanto ele está motivado para isso, se meu aluno for capaz de compreender isso, terei atingido meu objetivo pessoal como professor.

Eu acredito que Ensino por Investigação seja uma abordagem, com a qual eu seja capaz de estimular e contribuir com esta atitude tão importante na vida desses indivíduos. Como professor, este será esse método que irei adotar e humildemente, o aconselho como abordagem a docência para todos aqueles que lerem esse trabalho.

7. REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, Glen S. Educação científica para todos. - Mangualde: Pedago, 2009.

AZEVEDO M.C.P.S. Ensino por Investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. In: Carvalho, A.M.P. (org.), **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**, p. São Paulo: Thomson, 2004. p. 19-33.

BARBOSA, E. F. ; MALDONADO, J. C. ; MAIDANTCHIK, C. L. L. . Padronização de Processos para o Desenvolvimento de Módulos Educacionais. In: XXIX LATIN-AMERICAN CONFERENCE ON INFORMATICS, 2003, La Paz. **XXIX Latin-American Conference on Informatics**. v. 1. p. 1-10.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 19, n.3, p.291-313, dez., 2002.

BORGES, A. T. Modelos Mentais de Eletromagnetismo. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 15, n.1, p. 07-29, 1998.

CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. (Org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013, v. 1, p. 1-20.

Capecchi, M. C. V. . Problematização no Ensino de Ciências. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. (Org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013, v. 1, p. 22-40.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P.; Const ruindo conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova na Escola**, n. 9, p. 31-40 maio 1999.

LIMA, M.E.C.C.; MARTINS, C.M.D.C.; PAULA, H. de F. (Orgs.) **Ensino de ciências por investigação-ENCI**. Vol. III. Belo Horizonte: UFMG/FAE/CECIMIG, 2009.

MILLAR, R. Um currículo de ciências voltado para compreensão por todos. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 5, n. 2, 2003.

MUNFORD D.; DE CASTRO E LIMA M. E. C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, 2007.

PENHA, S. P.; CARVALHO, A. M. P.; Vianna, D. M. A utilização de atividades investigativas em uma proposta de enculturação científica: novos indicadores para análise do processo. In: VII ENPEC, 2009, Santa Catarina. VII ENPEC - **Encontro de Pesquisadores de Ensino de Ciências**. Florianópolis, 2009.

Phet, Interactive Simulation, University of Colorado, grupo que realiza pesquisas tanto no projeto quanto no uso de simulações interativas, cujos simuladores e trabalhos publicados a respeito podem ser encontrados em: <http://phet.colorado.edu/pt_BR/>.

POZO, J. I. Mudando as atitudes dos alunos perante a ciência. In: POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. **A Aprendizagem e o Ensino de Ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5.ed. São Paulo: Artmed, 2009. P. 29-45.

Resultado IDEB 2011 (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica), INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira), disponível em: <<http://ideb.inep.gov.br>>.

Revista do Sistema de Avaliação do Sistema, PAEBES, 2012, disponível em: <<http://www.paebes.caeduff.net>>

RODRIGUES, B. A.; BORGES, A. T. Qual foi o objetivo da aula hoje? In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6.; 2007, Florianópolis. **VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2007.

de SÁ, E. F.; Paula, H. F.; Lima, M. E. C. C.; de AGUIAR JÚNIOR, O. G. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências. In: VI ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2007, Florianópolis. **Atas do VI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2007.

de SÁ, E. F. ; Lima, M. E. C. C. ; de AGUIAR JÚNIOR, O. G. A construção de sentidos para o termo ensino por investigação no contexto de um curso de formação. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 2009, Florianópolis. **Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**, 2009. v. 1. p. 1-12.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. 1ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013, v. 1, p. 41-62.

ZÔMPERO A. F.; LABURÚ C. E. Atividades Investigativas no Ensino de Ciências: Aspectos históricos e diferentes abordagens, **Revista. Ensaio**, Belo Horizonte,v.13,n.3, p.67-80, 2011.

ZÔMPERO, A. F. ; LABURÚ, C. E. As atividades investigativas na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias (En línea)**, v. 5, p. 12-19, 2010.

