



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE – FURG
INSTITUTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E FÍSICA
LICENCIATURA EM FÍSICA



DAIANE RATTMANN MAGALHÃES PIREZ

**ATIVIDADES PRÁTICO-EXPERIMENTAIS
CONTEXTUALIZADAS PARA A APRENDIZAGEM
EM ELETROMAGNETISMO**

Rio Grande
2019

DAIANE RATTMANN MAGALHÃES PIREZ

ATIVIDADES PRÁTICO-EXPERIMENTAIS
CONTEXTUALIZADAS PARA A APRENDIZAGEM EM
ELETROMAGNETISMO

Trabalho de Conclusão de Curso de Física
Licenciatura da Universidade Federal do Rio
Grande - FURG, apresentado como requisito
para obtenção parcial para a sua conclusão.

Orientadora:
Profa. Dra. Rafele Rodrigues de Araujo

Rio Grande
2019

DAIANE RATTMANN MAGALHÃES PIREZ

ATIVIDADES PRÁTICO-EXPERIMENTAIS CONTEXTUALIZADAS PARA A APRENDIZAGEM EM ELETROMAGNETISMO

Trabalho de Conclusão de Curso de Física
Licenciatura da Universidade Federal do Rio
Grande - FURG, apresentado como requisito
para obtenção parcial para a sua conclusão.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Rafaele Rodrigues de Araujo – Universidade Federal do Rio Grande – FURG
(Orientadora)

Profa. Dra. Berenice Vahl Vaniel – Universidade Federal do Rio Grande – FURG

Profa. Dr. Valmir Heckler – Universidade Federal do Rio Grande – FURG

*Dedico esta monografia para a pessoa que
estará para sempre em minha memória e em
meu coração, pelo incentivo e amor
incondicional, minha mãe.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus e aos orixás por estar realizando este sonho, pois creio que todos os obstáculos que precisei vencer tiveram um propósito e não existe vitória sem luta.

Depois de toda esta caminhada com tantos percalços, é impossível não olhar para trás e lembrar aquela pessoa que mais me apoiou e incentivou a nunca desistir dos meus sonhos, minha mãezinha. Mãe, mesmo que hoje não estejas fisicamente presente, sinto sempre tua presença, me incentivando e soprando ao meu ouvido que o conhecimento é a única coisa que nunca ninguém vai tirar de mim. Não tenho palavras para agradecer aquela que foi minha primeira professora, mesmo que a vida não tenha te proporcionado avançar em teus estudos. Minha infinita gratidão minha guerreira!!

Agradeço minha querida madrinha Zuleica, que através de um gesto simples, reescreveu a história da minha vida.

Aos amores da minha vida, Richardson e Leonardo, por todo apoio e compreensão perante as minhas ausências. Essa é uma conquista não só minha, mas nossa, pois vocês me acompanharam em todos os momentos, me dando todo o suporte necessário para prosseguir nesta batalha. Sem vocês nada disso seria possível, e também não faria sentido.

A minha querida orientadora Rafaele, exemplo de profissional, mãe e mulher, que aceitou esse desafio e me conduziu nesta pesquisa, sempre com muita dedicação, carinho e compreensão. Por ter se tornado mais do que uma orientadora, e sim uma amiga, que sempre encontrou as palavras exatas para expressar o que, por vezes eu não conseguia explicar.

Ao professor Valmir, por ter aceitado participar da banca dando suas contribuições e por ter me instigado a querer compreender do que se tratava o curso de Física Licenciatura, logo no início da minha graduação.

A professora Berenice, sempre envolvida com as práticas experimentais, meus sinceros agradecimentos pelas contribuições e disponibilidade.

As escolas Zenir de Sousa Braga e Silva Gama, representadas por suas diretoras, por terem aberto suas portas para que eu pudesse realizar a minha pesquisa. As professoras Deise e Cristiane por terem me cedido seus alunos que contribuíram ricamente para o desenvolvimento deste trabalho. Meu carinho e gratidão a cada um dos alunos que participaram do curso de extensão, que se envolveram ao longo do processo e pelas lindas palavras que me levaram as lágrimas e a ter a certeza de que estou no caminho certo.

E a Universidade Federal do Rio Grande, a nossa FURG, por estar me proporcionando momentos de tantos aprendizados e possibilidades de qualificação enquanto técnica desta instituição.

E a todos que de alguma forma contribuíram para que este momento fosse possível.

*Educar é impregnar de sentido o que
fazemos a cada instante!*

Paulo Freire

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo investigar como as atividades prático-experimentais contextualizadas potencializam a compreensão de conceitos do eletromagnetismo para estudantes da Educação Básica. Dessa forma, a pesquisa de cunho qualitativo, ocorreu através da oferta de um curso de extensão “Experimenta Física: Práticas Experimentais e Contextualizadas de Eletromagnetismo” a estudantes da Educação Básica do município de Rio Grande/RS. O referido curso foi realizado com duas turmas, sendo uma do nono ano do Ensino Fundamental e a outra do terceiro ano do Ensino Médio. A coleta de informações ocorreu através das atividades ofertadas durante o curso, que estavam organizadas em três tópicos: Eletrostática, Eletrodinâmica e Eletromagnetismo. A partir das informações coletadas e a análise realizada encontramos três categorias, sendo elas: A contextualização associada às atividades prático-experimentais promovendo a mudança da concepção da disciplina de Física; A apropriação do conhecimento científico a partir da articulação entre teoria e prática; e Os questionamentos e a problematização das situações geradas pelas atividades prático-experimentais promoveram o diálogo entre os sujeitos. Percebemos que a manipulação dos materiais e os trabalhos em grupo propiciaram um envolvimento dos estudantes no processo de aprendizagem. Além disso, o desenvolvimento das atividades prático-experimentais em grupo e de forma contextualizada, possibilitou o diálogo entre os envolvidos no processo educativo. Nessa perspectiva, concluímos que a inserção de atividades prático-experimentais contextualizadas nas aulas de Física potencializam o diálogo e a apropriação do conhecimento científico, por meio das indagações, interações e problematizações geradas por essa estratégia metodológica.

ABSTRACT

The aims of present work were investigate how the activities contextualized practical-experimental enhance the understanding of electromagnetism concepts for students of Basic Education. Thus, the qualitative study was performed by providing an extension course “Experiment Physics: Experimental and Contextual Practices of Electromagnetism” to students of Basic Education of the city of Rio Grande / RS. This course was held with two classes, one from the ninth grade of elementary school and the other from the third year of high school. Data collection occurred through the activities offered during the course, which were organized into three topics: Electrostatics, Electrodynamics and Electromagnetism. From the information collected and the analysis we found three categories, which are: The contextualization associated with practical-experimental activities promoting the change in the conception of the discipline of Physics; The appropriation of scientific knowledge from the articulation between theory and practice; and The questions and the problematization of the situations generated by the practical-experimental activities promoted the dialogue between the subjects. We noticed that the manipulation of materials and group work led to the students' involvement in the learning process. In addition, the development of practical and experimental activities in group and in a contextualized way enabled the dialogue between those involved in the educational process. In this perspective, we conclude that the insertion of contextualized practical-experimental activities in physics classes potentiates the dialogue and the appropriation of scientific knowledge through the questions, interactions and problematizations generated by this methodological strategy.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Graus de liberdade do professor/aluno em aulas de laboratório

Quadro 2: Diferenças entre o laboratório tradicional e as atividades investigativas

LISTA DE SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BSCS	Biological Science Curriculum Study
EF	Ensino Fundamental
E.E.E.M	Escola Estadual de Ensino Médio
EM	Ensino Médio
E.M.E.F.	Escola Municipal de Ensino Fundamental
FURG	Universidade Federal do Rio Grande
LDR	Resistor Dependente de Luz
LE	Laboratórios Estruturados
LNE	Laboratórios Não Estruturados
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
PhET	Physics Education Technology Project
PSSC	Physical Science Study
PVC	Policloreto de Vinila
RS	Rio Grande do Sul
V	Volts

LISTA DE ANEXOS

- Anexo I** Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para Participantes do Projeto de Pesquisa
- Anexo II** Atividade sobre Eletrostática
- Anexo III** Atividade sobre Eletrodinâmica

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1. QUESTÃO DE PESQUISA.....	16
1.2. OBJETIVOS.....	16
1.3 JUSTIFICATIVA.....	17
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
2.1 ASPECTOS EMERGENTES DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA.....	20
2.2 DAS ATIVIDADES DE DEMONSTRAÇÃO ÀS ATIVIDADES DE INVESTIGAÇÃO.....	27
3. ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS.....	33
4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DAS INFORMAÇÕES.....	36
4.1 A CONTEXTUALIZAÇÃO ASSOCIADA ÀS ATIVIDADES PRÁTICO-EXPERIMENTAIS PROMOVENDO A MUDANÇA DA CONCEPÇÃO DA DISCIPLINA DE FÍSICA.....	36
4.2 A APROPRIAÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO A PARTIR DA ARTICULAÇÃO ENTRE TEORIA E PRÁTICA.....	41
4.3 OS QUESTIONAMENTOS E A PROBLEMATIZAÇÃO DAS SITUAÇÕES GERADAS PELAS ATIVIDADES PRÁTICO-EXPERIMENTAIS PROMOVERAM O DIÁLOGO ENTRE OS SUJEITOS.....	49
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
5.1 SENTIMENTOS E PERSPECTIVAS DE UMA PROFESSORA INICIANTE.....	53
5.2 AS EMERGÊNCIAS E OS ARGUMENTOS DA PESQUISA.....	55
6. REFERÊNCIAS	57
7. ANEXOS.....	61

7.1 ANEXO I - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PARTICIPANTES DO PROJETO DE PESQUISA.....	61
7.2 ANEXO II - ATIVIDADE SOBRE ELETROSTÁTICA.....	62
7.3 ANEXO III - ATIVIDADE SOBRE ELETRODINÂMICA.....	63

1. Introdução

Estamos vivenciando atualmente um acelerado desenvolvimento tecnológico e os dispositivos eletrônicos se fazem presentes na vida dos estudantes cada vez mais cedo. Porém, apesar da utilização dessa tecnologia constantemente em suas práticas diárias, estes estudantes não relacionam, na maioria das vezes, o que aprendem em suas aulas de Física com os conceitos envolvidos para o funcionamento de tais dispositivos. Nesse sentido, acabam por não entender a necessidade de se estudar Física, tendo como consequência uma aversão por esta disciplina, a qual contribui para o desenvolvimento tecnológico.

Nessa perspectiva, uma metodologia de ensino que poderia colaborar para uma mudança desta concepção dos alunos em relação ao ensino de Física seria a utilização de atividades experimentais. A principal característica destas atividades é que através delas os estudantes são colocados em contato com materiais concretos e/ou simbólicos a fim de entender alguns fenômenos naturais observados e estudados em suas aulas teóricas. Sendo assim, é com a interação entre teoria e prática que reside a importância destas atividades.

Apesar de diversos pesquisadores concordarem com o fato de que a utilização desta metodologia potencializa o processo de ensino e aprendizagem, bem como motiva os estudantes para o aprendizado dos conceitos físicos, estas práticas muitas vezes não chegam a ser aplicadas nas escolas. Entre os diversos fatores que influenciam para que isto ocorra, Pena e Ribeiro Filho (2009) ressaltam que são: falta ou carência de pesquisa sobre o que os alunos realmente aprendem por meio de experimentos, despreparo do professor para trabalhar com atividades experimentais e condições de trabalho.

Tendo em vista as atividades que foram desenvolvidas no decorrer desse trabalho, consideramos importante explicar a razão pela escolha da expressão atividades prático-experimentais. Segundo Hodson (1992) *apud* Pereira e Moreira (2017) um trabalho prático inclui todas as atividades em que o aluno esteja ativamente envolvido, incluindo, entre outros, o trabalho laboratorial. Já o termo experimental refere-se a uma atividade que envolve controle e manipulação de variáveis. Portanto, utilizaremos o termo atividades prático-experimentais ao nos designarmos as atividades que iremos desenvolver, devido ao fato que nas atividades propostas os alunos são instigados a fazer reflexões sobre os fenômenos, levantar hipóteses, alterar parâmetros e argumentar com seus colegas sobre suas conclusões. Assim, estes estudantes terão um papel fundamental no processo de construção de seu conhecimento através do envolvimento em práticas experimentais estruturadas de tal forma que busquem alcançar tais objetivos.

Com isso, a presente pesquisa tem por objetivo investigar de que forma as atividades prático-experimentais em eletromagnetismo potencializam a aprendizagem de estudantes da Educação Básica. Para tal propósito, realizamos uma pesquisa bibliográfica sobre teóricos que discutem a utilização de atividades experimentais para o ensino de Física. Posteriormente, com a realização do curso de extensão “Experimenta Física: Práticas Experimentais e Contextualizadas de Eletromagnetismo”, investigamos como tais atividades prático-experimentais potencializam o aprendizado em Eletromagnetismo.

1.1 Questão de pesquisa:

Com a vivência relacionada com as atividades experimentais, a aproximação com esse tema e questionamentos emergentes, compreendemos que a questão de pesquisa que nos norteou compõe-se da seguinte forma: Como as atividades prático-experimentais contextualizadas em eletromagnetismo potencializam a aprendizagem de estudantes da Educação Básica?

1.2 Objetivos

Para buscarmos respostas a nossa questão de pesquisa, elencamos alguns objetivos (geral e específicos) com intuito de prosseguir e orientar nossa investigação.

Objetivo Geral

Investigar como as atividades prático-experimentais contextualizadas potencializam a compreensão de conceitos do eletromagnetismo para estudantes da Educação Básica, por meio de um curso de extensão.

Objetivos Específicos

- Buscar referências teóricas que discutem a utilização de atividades prático-experimentais para o ensino de Física.
- Propor e organizar o curso de extensão “Experimenta Física” para estudantes da Educação Básica da cidade de Rio Grande/RS.
- Compreender de que forma as práticas experimentais potencializam o entendimento de conceitos do Eletromagnetismo de estudantes da Educação Básica da cidade de Rio Grande/RS.

1.3 Justificativa

Minha formação acadêmica se deu essencialmente em escolas públicas e na vivência desses espaços, onde desde cedo demonstrei afinidade pela área das Ciências Exatas. Ressalto os momentos que ficaram mais marcados em minha memória, as quais foram as gincanas de Matemática, as Feiras de Ciências e as aulas práticas nos laboratórios.

Meu primeiro contato com a disciplina de Física ocorreu no primeiro ano do Ensino Médio (EM), quando tive muitas dificuldades em entender os conteúdos. Naquele momento, os conceitos físicos me pareceram totalmente abstratos, visto que não percebia relações entre os conteúdos apresentados pelo professor e minhas práticas diárias. Sendo assim, não compreendia o porquê de ter que aprender os conteúdos de Mecânica, até mesmo devido à linguagem que o professor utilizava. Isso ocorre devido ao fato de que as aulas de Física são tradicionalmente carregadas de um formalismo matemático que o distancia dos fenômenos observados em nosso cotidiano. Essa linguagem utilizada pelos professores causa uma dificuldade na compreensão da disciplina comumente vivenciada não somente por mim, no início da minha trajetória nesta disciplina, mas que também fica evidenciado por Capecchi (2004) *apud* Carvalho et al. (2010, p.57):

Essa enorme dificuldade de entendimento das diversas linguagens utilizadas no desenvolvimento dos conteúdos científicos leva uma grande parte dos alunos e se identificar com o desabafo de uma aluna em uma entrevista feita por nosso grupo: “... não entendia nada que o professor de Física falava lá na frente... era como se ele falasse outra língua... por mais que eu me esforçasse... não conseguia entender onde ele queria chegar com tudo aquilo...” (CAPECCHI, 2004, *apud* CARVALHO, 2010, p. 57).

Esta dificuldade permaneceu até o momento em que ingressei em um curso técnico em Eletrônica e passei a vivenciar uma metodologia de ensino desconhecida, as práticas experimentais. A partir do envolvimento com estas atividades, foi possível estabelecer relações entre os conteúdos estudados em sala de aula e os problemas encontrados em meu dia a dia. Porém, por ser um curso técnico e possuir uma duração de dois anos, seu objetivo era desenvolver mais a parte prática. Nesse sentido, algumas questões ficaram em aberto, visto que sempre gostei de entender o funcionamento das coisas. Uma destas questões foi o funcionamento do LDR (resistor dependente de luz), muito utilizado como sensor de luminosidade. O que nos foi dito é que com a incidência de luz este sensor possuía a propriedade de variar sua resistência, porém esta explicação me parecia incompleta.

Concluí o curso técnico e prestei concurso para trabalhar como técnica de laboratório de ensino, na área da Física, na Universidade Federal do Rio Grande - FURG. Fui aprovada e logo em seguida ingressei no curso de Licenciatura em Física. Ao decorrer do curso, para

minha feliz surpresa, muitas das questões que haviam ficado em aberto no curso técnico foram sendo gradativamente respondidas e tudo passou a fazer sentido. Com o estudo da Física Moderna encontrei explicação para muitos fenômenos observados nas minhas práticas experimentais que até o momento pareciam não ter uma explicação razoável, entre eles o funcionamento do LDR a partir do conhecimento do efeito fotoelétrico.

No curso de graduação também tive diversas aulas práticas, através das quais desenvolvi diversos experimentos relacionados às aulas teóricas. Da mesma forma que ocorreu com o curso técnico, estas atividades me auxiliaram a compreender os conteúdos desenvolvidos nas aulas teóricas através da observação, manipulação dos materiais e argumentação, tanto com meus professores quanto com meus colegas. Como afirmam diversos teóricos, o processo de ensino e aprendizagem se dá através da interação entre os sujeitos e dos sujeitos com o meio, conforme Souza e Carvalho (2005) *apud* Galiazzi et al. (2007, p. 331):

[...] os alunos resolvem, em grupo, o experimento proposto através de um problema. O trabalho em grupo permite que o processo de aprendizagem torne-se mais rico e motivador. Através da interação entre os alunos é possível criar um contexto social mais próximo da realidade, aumentando a efetividade da aprendizagem (SOUZA e CARVALHO, 2005, p.1 *apud* GALIAZZI 2007, p. 331).

A partir das minhas vivências relacionadas a esta metodologia de ensino que me proporcionaram uma melhor compreensão dos fenômenos neste processo de construção do meu conhecimento, passei a me questionar se o que funcionou comigo poderia estimular outros estudantes a se interessar pela Física. Dessa forma, emergem alguns questionamentos: As atividades prático-experimentais contribuem como uma metodologia potencializadora no sentido de auxiliar os estudantes na compreensão dos fenômenos físicos? Essa metodologia de ensino contribui de alguma forma para que a aprendizagem se torne significativa aos educandos, proporcionando aos mesmos utilizar os conhecimentos adquiridos em sua formação em suas práticas cotidianas?

Apesar de trabalhar nos laboratórios de ensino de Física e vivenciar diariamente as atividades prático-experimentais, tanto academicamente como profissionalmente, percebo que se torna difícil avaliar o potencial desta metodologia de ensino aplicada a outros indivíduos. Nessa perspectiva, como futura professora, começo a pensar em alternativas para desenvolver atividades prático-experimentais que se façam mais eficientes no processo de ensino e aprendizagem no Ensino de Física, tendo em vista que muitos dos estudantes possuem aversão a esta disciplina.

Sendo assim, na busca de respostas para estes questionamentos, o referido trabalho de conclusão de curso tem como objetivo investigar como as atividades prático-experimentais potencializam a compreensão de conceitos do eletromagnetismo através do curso de extensão “Experimenta Física” desenvolvido em escolas da Educação Básica da cidade de Rio Grande RS.

2. Referencial Teórico

2.1 Aspectos emergentes das atividades experimentais no ensino de Física

As atividades experimentais no ensino de Física estão incluídas nos currículos escolares e sua utilização como metodologia que potencializa o processo de ensino e aprendizagem é defendida por autores como Araújo e Abib (2003). A característica mais marcante destas atividades é que os estudantes são colocados em contato com materiais concretos a fim de entender alguns fenômenos naturais observados e estudados em suas aulas teóricas. Com isso, é na interação entre teoria e prática que reside à importância de tais atividades.

A corrida espacial disputada, principalmente, entre a URSS (União das Repúblicas Socialistas Soviéticas) e os Estados Unidos da América é apontada por diversos pesquisadores como responsável pela difusão das atividades prático-experimentais nas escolas de todo o mundo. O lançamento do satélite artificial Sputnik em 1957 pela União Soviética motivou movimentos de reforma curricular do Ensino de Ciências Naturais, especialmente nos Estados Unidos, cuja finalidade era conquistar o primeiro lugar nesta disputa. Para isso, os americanos desenvolveram alguns projetos de ensino como o Physical Science Study (PSSC), Harvard e o Biological Science Curriculum Study (BSCS), em que as intenções era capacitar os estudantes para carreiras científicas e tecnológicas.

O Comitê de Estudo de Ciências Físicas, conhecido como PSSC, possuía um enfoque voltado para a perspectiva conceitual, procurando abordar os conteúdos físicos de uma forma menos abstrata e desta forma tentaria despertar o interesse dos estudantes para a área da Física. Porém, como uma de suas intenções era de formar cientistas, havia também uma ênfase na parte experimental, tal como nos laboratórios de pesquisa ocupados por grandes cientistas, como pode-se constatar através da afirmação feita por Sasseron (2010, p. 3):

[...] tais projetos eram construídos pensando em despertar o interesse dos alunos para as Ciências e a Engenharia. Em sua maioria, o forte apelo à conceituação era marca registrada desses projetos. Mas, ênfase também era dada a parte experimental, e os alunos eram convidados a resolver problemas e a investigar situações científicas. (SASSERON, 2010, p. 3)

As atividades desenvolvidas através do PSSC eram estruturadas de tal forma que “[...] o aluno percorreria etapas pré-determinadas na realização de um experimento científico tal como um aprendiz de cientista, fazendo uso do ‘método científico’”, como afirmam Pereira e Moreira (2017, p. 266, grifo dos autores). Desta forma, segundo afirma Fagundes (2007, p.