8. APÊNDICES

8.1. Apêndice 1 – Atividade do Módulo sobre Calor

Aula de experimentação

Nome: _____ Turma: _____

1. Pássaros em dias quentes planam em movimentos circulares para ganhar mais altitude, como isso é possível?
2. Imagine que em sua casa há uma parede que toma todo o sol da tarde até o poente, você tem 2 opções de pintar essa parede do lado de fora, um marrom escuro ou um bege bem claro. Analisando fisicamente, qual é a melhor opção?
3. Painéis geralmente são metálicas, mas com cabo de madeira ou plástico, haveria problema se o cabo também fosse metálico?

Experimento 1

Desejamos que os objetos caiam no sentido da extremidade para a haste, qual é o melhor posicionamento possível da chama para isso?

Experimento 2

Para que a ventoinha rode, qual é o melhor posicionamento da chama? Em que posicionamento ela roda mais rápido?

Experimento 3

Ao posicionar 2 termômetros a mesma temperatura inicial, a mesma distância da fonte de calor, com suporte de mesmo material, mas com cores diferentes, a temperatura irá subir da mesma forma? Por quê?

Obs.: As questões iniciais nº 1, 2 e 3 deverão ser respondidas antes e depois da experimentação, favor não apagar as respostas iniciais.

8.2. Apêndice 2 – Atividade do Módulo sobre Movimento Oblíquo

1. Atividade inicial individual

Considere um lançamento oblíquo em um ambiente sem atmosfera (sem atrito com o ar), nesta situação imagine os seguintes casos:

1.1. O que você espera que aconteça com o valor das grandezas altura e alcance, se aumentarmos o valor do **ângulo de disparo** inicial para um mesmo objeto? Justifique no verso.

Alcance (m)	☐ aumenta	☐ diminui	☐ não se altera	☐ aumente e depois diminui
Altura (m)	☐ aumenta	☐ diminui	☐ não se altera	☐ aumente e depois diminui

1.2. O que você espera que aconteça com o valor das grandezas alcance, altura e tempo se aumentarmos o valor da **velocidade inicial** de disparo para um mesmo objeto? Justifique no verso.

Alcance (m)	☐ aumenta	☐ diminui	☐ não se altera	☐ aumente e depois diminui
Altura (m)	☐ aumenta	☐ diminui	☐ não se altera	☐ aumente e depois diminui
Tempo (s)	☐ aumenta	☐ diminui	☐ não se altera	☐ aumente e depois diminui

1.3. O que você espera que aconteça com o valor das grandezas alcance, altura e tempo se aumentarmos o valor da **massa** do objeto lançado, mas mantendo fixo o seu tamanho, velocidade inicial e ângulo de disparo? Justifique no verso.

Alcance (m)	☐ aumenta	☐ diminui	☐ não se altera	☐ aumente e depois diminui
Altura (m)	☐ aumenta	☐ diminui	☐ não se altera	☐ aumente e depois diminui
Tempo (s)	☐ aumenta	☐ diminui	☐ não se altera	☐ aumente e depois diminui

1.4. O que você espera que aconteça com o valor das grandezas alcance, altura e tempo, se aumentarmos o **diâmetro** do objeto, mas mantendo fixa sua massa, ângulo de disparo e velocidade inicial? Justifique no verso.

Alcance (m)	☐ aumenta	☐ diminui	☐ não se altera	☐ aumente e depois diminui
Altura (m)	☐ aumenta	☐ diminui	☐ não se altera	☐ aumente e depois diminui
Tempo (s)	☐ aumenta	☐ diminui	☐ não se altera	☐ aumente e depois diminui

2. Atividade proposta com o aplicativo em grupo

2.1. Entrem com estes valores no simulador:

- Diâmetro de 0.1m;
- Massa de 1 Kg;
- Velocidade inicial de 20m/s;
- Sem resistência do ar;
- Qualquer objeto;

Variem o ângulo conforme mostra a tabela, e executem o simulador para cada um dos valores anotando os resultados solicitados:

Ângulo (°)	Alcance (m)	Altura (m)	Tempo (s)
15			
30			
45			
60			
75			

2.2. Entrem com estes valores no simulador:

- Diâmetro de 0.1m;
- Massa de 1 Kg;
- Sem resistência do ar;
- Qualquer objeto;
- Ângulo 45°.