321), “[...] os alunos deveriam aprender a observar, fazer registros e adquirir habilidades no manuseio do instrumental do laboratório”.

Estes projetos desenvolvidos pelos americanos ficaram conhecidos internacionalmente, sendo adotados por outros países. Inspirados pelo PSSC, e motivados pela necessidade de mudanças no sistema de ensino brasileiro, alguns projetos semelhantes foram desenvolvidos em nosso país na área do ensino de Física, conforme afirmam Pereira e Moreira (2017):

Marcados pela necessidade de reformas e pela relação entre o ensino de ciências e as atividades prático-experimentais, projetos brasileiros foram desenvolvidos e, na década de 1970, surgiram os projetos Física Auto-Instrutiva (FAI) e o Projeto de Ensino de Física (PEF), que enfatizavam um ensino que colocava o aluno em um papel mais ativo, inclusive em relação ao laboratório didático, e não como mero reprodutor de etapas de um roteiro fechado a serem seguidas (PEREIRA e MOREIRA, 2017, p. 266).

Estes foram os primeiros projetos elaborados com a intenção de promover o ensino de Física, através do uso de laboratórios e experimentação, procurando através destes, atrair a atenção dos alunos e melhorar a aprendizagem. Porém, segundo Galiazzi et al. (2001) *apud* Fagundes (2007, p.321) algo que merece ser destacado é o fato de que, “[...] embora a experimentação tivesse uma conotação diferente, ou seja a de formar cientistas, até hoje os professores têm dado maior valor à observação e à demonstração de fatos”. Ou seja, a forma como as atividades experimentais têm sido estruturadas pelos professores é de somente comprovar teorias. As atividades desenvolvidas neste formato acabam por não contribuir para despertar o interesse dos estudantes, bem como um envolvimento mais efetivo na busca da construção do conhecimento, o que gera uma desmotivação por parte dos mesmos.

Por consequência, essa desmotivação dos estudantes reforça a aversão que eles possuem em relação à disciplina de Física devido as suas dificuldades em compreendê-la. Apesar dos grandes avanços tecnológicos presenciados atualmente, gerados pelo desenvolvimento nas pesquisas advindas da área de Física, os alunos não conseguem estabelecer uma relação entre essas descobertas e os conteúdos apresentados pelo professor, tal como relata Ricardo (2010):

Muitas vezes, os alunos acabam por identificar uma Ciência ativa, moderna, e que está presente no mundo real, todavia, distante e sem vínculos explícitos com uma Física que só “funciona” na escola. Não é por outra razão que os professores frequentemente apontam a falta de interesse e motivação dos alunos como um dos obstáculos para a aprendizagem (RICARDO, 2010, p. 29 e 30, grifo do autor).

Esta dificuldade em compreender de que forma os conhecimentos adquiridos na escola estão relacionados com suas atividades cotidianas gera um desinteresse e uma dificuldade na

aprendizagem dos conteúdos estabelecidos pelos currículos das escolas. Nessa perspectiva, Grasselli e Gardelli (2014) relatam que:

Os obstáculos encontrados por parte dos alunos na assimilação e entendimento do conteúdo da disciplina de Física são a dificuldade em relacionar conceitos físicos com fenômenos naturais vivenciados pelos educandos, ou seja, estabelecer vínculo entre a teoria e a prática, o que gera desinteresse que pode ser manifestado na aversão à disciplina. (GRASSELLI e GARDELLI, 2014, p. 2)

Os referidos autores ressaltam as atividades práticas de experimentação como uma metodologia capaz de despertar o interesse dos estudantes, bem como de estimular os mesmos para a aprendizagem, tornando-a mais significativa devido à possibilidade de relacionar os conceitos físicos a fenômenos naturais observados.

Outros pesquisadores, como Pereira e Moreira (2017) e Oliveira et al. (2010) também concordam com o fato de que a realização de atividades experimentais dentro do ensino de Física facilita a compreensão dos conteúdos abordados pela disciplina. Fato ratificado por Araújo e Abib (2003) ao afirmarem que,

[...]o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente (ARAÚJO e ABIB, 2003, p. 176).

Além disso, Séré, Coelho e Nunes *apud* Leiria e Mataruco (2015) destacam a importância das atividades experimentais pelo fato de que esta metodologia também pode servir para dar um sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens utilizadas na abordagem dos conteúdos que dificultam a aprendizagem dos estudantes, desde que bem estruturadas. Neste sentido, estas atividades poderiam contribuir para minimizar a aversão que os estudantes possuem por esta disciplina. Lederman (2001) através de pesquisas e citado por Oliveira et al. (2010, p. 32) afirma que:

Pesquisas realizadas por Lederman (2001) corroboram a proposição de que a experimentação é um fator que agrega não apenas conhecimentos teóricos, mas também combate o repúdio que comumente é manifestado pelos jovens em relação à física e outras ciências. Lederman obteve índices maiores de ampliação dos conhecimentos teóricos nos alunos que trabalharam com pesquisas e atividades experimentais em relação àqueles que estudaram os mesmos conteúdos apenas de forma teórica.(LEDERMAN, 2001 *apud* OLIVEIRA et al., 2010, p. 32)

Outro fator a ser considerado pelos professores nos dias atuais, é que esta geração de estudantes não se sente atraída por aulas ministradas nos moldes tradicionais, assim como afirmam Garcia e Costa (2014). Aulas estruturadas nestes moldes são baseadas em teorias impostas e uma visão de ciência pronta e definitiva, como se nada mais pudesse ser descoberto. O fácil acesso a informação, propiciado pelo desenvolvimento tecnológico, nos desafia a formular aulas atrativas e motivadoras, que envolvam estes estudantes em seu

processo de ensino e aprendizagem, e as atividades experimentais podem contribuir para a obtenção deste objetivo.

Muitos autores defendem o uso de atividades experimentais, independente da linha ou modalidade adotada, e destacam dois aspectos fundamentais que os fazem acreditar na eficiência desta estratégia, conforme é destacado por Araújo e Abib (2003):

- a) Capacidade de estimular a participação ativa dos estudantes, despertando sua curiosidade e interesse, favorecendo um efetivo envolvimento com sua aprendizagem.
- b) Tendência em propiciar a construção de um ambiente motivador, agradável, estimulante e rico em situações novas e desafiadoras que, quando bem empregadas, aumentam a probabilidade de que sejam elaborados conhecimentos e sejam desenvolvidas habilidades, atitudes e competências relacionadas ao fazer e entender a Ciência. (ARAÚJO e ABIB, 2003, p.190 e 191).

Porém, ao mesmo tempo em que os pesquisadores defendem a utilização desta prática de ensino, eles apontam para uma necessidade de mudança, tendo em vista que estas atividades muitas vezes são desenvolvidas, tanto nas escolas de nível médio como em universidades, somente com um objetivo motivador ou para comprovação de teorias.

O predomínio na estruturação das atividades desenvolvidas nos laboratórios de ensino se dá através de roteiros fechados, comumente denominados por “receita de cozinha”, “receita pronta” ou “receita de bolo”. Nestas atividades o papel do estudante se restringe a coleta de dados, manipulação de equipamentos e elaboração de um relatório, onde irá comprovar a validade de uma teoria estudada anteriormente em suas aulas teóricas, ou seja, será uma atividade de verificação, assim como afirmam Carvalho et al.(2010), Villatorre, Higa e Tychanowicz (2008), Pereira e Moreira (2017), Leiria e Mataruco (2015), Araújo e Abib (2003). Suart e Marcondes (2008, p.1) *apud* Claro (2017) também descrevem a forma como estas atividades tem sido propostas e executadas nos laboratórios de ensino:

As atividades experimentais, tanto no ensino médio como em muitas universidades, ainda são muitas vezes tratadas de forma acrítica e aproblemática. Pouca oportunidade é dada aos alunos no processo de coleta de dados, análise e elaboração de hipóteses. O professor é o detentor do conhecimento e a ciência é tratada de forma empírica e algorítmica. O aluno é o agente passivo da aula e a ele cabe seguir um protocolo proposto pelo professor para a atividade experimental, elaborar um relatório e tentar ao máximo se aproximar dos resultados já esperados. (SUART e MARCONDES, 2008, p.1 *apud* CLARO, 2017)

Esta metodologia utilizada reforça a concepção que se tem no processo tradicional de ensino-aprendizagem referente ao estudante, o qual é considerado como uma tábula rasa e a função da escola é de transmitir o conhecimento científico. Além disso, a função das atividades experimentais se reduz meramente a exercício de fixação de conteúdos desenvolvidos nas aulas teóricas, desperdiçando o potencial que estas atividades possuem em

estimular a criatividade e a capacidade de reflexão dos estudantes. Tommasiello e Gurgel (2000, p.15) *apud* Claro (2017) corroboram com esta percepção ao afirmar que:

[...] sem uma preocupação problematizadora e/ou crítica, baseada apenas em roteiros assépticos, sem articulação entre teoria e prática, acaba por estabelecer uma associação reducionista entre trabalho científico e práticas experimentais, fragilizando o ensino com pesquisas nas escolas e contribuindo para um vazio de significado em suas proposições. Tal procedimento torna o saber ilusório, frágil, fragmentado, desatualizado em sua base teórica e sem qualquer relação com a realidade concreta dos sujeitos. Acrescentaríamos ainda que, nesse processo educativo, é importante que se enfatize os conhecimentos prévios dos alunos, suas pré-concepções sobre as Ciências e sobre os fenômenos que se situam no âmbito das Ciências, porque diariamente eles interagem em seus contextos sociais e constroem suas próprias ideias. (TOMMASIELLO e GURGEL, 2000, p.15 *apud* CLARO, 2017)

Outro fator negativo verificado nestas atividades, é que a maior parte do tempo é destinada para a manipulação de instrumentos com a finalidade de obtenção de dados para posterior realização dos cálculos com o intuito de confirmar alguma teoria. Pouco tempo é destinado para a análise destes dados, discussão dos resultados e o próprio entendimento da atividade realizada, fato que é criticado por Borges (2002, p. 295) *apud* Pereira e Moreira (2017) ao relatar que:

O importante não é a manipulação de objetos e artefatos concretos, e sim o envolvimento comprometido com a busca de respostas/soluções bem articuladas para as questões colocadas, em atividades que podem ser puramente de pensamento (BORGES, 2002, p. 295 *apud* PEREIRA e MOREIRA, 2017).

Para que isto ocorra, é necessário que os professores que desenvolvem suas atividades nos moldes tradicionais reelaborem suas concepções referentes às práticas desenvolvidas nos laboratórios didáticos, e também sua compreensão sobre a ciência como um conhecimento pronto e acabado, fato que é inclusive defendido nos PCNs ao defender o uso das atividades experimentais:

É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável.

Isso inclui retomar o papel da experimentação, atribuindo-lhe uma maior abrangência para além das situações convencionais de experimentação em laboratório. As abordagens mais tradicionais precisariam, portanto, ser revistas, evitando-se “experiências” que se reduzem à execução de uma lista de procedimentos previamente fixados, cujo sentido nem sempre fica claro para o aluno. (BRASIL, 2002, p. 81, grifo do autor)

Ainda com relação aos documentos oficiais, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018, p. 323, 324 e 550), ao se referir ao ensino de Ciências da Natureza, reforça o que os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) trazem com relação ao papel dos estudantes no processo de aprendizagem. A BNCC defende a ideia de que, tanto o Ensino Fundamental

(EF) quanto o Ensino Médio (EM), devem enfatizar uma abordagem investigativa, a fim de promover o protagonismo dos estudantes nas aulas. Esta abordagem investigativa deve ser desenvolvida a partir de desafios e problemas abertos e contextualizados, estimulando desta forma sua “[...] curiosidade e criatividade na elaboração de procedimentos e na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental”, a fim de que os estudantes adquiram uma formação mais ampla, para além dos conhecimentos adquiridos através do currículo escolar, e possam aplicar as habilidades adquiridas em sua vida cotidiana, em diversos espaços e contextos.

As atividades desenvolvidas nos moldes tradicionais, como dito anteriormente, servem muitas vezes para comprovar alguma teoria ou servir como motivação para que os estudantes se envolvam no processo de ensino e acabam por não estabelecer relações entre as práticas desenvolvidas em sala de aula com as atividades diárias dos estudantes. Dessa forma, compreendemos que o que é aprendido na escola, fica limitado somente aos muros da escola.

As práticas desenvolvidas desta forma caminham em sentido contrário ao que é proposto pelos documentos oficiais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 1999) as Orientações Educacionais Complementares (BRASIL, 2002), as Orientações Curriculares (BRASIL, 2006) e a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018). Essas propõem um ensino de Física que tenha por objetivo construir conhecimentos e habilidades que permitam a estes estudantes atuarem efetivamente na sociedade contemporânea em que vivem.

Para que as atividades experimentais atendam aos objetivos indicados pelos documentos oficiais, elas devem ser desenvolvidas de tal forma que instiguem a curiosidade dos estudantes, levando-os a refletir sobre o objeto de estudo de forma que eles explorem suas ideias, procurando sempre que possível relacionar estas atividades ao cotidiano. Devem proporcionar também a capacidade de argumentação científica, bem como possibilitar a articulação entre os conhecimentos prévios dos estudantes com os novos conhecimentos adquiridos. Em síntese, as atividades experimentais precisam ser estruturadas de tal forma que contribuam para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

Esses novos objetivos para o Ensino de Ciências, que foram inclusive direcionadas pelos PCNs, recebem o nome de alfabetização científica. O objetivo que se almeja com o Ensino de Ciências através da alfabetização científica é “[...] a formação cidadã dos estudantes para o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diferentes esferas de sua vida” (CARVALHO et al., 2010, p. 14). Significamos que um ensino estruturado desta forma conduzirá os estudantes para uma participação ativa na

sociedade em que vivem. Neste sentido, um fator a ser considerado no planejamento de uma atividade de ensino que tenha como objetivo uma formação mais ampla dos estudantes está relacionado à contextualização, que inclusive faz parte das propostas trazidas pelos PCNs. Contextualizar significa entender ou interpretar um fenômeno tendo em vista as circunstâncias que o rodeiam. Portanto, para alcançar este objetivo, o professor terá que ir além dos conteúdos escolares presentes nos livros didáticos, buscando situações que se façam presentes na vida de seus estudantes, tendo em vista que o conhecimento adquirido através das representações matemáticas e dos modelos teóricos utilizados no ensino de Física só fará sentido se possibilitar a compreensão de como o mundo funciona e o porquê das coisas serem como são. Neste sentido, segundo Ricardo (2010):

[...] um ensino de Ciências totalmente desarticulado do mundo vivencial do aluno acaba gerando a sensação de impossibilidade de interpretar esse mundo. Quando isso ocorre, permanecem as explicações do senso comum e os mitos, mas que acabam “funcionando” para as relações imediatas com a realidade, resultando, muitas vezes, na permanência de concepções alternativas. (RICARDO, 2010, p. 36, grifo do autor)

Assim sendo, um ensino que tenha como pressuposto a utilização da contextualização implica na necessidade de se levar em consideração os conhecimentos prévios dos estudantes. Ao utilizar-se da contextualização associada a um diálogo que explore os conhecimentos prévios dos estudantes, pode-se planejar uma atividade que promova a mudança conceitual destes estudantes a partir de acontecimentos presenciados em seu dia a dia. Um ensino estruturado desta forma contribuiria para uma aprendizagem significativa, em oposição à educação bancária a que Paulo Freire se refere. Neste sentido, “[...] educador e educando deverão estabelecer um diálogo, rompendo com práticas tradicionais de ensino, a fim de que a realidade seja percebida e que se transforme em objeto de reflexão.” (FREIRE *apud* RICARDO 2010, p. 38)

Nessa perspectiva, um ensino baseado na repetição e memorização não contribui para uma formação mais global dos estudantes, pois não promove uma reflexão sobre a relação existente entre teoria e prática, diferente de um ensino que tenha como objetivo a alfabetização científica. Segundo Carvalho et al. (2010, p. 58-60, grifos nossos), “as atividades experimentais para o ensino de Física, que tenham por base uma proposta pedagógica de enculturação (ou alfabetização) científica, precisarão atender os seguintes pontos”, como: superar as concepções empírico-indutivistas da Ciência, promover a argumentação dos alunos, incorporar ferramentas matemáticas e transpor o novo conhecimento para a vida social.

No entanto, para que os estudantes sejam alfabetizados cientificamente através das atividades experimentais, é necessário que o professor reveja seu papel de transmissor do conhecimento para atuar como um mediador neste processo. As atividades podem ser desenvolvidas de tal forma que os estudantes participem da construção de seu conhecimento, aprendendo a argumentar e exercitar a razão, ao invés de aceitar teorias impostas dando uma visão fechada das Ciências (CARVALHO, 2016). Com isso, no próximo tópico iremos discutir alguns tipos de atividades experimentais e como essas podem ser utilizadas no ensino e aprendizagem em Física.

2.2 Das atividades de demonstração às atividades de investigação

A característica principal das atividades experimentais é que através delas os estudantes interagem com materiais para observar e entender os fenômenos naturais. (CARVALHO et al., 2010, p. 53). Estas interações podem se dar de forma demonstrativa ou manipulativa. Na forma demonstrativa é o professor quem desenvolve o experimento, cabendo ao aluno somente observar o que é feito. Já na forma manipulativa, os alunos formam pequenos grupos e interagem diretamente com o material do experimento. Os objetivos das atividades manipulativas podem ser de verificação (cujo intuito seria de confirmar leis ou teorias) e de investigação (onde os alunos passam a ter uma participação mais ativa).

Esta amplitude de possibilidades para as atividades experimentais é identificada por Araújo e Abib (2003, p. 177):

A análise do papel das atividades experimentais desenvolvidas amplamente nas últimas décadas revela que há uma variedade significativa de possibilidades e tendências de uso dessa estratégia de ensino de Física, de modo que essas atividades podem ser concebidas desde situações que focalizam a mera verificação de leis e teorias, até situações que privilegiam as condições para os alunos refletirem e reverem suas ideias a respeito dos fenômenos e conceitos abordados, podendo atingir um nível de aprendizado que lhes permita efetuar uma reestruturação de seus modelos explicativos dos fenômenos (ARAÚJO e ABIB, 2003, p. 177).

Os referidos autores realizaram uma análise de publicações sobre atividades experimentais no ensino de Física, e através deste trabalho fizeram uma classificação destas atividades quanto à ênfase matemática, o grau de direcionamento das propostas, o uso de novas tecnologias e a relação com o cotidiano.

Quanto ao formalismo matemático, os autores classificaram os experimentos em qualitativos e quantitativos. Nas abordagens designadas qualitativas há uma ênfase nos aspectos qualitativos, metodológicos e conceituais relacionados ao tema a ser estudado. Estas

atividades possibilitam a verificação dos conceitos espontâneos trazidos pelos estudantes, o teste de hipóteses e mudança conceitual que pode ocorrer através da utilização de questões problematizadoras, criando condições que propiciem o processo de reflexão e proporcionem aos alunos uma busca por respostas e soluções para os problemas apresentados.

A utilização das abordagens denominadas quantitativas têm como prioridade a verificação da validade das leis e dos modelos teóricos, assim como a realização do tratamento estatístico dos dados obtidos, possibilitando desta forma a análise da precisão das medidas e o aprendizado do manuseio de diversos instrumentos de medida.

Os referidos autores chamam a atenção para o fato de que a maioria das atividades experimentais que utilizam a abordagem quantitativa são estruturadas através de um roteiro fechado, o que permite classificar este tipo de atividade como verificacionista. Atividades estruturadas desta forma desconsideram os conhecimentos espontâneos trazidos pelos estudantes, bem como os momentos de reflexão que podem ser propiciados a partir da realização das atividades. Estas atividades, presentes na abordagem qualitativa, são mais eficientes no processo de aprendizagem, segundo os autores.

No entanto, os autores acreditam que as atividades experimentais quantitativas podem se tornar mais eficientes se outros elementos fossem incorporados na sua estruturação tais como discussões para possibilitar reflexões críticas acerca dos fenômenos estudados e da estrutura de funcionamento dos equipamentos utilizados.

A classificação dada pelos autores quanto ao grau de direcionamento das atividades foi dividida em três categorias: Atividades de demonstração/observação, atividades de verificação e atividades de investigação.

As atividades de demonstração ou observação proporcionam aos estudantes a elaboração de representações concretas referenciadas através de atividades que procuram despertar o interesse do estudante para o tema que será abordado. Tais atividades podem ser desenvolvidas através de dois procedimentos metodológicos distintos, denominados por demonstrações fechadas e demonstrações abertas. As demonstrações fechadas são caracterizadas por experiências realizadas pelo próprio professor com o intuito de ilustrar um determinado fenômeno físico. Já as atividades de demonstração aberta são utilizadas como um ponto de partida de uma atividade capaz de gerar um debate a cerca dos fenômenos abordados, propiciando aos estudantes o desenvolvimento de sua capacidade de abstração e de aprendizagem.