Variem a velocidade inicial conforme mostra a tabela, e executem o simulador para cada um dos valores anotando os resultados solicitados:

Velocidade (m/s)	Alcance (m)	Altura (m)	Tempo (s)
10			
20			
30			
40			
50			

2.3. Entrem com estes valores no simulador:

- Ângulo de 45°;
- Sem resistência do ar;
- Diâmetro 0.1m;
- Qualquer objeto;
- Velocidade 15 m/s.

Variem a massa do objeto conforme mostra a tabela, e executem o simulador para cada um dos valores anotando os resultados solicitados:

Massa (Kg)	Alcance (m)	Altura (m)	Tempo (s)
10			
20			
30			
40			
50			

2.4. Entrem com estes valores no simulador:

- Velocidade 15 m/s;
- Massa de 1 Kg;
- Sem resistência do ar;
- Qualquer objeto;
- Ângulo 45 °

Variem diâmetro conforme mostra a tabela, e executem o simulador para cada um dos valores anotando os resultados solicitados:

Diâmetro (m)	Alcance (m)	Altura (m)	Tempo (s)
0,5			
1,0			
1,5			
2,0			
2,5			

3. Análise e interpretação dos dados em grupo

Após realizarem as atividades iniciais e coletarem os dados na atividade do simulador, respondam as seguintes questões:

3.1. Comparem os dados obtidos em (1.1) com a resposta do grupo em (2.1), os resultados obtidos na simulação conferem com a resposta inicial? Se não, o que aconteceu de diferente? Como o grupo estabelece a relação entre (ângulo x alcance) e (ângulo x altura)?

3.2. Comparem os dados obtidos em (1.2) com a resposta do grupo em (2.2), os resultados obtidos na simulação conferem com a resposta inicial? Se não, o que aconteceu de diferente? Como o grupo estabelece a relação entre (velocidade inicial x alcance) e (velocidade inicial x altura)?

3.3. Comparem os dados obtidos em (1.3) com a resposta do grupo em (2.3), os resultados obtidos na simulação conferem com a resposta inicial? Se não, o que aconteceu de diferente? Como o grupo estabelece a relação entre (massa x alcance) e (massa x altura)?

3.4. Comparem os dados obtidos em (1.4) com a resposta do grupo em (2.4), os resultados obtidos na simulação conferem com a resposta inicial? Se não, o que aconteceu de diferente? Como o grupo estabelece a relação entre (diâmetro x alcance) e (diâmetro x altura)?

8.3. Apêndice 3 – Atividade do Módulo sobre Circuitos Elétricos (experimento)

Atividade Experimental – Circuitos Elétricos

1º Passo (Circuito simples):

- Observe o circuito simples de uma lâmpada e desenhe um esquema, identificando os pontos correspondentes às referências do experimento.
- Descreva passo a passo a montagem do circuito.
- Anote o valor da corrente: _____ A.
- Meça a tensão sobre a lâmpada: _____ V.

2º Passo (Circuito Série):

- Desenhe um esquema de um circuito Série com três lâmpadas utilizando as referências do experimento.
- Descreva passo a passo a montagem do circuito antes de ligá-lo, utilizando as referências do experimento.
- Monte o circuito.
- Anote o valor da corrente: _____ A.
- Meça a tensão em cada uma das lâmpadas: La _____ V, Lb _____ V, Lc _____ V.

3º Passo (Circuito Paralelo):

- Desenhe um esquema de um circuito Paralelo com três lâmpadas.
- Descreva passo a passo a montagem do circuito antes de ligá-lo, utilizando as referências do experimento.
- Monte o circuito.
- Anote o valor da corrente: _____ A.
- Meça a tensão em cada uma das lâmpadas: La _____ V, Lb _____ V, Lc _____ V.

Atividade para Casa:

- Por que o amperímetro sempre deve ser ligado em série com o circuito?
- Por que o voltímetro sempre deve ser ligado em paralelo ao circuito?
- Quais os cuidados que se deve tomar com os valores de corrente e tensão, antes de fazer as medidas do circuito.
- Tomando o circuito simples como referência, por que o circuito série possui uma corrente total menor e o circuito paralelo possui uma corrente total maior?
- Por que no circuito série, a tensão sobre uma lâmpada é menor que a fornecida pela fonte e no circuito paralelo é igual?
- Qual a importância que você verificou, de se fazer um esquema planejado antes de montar um circuito elétrico?