As atividades de verificação têm como objetivo principal verificar a validade de alguma lei física, ou seus limites de validade. Porém, apesar das limitações presentes neste

tipo de atividade, dependendo da forma como forem conduzidas podem contribuir para um aprendizado significativo, capaz de propiciar aos estudantes a capacidade de reflexão, de efetuar generalizações e de realização de atividades em equipe, assim como o aprendizado de aspectos que envolvam o tratamento estatístico de dados e a possibilidade de questionar os limites de validade dos modelos físicos.

Já as atividades de investigação são denominadas por laboratórios não estruturados (LNE) devido ao fato que:

[...] as atividades com LNE permitem uma abordagem que privilegia os aspectos qualitativos envolvidos no processo, com destaque para os aspectos de natureza conceitual, que podem ser relacionados com a verificação de conceitos espontâneos, teste de hipóteses e mudança conceitual, empregando uma metodologia que possibilita aos alunos buscarem por si mesmos as respostas e soluções para os problemas apresentados. (ARAÚJO e ABIB, 2003, p. 179).

A utilização dos LNE para atividades de investigação possibilita aos estudantes o teste de hipóteses, desenvolvimento da capacidade de observação, de descrição de fenômenos e também de reconstrução de conhecimento, aspectos que, segundo os autores “[...] contribuiriam para facilitar a reflexão e, conseqüentemente, o progresso intelectual dos estudantes”. Há um destaque na necessidade de participação do professor no auxílio e estímulo dos estudantes na busca por explicações causais, promovendo um avanço no aprendizado dos conceitos abordados.

Apesar das vantagens existentes no uso dos LNE em relação aos laboratórios estruturados (LE - são laboratórios onde se fornece ao aluno instruções detalhadas que servem como um guia para a obtenção de resultados específicos), segundo Ribeiro et al. (1997) *apud* Araújo e Abib (2003, p.184) as deficiências formativas observadas nos estudantes implicam na necessidade do uso do LNE no primeiro contato com as atividades experimentais, até que os mesmos se habituem com a metodologia de ensino utilizada nos laboratórios, para que posteriormente possam ser utilizadas abordagens não estruturadas.

É importante destacar que o uso de experimentos qualitativos e de atividades de demonstração aberta também podem ser considerados atividades de investigação, desde que possibilitem a mudança conceitual dos estudantes, bem como a participação dos mesmos na manipulação dos equipamentos, questionamento e elaboração de hipóteses, ficando o professor como responsável por estimular estes processos para que o aprendizado se efetive.

Além das classificações dadas por Araújo e Abib para as atividades experimentais, Pella (1969) *apud* Carvalho (2010) analisando manuais de laboratório e aulas de Ciências do EM, construiu a Quadro 1, onde classificou estas atividades a partir do grau de liberdade intelectual que o professor e/ou material didático ofereciam aos alunos.

	GRAU I	GRAU II	GRAU III	GRAU IV	GRAU V
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P	P	A	A
Plano de trabalho	P	P	A	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A	A	A	A

Quadro 1 – Graus de liberdade do professor/aluno em aulas de laboratório

Fonte: Carvalho (2010, p.55)

O grau de liberdade I é o mais utilizado nas atividades de laboratório, onde a função do aluno se restringe a obtenção de dados para um roteiro previamente elaborado pelo professor e conhecido como “receita de bolo”, o aluno não possui a liberdade de propor um problema, uma hipótese, um plano de trabalho, nem mesmo suas próprias conclusões sobre os dados obtidos, já que os mesmos já estão propostos.

No grau de liberdade II o aluno tem a possibilidade de obter suas conclusões a partir dos dados obtidos em seu experimento. Já no grau de liberdade III, a função do professor é somente fornecer ao aluno o problema e as hipóteses, cabendo a ele desenvolver um plano de trabalho para a obtenção dos dados e, assim obter suas conclusões. E por fim, no grau de liberdade IV, os estudantes recebem do professor somente o problema a ser trabalhado, ficando a cargo dos mesmos todas as outras etapas do processo, diferente do grau V, onde todas as etapas ficam a cargo dos mesmos. Observamos que conforme os graus de liberdade vão aumentando, mais autonomia se dá ao estudante, no sentido de pesquisar mais profundamente algum fenômeno de seu interesse, que são características de atividades que se aproximam do ensino por investigação.

Constatamos que as práticas experimentais desenvolvidas através de atividades por investigação, devido as suas características, mais se aproximam dos objetivos almejados para o Ensino de Ciências que busque uma alfabetização científica dos estudantes, assim como também convergem para os objetivos pretendidos pelos PCNs de formação de um cidadão atuante na sociedade contemporânea em que vive. Além disso, a utilização de atividades investigativas leva o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, saindo de uma postura passiva, passando a perceber e agir sobre o seu objeto de estudo, fazendo relações entre o objeto e acontecimentos, buscando as causas para esta relação e investigando sobre as causas para o resultado de suas ações e/ou interações. (CARVALHO et al., 2016, p.22)

Uma atividade investigativa deve levar o aluno a refletir, discutir, explicar e relatar o que compreendeu sobre seu objeto de estudo, fazendo com que os sujeitos se envolvam em

seu processo de construção do conhecimento. As vantagens proporcionadas por um ensino por investigação são destacadas por Lewin e Lomascólo (1998) *apud* Carvalho et al. (2016):

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. (LEWIN e LOMASCÓLO, 1998 *apud* CARVALHO et al.,2016, p. 21).

O que faz com que as atividades investigativas atinjam seus objetivos é o fato de que elas são estruturadas através de uma forma mais flexível do que os roteiros existentes em laboratórios tradicionais. Ressaltamos através do Quadro 2, as diferenças existentes entre o laboratório tradicional e as atividades investigativas segundo três aspectos: o grau de abertura, o objetivo da atividade e a atitude do estudante em relação à mesma.

<i>Aspectos</i>	Laboratório Tradicional	Atividades Investigativas
<i>Quanto ao grau de abertura</i>	Roteiro pré-definido Restrito grau de abertura	Variado grau de abertura Liberdade total no planejamento
<i>Objetivo da</i>	Comprovar leis	Explorar fenômenos
<i>Atitude do estudante</i>	Compromisso com o resultado	Responsabilidade na investigação

Quadro 2: Diferenças entre o laboratório tradicional e as atividades investigativas
Fonte: Borges (2002, p. 22)

Uma consequência gerada pelo ensino por investigação é a mudança de atitude, tanto do estudante, na superação de seu papel passivo na construção de seu conhecimento, quanto na do professor, pois o mesmo “deve tornar-se um professor questionador, que argumente, saiba conduzir perguntas, estimular, propor desafios, ou seja, passa de simples expositor a orientador do processo de ensino”. (CARVALHO et al.,2016, p. 25).

No entanto, um ensino que tenha como objetivo a alfabetização científica dos estudantes através de atividades investigativas não pode considerar o conhecimento como uma verdade inquestionável. As atividades práticas desenvolvidas na forma investigativa buscam respostas para os problemas através da pesquisa e, como afirma Moraes (2002) *apud* Bini (2007):

[...] pesquisar é exercitar um movimento dialético de argumentar, ouvir a contra-argumentação, analisar, refletir e duvidar, convivendo com a incerteza. Argumentar é examinar criticamente várias fontes de informação, conteúdos ou teorias para

superar ou acrescentar algo, sempre na presença da desconfiança. (MORAES, 2002 *apud* BINI, 2007, p. 107)

Nesse sentido a argumentação deve exercer um papel fundamental nas atividades de cunho investigativo, pois as discussões geradas sobre diferentes pontos de vista em relação ao um determinado objeto de estudo são importantes para a construção do conhecimento. Assim, o conhecimento científico que se busca através do uso das atividades experimentais, seria um conhecimento mais humanizado, procurando formar o indivíduo num sentido mais amplo, levando em consideração sua individualidade, o conhecimento adquirido através de suas experiências de vida, sua curiosidade referente aos fenômenos observados em seu dia a dia, bem como desenvolver no estudante a capacidade de desenvolver estratégias para a resolução de problemas.

3. Encaminhamentos metodológicos

Nesse estudo visamos compreender de que forma as atividades prático-experimentais contribuem para o entendimento dos alunos em relação aos conteúdos de Física, mais especificamente na área de Eletromagnetismo. Para isto, realizamos uma pesquisa de caráter qualitativo na área da Educação.

Na área da educação existem situações em que não é possível mensurar os eventos para compreender determinadas questões propostas e a realidade precisa ser compreendida pela ótica de quem a observa, pois a relação que os sujeitos estabelecem com o meio é única, exigindo uma análise profunda e individual (MALHEIROS, 2011). Esta forma de compreender a realidade recebe o nome de pesquisa qualitativa e tem como objetivo compreender a percepção do sujeito frente às situações apresentadas. Segundo Godoy (1995) *apud* Malheiros (2011) os fatores que caracterizam uma pesquisa qualitativa são: o fato de que a fonte de dados se dará através do ambiente natural; é fortemente descritiva; é orientada pelo significado que as pessoas dão aos fenômenos e tem enfoque indutivo, ou seja, realiza conclusões gerais partindo de casos particulares.

Nesse sentido, para realizar a pesquisa qualitativa foi organizado o curso de extensão “Experimenta Física: Práticas Experimentais e Contextualizadas de Eletromagnetismo”, com o intuito de investigar como as atividades prático-experimentais potencializam o aprendizado em Eletromagnetismo. O curso de extensão foi desenvolvido em uma turma do 9º ano do EF da E.M.E.F. Zenir de Sousa Braga e em uma turma do 3º ano do EM da E.E.E.M. Silva Gama, ambas com aproximadamente 24 estudantes e localizadas na cidade de Rio Grande/RS.

O desenvolvimento do curso no EF deu-se a partir de uma necessidade da escola, tendo em vista que nesta etapa da escolarização os estudantes possuem em sua grade curricular a disciplina de Ciências da Natureza, que trabalha conteúdos de Física, Química e Biologia. No entanto, a docente que ministra a disciplina possui formação na área de Biologia, e não se sentia confortável para abordar conteúdos que não se fizeram presentes em sua formação acadêmica. Já em relação à turma do EM o curso desenvolveu-se devido a inserção da pesquisadora como estagiária na escola através da disciplina de Estágio Supervisionado em Ensino de Física II do curso de Licenciatura em Física da FURG.

Faz-se necessário salientar dois fatos referentes a estas duas turmas. Os estudantes do EF, até momento anterior ao desenvolvimento do curso de extensão relataram não ter tido contato com a disciplina de Física. Já os estudantes do EM mostravam-se muito desmotivados durante as aulas de Física até iniciar o curso. Este desânimo dos estudantes fazia-se presente

também nas outras disciplinas, o que foi constatado através do Conselho de Classe Participativo desenvolvido na escola, no qual os professores das diversas áreas que trabalham com esta turma em específico, relataram que observavam o mesmo comportamento dos estudantes em suas aulas.