8.4. Apêndice 4 – Atividade do Módulo sobre Circuitos Elétricos (simulador)

Atividades com o simulador de Circuito Elétrico

- 1- Monte em circuito para acender uma lâmpada e anote os valores:
Tensão () Volts;
Resistência da lâmpada () Ohms;
Corrente () Ampéres;
Observe o brilho da lâmpada;
- 2- Coloque um interruptor para ligar/desligar a lâmpada;
- 3- Monte um circuito para acender duas lâmpadas e meça novamente a corrente do circuito:
Corrente () Ampéres;
O seu circuito foi? () Série, () Paralelo;
Se comparado ao circuito na situação 1, o brilho da lâmpada foi:
() maior, () menor, () não se alterou;
- 4- Monte o circuito da forma diferente da anterior, meça a nova corrente:
Corrente () Ampéres;
Se comparado ao circuito na situação 1, o brilho da lâmpada foi:
() maior, () menor, () não se alterou;
- 5- Deixe montado o circuito que possibilitou mais luz para o ambiente.
Neste caso anote a corrente em cada lâmpada:
Lâmpada 1 () Ampéres, Lâmpada 2 () Ampéres;
- 6- Utilize o fio disponível na simulação e ligue diretamente os pólos (positivo e negativo) da bateria:
Descreva brevemente o que acontece com o circuito _____

Qual o valor da corrente neste caso () Ampéres;
Desfaça essa conexão.
- 7- Coloque um resistor em série com a bateria. O que acontece com o brilho das lâmpadas?
_____.
- 8- Coloque um interruptor em paralelo com o resistor. Descreva o que acontece quando você:
Fecha a chave _____.
Abre a chave _____.

Atividade para casa:

- Considerando que a lâmpada é ligada como qualquer eletrodoméstico, qual é a forma que vocês acreditam que seja o circuito elétrico nas suas casas, série ou paralelo? Por quê?
- Quanto mais lâmpadas/aparelhos estiverem ligados, o que acontece com a corrente total do circuito?
- O que vocês entenderam por curto-circuito?
- De uma forma geral, para que serve um resistor?
- Qual a utilidade do esquema 8 nas suas casas?
- De que outra forma o circuito 8 pode ser utilizado?

8.5. Apêndice 5 – Atividade do Módulo sobre Eletromagnetismo

ELETROMAGNETISMO

1) Utilizando a bússola e a rosa dos ventos:

- Descubra que cor representa o lado Norte e o Sul Magnético da bússola.
- Descubra qual é a cor (Vermelho e azul) que representa o Norte e Sul magnético dos ímãs do experimento.

2) Utilizando a referência das cores, aproxime os ímãs e descreva o que você observa.

3) Monte o amortecedor magnético e descreva como esse fenômeno é possível.

4) Aproxime as barras metálicas (Ferro, Alumínio e Cobre) do ímã e descreva o que você observa. O que é possível concluir disto?

5) Jogue a limalha de Ferro na placa de acrílico, depois encoste uma das barras na limalha e encoste um ímã na barra. Repita esse processo para as três barras. Descreva o que você observa.

6) Pegue o painel com uma bobina e coloque a bússola dentro da bobina. Ligue o circuito e observe o que acontece? Inverta a polaridade da fonte e ligue novamente o circuito, o que acontece de diferente? O que é possível concluir desses dois procedimentos?

8.6. Apêndice 6 – Avaliação sobre Eletromagnetismo, 3ª A

Avaliação de Física

Nome: _____ Turma: _____

- 1) Nas antigas navegações, a bússola era a principal ferramenta de orientação em mar aberto.
 - a) Explique de que forma a bússola auxilia na indicação da direção correta a se seguir.
 - b) Explique (utilizando os conhecimentos sobre magnetismo), qual é o princípio de funcionamento da bússola.
- 2) Em laboratório, foi possível fazer uma barra de ferro flutuar ao fazê-la interagir com um eletroímã que se encontrava sobre ela.
 - a) Explique como é possível a barra de ferro flutuar nessa situação.
 - b) Existem diferenças entre esse experimento e o amortecedor magnético dos experimentos? Se sim quais são elas?
- 3) **Marque a alternativa correta.** Materiais ferromagnéticos são metais que, uma vez expostos a um campo magnético, passam a apresentar propriedades como se fossem ímãs. Baseado nos experimentos que fizemos com as barras de Ferro, Cobre e Alumínio, podemos concluir que:
 - a) O ferro não é um metal.
 - b) O cobre e o alumínio são materiais ferromagnéticos;
 - c) O cobre e o alumínio não são metais.
 - d) O ferro é um material ferromagnético.
 - e) Todas as anteriores estão erradas.
- 4) Descreva como se dão as interações:
 - a) Ímã com outro ímã.
 - b) Ímã com uma barra de ferro.
- 5) No experimento feito com as pilhas e a bobina, foram feitas duas observações:

I - A orientação da bússola mudava quando o circuito ligava.