Para o desenvolvimento das atividades do curso de extensão, utilizamos os graus de liberdade II e III classificados por Pella (1969), nos quais os alunos tiveram a possibilidade de desenvolver um plano de trabalho, obter informações e tirar suas próprias conclusões a partir destes dados. As atividades se desenvolverão da seguinte forma, por meio dos seguintes tópicos:

Eletrostática: a equipe envolvida no projeto abordou os conceitos envolvidos neste estudo através de demonstrações práticas com objetos de baixo custo como: balões, canudos, canos de PVC, flanelas, isopor, lata de refrigerante entre outros. Além disso, utilizamos o simulador PhET Colorado - balões e eletricidade estática¹, para que os estudantes pudessem entender o que acontece com as cargas elétricas através de um ambiente virtual.

Ao final deste encontro os alunos construíram um eletroscópio para que a partir da interação com o mesmo, respondessem algumas perguntas que foram feitas através de um questionário entregue aos grupos.

Eletrodinâmica: iniciamos o segundo encontro conversando sobre a atividade proposta no primeiro encontro. Em seguida abordamos conceitos referentes a circuitos elétricos, a partir do qual foram feitas perguntas e esclarecimentos aos alunos com a intenção de investigar o que eles entendem por corrente elétrica, diferença de potencial, resistência, capacitância, circuitos elétricos, bem como onde eles conseguem visualizar tais propriedades físicas em seu cotidiano.

Na sequência discutimos sobre o funcionamento de sensores, para isso apresentamos aos alunos um circuito com o uso de um sensor de luminosidade (LDR), muito utilizado na iluminação pública.

Na segunda parte da aula, os alunos tiveram a oportunidade de realizar medidas elétricas utilizando multímetro, lâmpadas, fios, pilhas e resistores. Além da realização destas medidas eles observaram o que ocorre com o brilho das lâmpadas ao se alterar a configuração do circuito.

¹ https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/balloons-and-static-electricity

Eletromagnetismo: Nesse tópico, iniciamos este encontro falando sobre o campo magnético gerado por ímãs permanentes e por correntes elétricas em fios. Para isso utilizamos pilhas, ímãs, solenoides, fio esmaltado, bússolas e pregos.

Logo em seguida os alunos observaram o funcionamento de um circuito contendo uma bobina, pilha e um ímã, que funciona como um protótipo de um motor movido à bateria. Foi apresentado um vídeo aos alunos explicando o funcionamento deste protótipo, abordando a regra da mão direita para explicar a força gerada a partir do eletromagnetismo presente neste circuito. Após a exibição do vídeo houve um diálogo com o intuito de investigar o que os estudantes compreenderam, e quais suas concepções referentes a este conteúdo.

Apresentação de trabalhos: Os alunos foram desafiados a desenvolver um experimento, uma apresentação ou algo relacionado que abordasse os conceitos trabalhados durante o curso para apresentar a todos os colegas. Os trabalhos desenvolvidos foram registrados através de vídeos gravados pelos próprios estudantes.

É importante ressaltar que durante o desenvolvimento das atividades os alunos foram constantemente instigados a participar das discussões, bem como estimulados a refletir sobre onde eles visualizam tais fenômenos em seu cotidiano. Ao final das atividades, foi solicitado aos estudantes que escrevessem uma carta relatando o que aprenderam através da participação no curso de extensão “Experimenta Física”.

Para realizar a análise da nossa pesquisa, utilizamos somente os tópicos referentes à eletrostática e eletrodinâmica, tendo em vista que as emergências ocorreram nesses tópicos. Além disso, o estudo referente ao magnetismo aconteceu por último no desenvolvimento do curso, o que tornou o tempo para análise deste tópico muito restrito. Neste sentido, os materiais analisados foram alguns áudios registrados ao iniciarmos o curso, as respostas aos questionários propostos e as cartas escritas pelos estudantes ao final do curso de extensão. Consideramos importante destacar que a utilização das cartas, como forma de coleta de dados, deu-se devido aos problemas encontrados na coleta de dados através de áudios. Ao analisar os áudios gravados no início das atividades constatamos que perdíamos muitas informações, visto que não era possível compreender o que os estudantes estavam relatando, devido ao barulho ocasionado pelas falas concomitantes. Desta forma, concluímos que as escritas desenvolvidas pelos estudantes em formato de cartas poderiam ser mais eficientes para o processo de coleta de informações.

Sendo assim, no próximo tópico iremos analisar as informações e discutir as categorias emergentes a partir da realização do curso.

4. Análise e discussão das informações

Ao analisar as informações emergentes do curso de extensão, constatamos que surgiram três categorias a partir das atividades desenvolvidas com os estudantes. Estas categorias foram: A contextualização associada às atividades prático-experimentais promovendo a mudança da concepção da disciplina de Física; A apropriação do conhecimento científico a partir da articulação entre teoria e prática; e Os questionamentos e a problematização das situações geradas pelas atividades prático-experimentais promoveram o diálogo entre os sujeitos. A seguir, desenvolveremos a análise qualitativa referente a cada uma destas categorias, através da discussão teórica, das falas dos sujeitos envolvidos e das concepções da pesquisadora. Durante a análise e discussão das informações obtidas utilizaremos o nome de cientistas para codificar a fala dos estudantes e desta forma manter seus anonimatos.

4.1 A contextualização associada às atividades prático-experimentais promovendo a mudança da concepção da disciplina de Física

As atividades desenvolvidas durante o curso de extensão eram sempre estruturadas a partir de questionamentos relacionados ao cotidiano dos estudantes. No primeiro encontro, ao falarmos sobre eletrostática, o questionamento era: Como formam-se os raios? No segundo encontro, para desenvolver os conceitos relacionados à eletrodinâmica, os questionamentos eram: Qual chuveiro esquentar mais: 127V ou 220V? e Como funciona o sistema de iluminação pública? Já no encontro em que abordávamos o eletromagnetismo o questionamento era: Como funciona o motor de um carrinho de brinquedo? E, o último questionamento, que se fez presente ao longo do curso era: O que tudo isso tem a ver com Física? Além disso, ao final de cada aula expositiva e demonstrativa, os alunos desenvolviam uma atividade prático-experimental relacionada aos questionamentos e elaborada de tal forma que levasse os estudantes a refletir sobre os fenômenos observados, buscando explicações, através de um questionário que eles deveriam responder ao final da atividade.

Através do desenvolvimento destas atividades constatou-se que os estudantes ficam motivados com novas formas de abordagem dos conteúdos trabalhados há tanto tempo utilizando somente quadro e giz. Ao analisar os dados coletados em forma de áudio percebe-se nitidamente a mudança no comportamento dos estudantes quando a abordagem dos conteúdos físicos está baseada em alguma atividade prático-experimental ou uma explicação de um fenômeno que estes estudantes já tenham presenciado. Quando a abordagem é mais

teórica, envolvendo muitos conceitos físicos e se distanciando dos fenômenos que os estudantes visualizam, nota-se muita conversa na sala de aula e os alunos dispersam. Por outro lado, quando os estudantes formam grupos e começam a trabalhar alguma atividade prática ou mesmo ao explicar algum conteúdo que envolva alguma demonstração, os estudantes ficam muito envolvidos durante o processo. Este fato ficou evidenciado não só com os estudantes do EF, mas também com os estudantes do EM.

Antes do curso iniciar com os estudantes do EM, as aulas do estágio estavam sendo desenvolvidas nos moldes tradicionais de ensino, ou seja, somente utilizando quadro e giz. Chegou um determinado momento que a professora pesquisadora se sentiu também desmotivada ao ver os estudantes apáticos, aceitando todas as explicações e sempre afirmando que não haviam dúvidas quanto a aprendizagem, o que não era constatado através das notas no final do trimestre. Ao fazer esta constatação desenvolveu-se o curso de extensão com esta turma. Ao desenvolver a atividade experimental sobre eletrodinâmica com os estudantes, pode-se constatar que todos ficaram envolvidos e entusiasmados durante a atividade. Além disso, o desenvolvimento da mesma provocou dúvidas nos estudantes ao visualizarem o que acontecia com o brilho das lâmpadas ao modificar os circuitos elétricos adicionando mais lâmpadas. Essas dúvidas fizeram com que os estudantes buscassem uma explicação para o que era observado através da atividade prática, o que foi muito positivo, pois desta forma os alunos foram conduzidos a construir o conhecimento. A mudança na postura dos estudantes na sala de aula foi notável e gratificante, onde os mesmos passaram a interagir tanto com a pesquisadora/professora, quanto com seus colegas, na busca de explicações para o que era observado. Este episódio será descrito com mais detalhes no próximo tópico que abordará a apropriação do conhecimento científico.

Portanto, o que constatamos após o desenvolvimento desta atividade é que existe uma necessidade de se repensar as metodologias de ensino desenvolvidas nas salas de aula. Enquanto professores, não podemos ficar alheios a toda esta explosão tecnológica que estamos presenciando e que faz com que nossos estudantes fiquem curiosos em saber como e porquê as coisas acontecem. A constatação feita com esta turma do EM confirma o fato de que os estudantes não se sentem mais atraídos por aulas desenvolvidas nos moldes tradicionais.

Essa necessidade de mudança na forma como as atividades deveriam ser conduzidas na sala de aula fica evidenciada na fala da estudante Bertha Lutz:

Através das aulas realizadas em laboratório pode-se destacar diversos pontos positivos como sair do padrão de aulas normais, utilizar e conhecer novos instrumentos dentro da parte elétrica na física e saber para que funcionam. Dentre

tantas aulas repetidas de apenas matéria no quadro estas se destacam por serem divertidas, infelizmente existe pouco tempo para realizar mais aulas assim (BERTHA LUTZ).

Outro ponto destacado pelos estudantes e que reforça a necessidade de mudança nas aulas de Física, é a constatação feita pelos mesmos de que a interação com os materiais torna mais fácil a compreensão dos conteúdos abordados sobre eletromagnetismo. Esta constatação foi ressaltada através dos seguintes relatos:

Achei uma aula muito produtiva para nosso entendimento sobre a matéria que é muito complexa para aprender apenas na teoria. (ANDRÉ-MARIE AMPÈRE).

Sobre a aula experimental, vejo como uma das aulas mais produtivas e necessárias para melhor entendimento da matéria. (PATRICIA BATH).

A aula experimental sobre circuitos elétricos foi muito produtiva, pois com ela conseguimos entender melhor e de forma prática como os circuitos funcionam. (MAE JEMISON).

A fala destes estudantes evidencia a percepção que os mesmos possuem com relação à disciplina de Física. Nas discussões que realizamos antes de iniciar o curso, percebemos que não é novidade que os estudantes, de um modo geral, não se sentem atraídos pelas aulas de Física. Estes mesmos estudantes não entendem o motivo de ter que aprender os conteúdos relacionados a esta disciplina, tendo em vista que não conseguem estabelecer uma relação entre os saberes adquiridos na escola com suas atividades cotidianas. Este fato é ratificado por Ricardo e Freire (2007) ao afirmarem que:

[...] o aluno não sente que a escola possa lhe dizer alguma coisa. As distâncias entre a realidade vivida do aluno e os saberes escolares são tais que ao cessar as situações didáticas que originaram estes saberes, cessa também seu contexto de validade. (RICARDO e FREIRE, 2007, p. 261)

Esta foi uma constatação que nos chamou muita atenção durante o desenvolvimento do curso de extensão, pois a grande maioria dos estudantes possui a concepção de que a disciplina de Física nada tem a ver com os fenômenos observados em nosso dia a dia, ou seja, eles não estabelecem relação entre a disciplina e suas vivências cotidianas. No entanto, impera a concepção de que Física é uma disciplina muito difícil e a manifestação de certo temor por ela.

Ao iniciar o curso com os estudantes do EF, os mesmos foram indagados sobre suas concepções referentes à disciplina de Física, onde a estudante Marie Curie afirmou que: “[...] eu já vi algumas coisas de Física. Por mim eu gosto, mas é meio difícil de entender”. No entanto, esta mesma estudante, após o desenvolvimento das atividades afirma que:

Já tive um professor de física quando eu fazia curso então **já sabia o que era bem física**, ele passava mais movimento, conceito, fórmulas, mas agora aprendi sobre os chuveiros. Eu não sabia o motivo do porque quando tomamos banho a luz se apaga. Sempre ficava me perguntando e não sabia que aí se envolvia a física, que a parte mais legal, também como se formam os raios, porque quando certa região de uma nuvem acumula excesso de carga elétrica positiva ou negativa. Porque se isso ocorre, o raio é o meio de desfazer a tensão, por meio da transmissão da eletricidade. (estudante do EF, MARIE CURIE, grifos nossos)

A fala dessa estudante revela a concepção que os alunos possuem com relação à disciplina de Física ao afirmar saber do que se trata. No entanto, ao relatar que a disciplina discute a questão do movimento, conceito e fórmulas, ela evidencia o fato dos estudantes não relacionarem os saberes adquiridos na escola com os fenômenos observados no dia a dia. Esse acontecimento é confirmado quando ela afirma não saber que o fato do disjuntor de sua casa desarmar devido ao excesso de corrente exigido pelo chuveiro estava relacionado ao estudo dos conceitos físicos.

Nesse sentido, ressaltamos que isso pode ser uma consequência da forma como a Física é abordada pelos livros didáticos e reproduzida pelos professores na maioria das escolas. Chevallard *apud* Ricardo (2010) discute sobre essa questão através do conceito de Transposição Didática, no qual “o contexto original da Ciência Física não é o mesmo da Física escolar” (p. 33). Para o referido autor “[...] o saber produzido pela transposição didática será, portanto, um saber exilado de suas origens e separado de sua produção histórica na esfera do saber sábio” (p. 33-34).

Ao desenvolver a noção de transposição didática, Yves Chevallard estabelece três esferas de saber, que são: o saber sábio, produzido nas esferas científicas; o saber a ensinar, que encontramos nos manuais, livros didáticos e programas; e o saber ensinado, que é desenvolvido na sala de aula. Esta abordagem presente nos livros didáticos e reproduzida pelos professores nas salas de aula, que não estabelece uma relação direta com o contexto, o qual estes estudantes estão inseridos, gera nestes sujeitos uma sensação de impossibilidade de interpretar o mundo a sua volta e um sentimento de que a compreensão da Ciência Física está restrita a pessoas intelectualmente superiores. Essa dificuldade de compreender do que se trata os estudos científicos, apresentada pelos estudantes, deve-se ao fato de que o saber desenvolvido pelos cientistas, passa por tantas transformações e reorganizações para integrar os programas e materiais didáticos, que o saber desenvolvido nas escolas acaba ficando descontextualizado. De tal forma que, na maioria das vezes, a contextualização é utilizada pelos professores na sala de aula somente como uma ilustração de início ou final de capítulo. Esta maneira de lecionar, tão presente em nossas escolas, gera o que Brousseau *apud*

Ricardo(2010, p. 35) denomina por ilusão didática, onde os conhecimentos adquiridos na escola tem como única função que estes estudantes avancem na sua etapa escolar.

Ao trabalhar temas da Física utilizando fatos do cotidiano dos estudantes, promove-se o que muito estudiosos da área da educação denominam por aprendizagem significativa que se diferencia da aprendizagem por memorização, muito presente nas salas de aula. Essa necessidade de contextualização nos saberes escolares é defendida por Cajás e Delizoicov *apud* Ricardo e Freire (2007) ao afirmarem que:

[...] a realidade vivida pelo aluno deveria ser o contexto privilegiado da aprendizagem e da aplicação do conhecimento. O ponto de partida não seria propriamente o cotidiano, mas a análise crítica deste e se completaria com um retorno a essa realidade com novos conhecimentos que permitam não apenas sua compreensão, mas a possibilidade de resolver problemas, encontrar saídas, enfim, ampliar a relevância dos saberes escolares na vida cotidiana dos alunos. Isso se aproxima do que Paulo Freire chamou de superação da “consciência ingênua” pela “consciência crítica”. (CAJAS e DELIZOICOV *apud* RICARDO e FREIRE, 2007, p, 264)

A potencialidade presente no uso da contextualização no processo educativo é verificada através da fala do estudante Charles Augustin de Coulomb, o qual afirma que: “As questões abordadas foram sobre coisas do cotidiano como chuveiro e descargas elétricas, nos inspirando a querer saber mais de como aquilo ia ser abordado”

Tendo em vista que desenvolvemos o curso com estudantes que até o momento não tinham conhecimento mais aprofundado sobre os conteúdos abordados na disciplina de Física, o primeiro momento dos encontros abordava os conceitos físicos que estavam implicados nos fenômenos que faziam parte dos questionamentos. E esta abordagem era feita através de apresentações em slides e demonstrações. No segundo momento dos encontros, os estudantes desenvolviam alguma atividade prático-experimental proposta relacionada aos conceitos apresentados no primeiro momento. No entanto, a contextualização se articulava tanto com a parte conceitual envolvida no fenômeno em estudo, como com a atividade prático-experimental que os estudantes desenvolviam, em que buscavam respostas aos questionamentos ao interagir com os materiais.

Portanto, algo que merece ser destacado é que as atividades prático-experimentais precisam trabalhar em conjunto com as aulas teóricas. Dessa forma, uma irá complementar a outra, sanando as eventuais deficiências que fatalmente possam existir no momento em que somente uma destas metodologias é colocada em prática. Ao mesmo tempo, ressaltamos que as atividades precisam estar articuladas, caso contrário, corre-se o risco de que o estudante não estabeleça uma relação entre as duas metodologias de ensino.

Esta constatação é inclusive feita por um dos estudantes, o qual afirma que: “[...] aprendi que a parte teórica é muito importante, que eu acho que sem a parte teórica você não consegue fazer a parte prática” (ALESSANDRO VOLTA). Nessa perspectiva, notamos que o próprio aluno reconhece que sem o conhecimento teórico relativo à atividade prática que está sendo desenvolvida, a atividade prática não faz sentido, ou não consegue ser compreendida. É interessante observar que esta constatação é feita pelo próprio estudante ao se envolver com o processo como um todo, o qual passa a reconhecer a importância da aula teórica articulada com a prática. No entanto, não queremos com isso dizer que a teoria deve vir antes da prática, sendo a mesma utilizada somente como um artifício para comprovar a teoria apresentada anteriormente. Não defendemos a utilização da prática experimental como única finalidade de comprovar teorias. A decisão de utilizar a exposição teórica antes da atividade prática, nesta turma do EF em específico, se deu pelo fato de que estes estudantes não possuíam até momento anterior ao desenvolvimento do curso, uma base teórica referente aos estudos relacionados ao Eletromagnetismo. Neste sentido, consideramos importante apresentar para os estudantes os conceitos referentes aos estudos que seriam desenvolvidos com os mesmos.

Após o desenvolvimento das atividades, constatamos que houve uma mudança na concepção da disciplina de Física, pois os estudantes do EF demonstravam-se apreensivos com relação à disciplina. O estudante Michael Faraday afirma que gostou “[...] muito dessas aulas”, pois de acordo com o mesmo é “[...] mais fácil de entender fazendo a parte prática, e não somente a teórica”. Além disso, ressaltamos que o referido estudante afirma que “[...] mais professoras deveriam adotar esse método de ensino”. Outros estudantes retomam essas questões afirmando que: “Vou sair daqui lembrando do curso e dando chance para Física, acho que não é um bicho de 7 cabeças como eu achava que era” (DONNA STRICKLAND), assim como Hipátia de Alexandria:

Eu consegui entender como funciona melhor a eletricidade e que não é aquele mistério que todos pensam. [...] Ficamos super chocados com coisas que nem sabíamos que podia existir/acontecer. [...] Consegui suprir várias dúvidas (HIPÁTIA de ALEXANDRIA).

Com relação aos estudantes do EM, como relatado anteriormente, constatamos uma mudança de postura após o desenvolvimento do curso. Aqueles estudantes desmotivados e apáticos passaram a interagir mais nas aulas, fazendo perguntas e argumentando quando não compreendiam algo que estava sendo abordado. Além de passar a estabelecer relações entre o que era apresentado no desenvolvimento das atividades com acontecimentos vivenciados em seus cotidianos. Sendo assim, percebemos que além da mudança na concepção da disciplina

de Física, também foi constatada uma mudança conceitual, visto que os estudantes passaram a se apropriar dos conhecimentos científicos.

4.2 A apropriação do conhecimento científico a partir da articulação entre teoria e prática

A disciplina de Física integra as Ciências da Natureza e tem como objetivo o estudo do mundo e seus fenômenos, da matéria e da energia. No entanto, diferente da disciplina de Química, que tem em seu currículo uma abordagem muito ligada aos fenômenos relacionados ao mundo microscópico da matéria, a Física que é desenvolvida na Educação Básica aborda essencialmente conteúdos relacionados ao mundo macroscópico. Portanto, a vantagem de se ensinar e aprender Física neste nível de escolarização reside na possibilidade de utilizar uma abordagem relacionada a assuntos com os quais os estudantes possuem certa familiaridade. Apesar disso, Pozo e Crespo (2009, p. 190) afirmam que: “[...] a prática diária e as pesquisas especializadas mostram que, assim como a química, o aprendizado da física também não é fácil para os alunos dos ensinos fundamental e médio”.