II - Ao inverter os fios da fonte, a bússola invertia sua orientação.

 - a) O que foi possível concluir do item (I).
 - b) O que foi possível concluir do item (II).
- 6) **Marque a alternativa correta.** Foram feitos experimentos sobre a relação entre força e distância, nas interações entre e o ímã/barra de ferro e ímã/ímã. Como você descreveria a relação entre força (F) e distância (d):
 - a) As forças de atração e repulsão sempre aumentam conforme a distância aumenta.
 - b) As forças de atração e repulsão sempre diminuem conforme a distância aumenta.
 - c) A força de atração aumenta e a de repulsão diminui conforme a distância diminui.
 - d) Não se observa relação entre força e distância.

8.7. Apêndice 7 – Avaliação Eletromagnetismo, 3ª B

Avaliação de Física

Nome: _____ Turma: _____

- 1) Nas antigas navegações, a bússola era a principal ferramenta de orientação em mar aberto.
 - a) Explique de que forma a bússola auxilia na indicação da direção correta a se seguir.
 - b) Explique (utilizando os conhecimentos sobre magnetismo), qual é o princípio de funcionamento da bússola.
- 2) Em laboratório, foi possível fazer uma barra de ferro flutuar ao fazê-la interagir com um eletroímã que se encontrava sobre ela.
 - a) Explique como é possível a barra de ferro flutuar nessa situação.
 - b) Existem diferenças entre esse experimento e o amortecedor magnético dos experimentos? Se sim quais são elas?
- 3) **Marque a alternativa correta.** Materiais ferromagnéticos são metais que, uma vez expostos a um campo magnético, passam a apresentar propriedades como se fossem ímãs. Baseado nos experimentos que fizemos com as barras de Ferro, Cobre e Alumínio, podemos concluir que:
 - a) O ferro não é um metal.
 - b) O cobre e o alumínio são materiais ferromagnéticos;
 - c) O cobre e o alumínio não são metais.
 - d) O ferro é um material ferromagnético.
 - e) Todas as anteriores estão erradas.
- 4) Descreva como se dão as interações:
 - a) Ímã com outro ímã.
 - b) Ímã com uma barra de ferro.
- 5) **Marque a alternativa correta.** (CESGRANRIO-RJ) Aproxima-se uma barra imantada de uma pequena bilha de aço, observa-se que a bilha:



- a) é atraída pelo pólo norte e repelida pelo pólo sul.
 - b) é atraída pelo pólo sul e repelida pelo pólo norte.
 - c) é atraída por qualquer dos pólos.
 - d) é repelida por qualquer dos pólos.
 - e) é repelida pela parte mediana da barra.
- 6) **Marque a alternativa correta.** Foram feitos experimentos sobre a relação entre força e distância, nas interações entre e o ímã/barra de ferro e ímã/ímã. Como você descreveria a relação entre força (F) e distância (d):
 - a) As forças de atração e repulsão sempre aumentam conforme a distância aumenta.
 - b) As forças de atração e repulsão sempre diminuem conforme a distância aumenta.
 - c) A força de atração aumenta e a de repulsão diminui conforme a distância diminui.
 - d) Não se observa relação entre força e distância.

8.8. Apêndice 8 – Questionário Aplicado aos Estudantes

QUESTIONÁRIO

Nome: _____

Turma: _____

- 1) O que você achou das atividades práticas desenvolvida em sala de aula com o estagiário de física? Descreva pontos positivos e negativos das atividades.

- 2) O que você achou dos exercícios desenvolvidos junto às atividades práticas? Descreva pontos positivos e negativos das atividades.

- 3) Com relação à avaliação final (prova sobre magnetismo) aplicada, o que você achou do modelo adotado?