Nos últimos anos do EM a dificuldade na compreensão dos conteúdos presentes no currículo do ensino de Física é reforçada pelo fato de que os fenômenos analisados envolvem conceitos que não podem ser visualizados pelos estudantes. Estes conceitos estão relacionados com o estudo das cargas elétricas, campos elétricos e magnéticos, resistência elétrica dos materiais, entre outros. Outro ponto que contribui para gerar esta dificuldade de compreensão, e que merece ser destacado, são as representações idealizadas e simplificadas, que acabam se afastando da realidade dos estudantes, mas que se tornam extremamente importantes para a compreensão dos comportamentos analisados (POZO; CRESPO, 2009). A idealização ou modelagem para o ensino de Física se faz necessária para uma compreensão mais integral dos fenômenos abordados, tal como nos afirmam Brandão, Araújo e Veit (2008, p. 11): “A modelagem, mais do que uma ferramenta útil para a resolução de problemas, pode contribuir de forma significativa para uma visão de ciência adequada à prática científica moderna, cuja essência está na criação de modelos”.

Além destes fatores, o ensino de Física também possui uma forte ligação com a matemática, tendo em vista que esta é a linguagem utilizada para descrever os fenômenos e fazer previsões a partir da análise de dados obtidos. No entanto, o ensino dos conceitos físicos tem sido desenvolvido através de metodologias que focam tanto na aplicação de fórmulas e exercícios envolvendo “macetes” para a resolução de problemas, que os estudantes passam a

ter a concepção de que os conceitos apresentados pelos livros didáticos nada tem a ver com suas práticas cotidianas. E o que deveria ser entendido como um ponto positivo na concepção dos estudos físicos, acaba também contribuindo para as dificuldades na aprendizagem da disciplina, como alguns estudos destacam (POZO; CRESPO, 2009; GLEISER, 2000). Reafirmamos essa questão com uma afirmação de Gleiser (2000, p 5): “O objetivo das ciências naturais é explorar e compreender os fenômenos da Natureza. Infelizmente, é muito comum acreditar-se justamente no oposto: que a ciência, ao matematizar o mundo, tira a sua beleza!”.

Portanto, levando em consideração os fatores elencados acima, que contribuem para a aversão que os alunos desenvolvem referente à disciplina de Física, estruturamos o curso de extensão utilizando-se da contextualização e das atividades prático-experimentais, evitando-se a utilização de fórmulas matemáticas. Além das explicações dadas referentes ao fenômeno físico abordado, em cada um dos encontros os estudantes desenvolviam alguma atividade prático-experimental relacionada aos conteúdos abordados através da questão problematizadora. O propósito de se utilizar as duas atividades, ou seja, a contextualização e a atividade prático-experimental, era o de criar diferentes possibilidades para que, desta forma os estudantes se apropriassem do conhecimento científico.

Constatamos que a utilização de questões relacionadas ao cotidiano dos estudantes na estruturação das temáticas abordadas motivou o interesse dos estudantes para a aprendizagem dos conceitos relacionados ao fenômeno que estava sendo abordado. O que ficou evidenciado na etapa de análise dos áudios gravados durante o desenvolvimento das atividades do curso.

Para desenvolver a abordagem dos conceitos relacionados à eletrostática, a questão problematizadora era o processo de formação dos raios. Ao final da apresentação dos conceitos relacionados à eletrostática, os alunos construíam um eletroscópio e a partir da interação com o mesmo, responderiam alguns questionamentos desenvolvidos no intuito de proporcionar a reflexão sobre o tema que estava sendo abordado neste encontro. Com o desenvolvimento desta temática, destacamos alguns relatos feitos pelos estudantes:

A partir do momento que a gente esfrega a flanela ela fica carregada, como tu disse. Então, de certa forma, quando a gente encostar, ela vai se mexer porque dentro do eletroscópio vai ter mais cargas. Quando se juntam vai fazer com que elas se “repilam”. (WERNER HEISENBERG)

Saber como se formam os raios foi algo que me despertou interesse por envolver elétrons e prótons que é algo que gostei muito de trabalhar em química. (MARIE CURIE)

[...] como se formam os raios, que são causados por causa de uma quantidade muito grande de cargas negativas na nuvem e por causa disso o ar vira um condutor até a Terra para se descarregar. (THOMAS EDISON)

Esse artifício é utilizado para direcionar à Terra a eletricidade estática gerada pelo atrito da lataria do caminhão com o ar e assim evitar explosões. (MAX PLANCK)

No primeiro relato o estudante Werner Heisenberg busca explicar o motivo das lâminas de papel alumínio do eletroscópio se afastarem ao aproximar um cano de PVC eletrizado ao ser atritado com uma flanela. Em seu relato, o estudante não menciona o fato de que ao aproximar um corpo eletrizado de um objeto neutro provoca-se a separação das cargas. No entanto, é possível constatar que este estudante compreendeu o processo de eletrização por atrito ao relatar que a flanela fica carregada após atritá-la com o cano. Ele compreendeu também que as lâminas de papel alumínio ficaram carregadas com cargas de mesmo sinal e que, devido a isso houve a repulsão entre as mesmas, o que foi observado devido ao fato das lâminas se afastarem.

O segundo e o terceiro relato buscam explicar o processo de formação dos raios. No segundo nota-se que a estudante estabeleceu uma relação com os conteúdos relacionados à disciplina de Química. Já o terceiro relato traz à tona as questões referentes ao estabelecimento de um campo elétrico entre a parte inferior das nuvens e a superfície da Terra, e que devido ao alto valor do campo elétrico estabelecido o ar passa a comportar-se como um condutor de eletricidade, ocasionando a descarga elétrica.

O quarto relato explica o motivo pelo qual os caminhões que transportam combustíveis ou materiais inflamáveis necessitam de uma corrente que se arrasta pelas ruas e estradas para a descarga da eletricidade estática. O estudante demonstra que compreendeu o processo de eletrização provocado pelo atrito ocasionado entre o caminhão e o ar.

Através destes relatos foi possível constatar a possibilidade dos estudantes terem compreendido os conteúdos abordados, sem que para isso precisassem memorizar os conceitos que explicam estes fenômenos. Sendo assim, os estudantes explicaram os processos de eletrização utilizando suas próprias palavras, porque ao realizar a análise percebemos que os estudantes entenderam o que estava acontecendo com as cargas elétricas durante os processos de eletrização. A manipulação do eletroscópio construído por eles propiciou a manipulação das cargas elétricas, favorecendo desta forma a construção do conhecimento relacionado ao estudo da eletrostática. Esta forma de abordar os conceitos possibilita que os estudantes se apropriem deste conhecimento, de tal forma que possam reelaborar o que compreenderam e aplicar este conhecimento em outros momentos vivenciados por estes estudantes. Notamos esses destaques na fala da estudante Marie Curie, a qual afirma: “Eu já

levei um choque, tipo, sabe quando tu estás no mercado e tem aquela bancada nos caixas? Eu já toquei meu dedo ali e levei um choque.”

Foi a partir da interação entre a teoria e a prática que os estudantes se apropriaram do conhecimento científico, através de atividades que tinham como objetivo proporcionar a estes estudantes uma assimilação crítica das informações. Dessa forma, estes estudantes foram conduzidos a refletir sobre o objeto de estudo, através da manipulação de objetos concretos, por meio do qual poderiam criar hipóteses e testar o conhecimento adquirido através da explanação dos conceitos através da explicação do fenômeno abordado, e a partir de então criar suas explicações para o que era observado. Acreditamos que através da metodologia utilizada contribuimos para a constituição de uma formação mais ampla dos indivíduos, tendo em vista que estes estudantes foram estimulados a refletir sobre o conteúdo que estava sendo abordado através das atividades. Estes são os objetivos estabelecidos para o Ensino de Ciências que se fazem presentes nos documentos oficiais, e que Santos e Boruchovitch (2011, p 289) se referem ao afirmar que: “A nova cultura da aprendizagem exige dos estudantes, cada dia mais, a construção e a reconstrução dos conteúdos recebidos, em vez da mera aquisição de verdades absolutas”.

Vivemos atualmente em um mundo da informação em tempo real, em que a tecnologia se desenvolve a passos largos. A Ciência precisa acompanhar a evolução da humanidade, bem como as formas de se ensinar Ciências nas nossas escolas. Além disso, os estudantes dessa era digital não se conformam em ter que decorar fórmulas e conceitos para que, na hora da avaliação reproduzam uma cópia fiel do que foi apresentado na sala de aula. É possível que este seja um fator que colabore com a desmotivação destes estudantes. Segundo Pozo e Crespo (2009, p. 19): “[...] o problema é justamente que o currículo de ciências praticamente não mudou, enquanto a sociedade à qual vai dirigido esse ensino da ciência e as demandas formativas dos alunos mudaram”. Precisamos, enquanto professores de Ciências, repensar nossas práticas em sala de aula e mudar a forma como a Ciência, especialmente a disciplina de Física, é abordada nas salas de aula. Os referidos autores explicitam que (p. 21): “Aprender ciência deve ser, portanto, um exercício de comparar e diferenciar modelos, não de adquirir saberes absolutos e verdadeiros”.

Neste sentido, compreendemos que o estudante somente irá se apropriar de um conhecimento científico a partir do momento em que ele for capaz de atribuir significados a uma informação que lhe é apresentada. Com isso, a partir do momento em que os estudantes explicam algo utilizando suas próprias palavras, é possível dizer que ele compreendeu o que lhe estava sendo ensinado, e desta forma agregou aquele conhecimento.

O que foi possível constatar através dos seguintes relatos:

[...] os raios se formam porque os materiais mais pesados ficam na parte inferior da nuvem com **energia** negativa e como o ar é um isolante natural, como as cargas opostas se atraem causando os raios pela atração das cargas negativas e positivas como o nosso corpo pode servir de condutor elétrico. (GALILEU GALILEI, grifo nosso)

As laminas voltaram a ficar juntas. O contato que fizemos com a parte superior do eletroscópio fez com que ele se descarregasse, já que somos um condutor de **energia** e acabamos absorvendo toda, ou quase toda, a energia dentro do eletroscópio. (MARIE CURIE, grifo nosso)

[...] quando esfregamos um cano em uma flanela e chegamos perto do fio, os papéis se movem se repelindo por terem **energias** iguais em uma parte do papel. (MICHAEL FARADAY, grifo nosso)

[...] os resistores transformam a **energia** elétrica em **energia** térmica e que também estão presentes nos postes de luz, eles só ligam por causa de seus sensores resistivos. (PATRICIA BATH, grifos nossos).

Através destes relatos verificamos que os estudantes utilizam suas próprias palavras para explicar os fenômenos. No entanto, empregam a palavra energia de forma equivocada nas três primeiras explicações. Esta confusão no emprego da palavra energia é mencionada por diversos autores, entre eles destacamos Watts *apud* Barbosa e Borges (2006, p.11), que ao analisar o uso inadequado do termo energia pelos estudantes criou categorias para classificar a forma como os estudantes empregam o termo. Dentre as categorias criadas por Watts, é possível identificar que estes estudantes relacionam energia a uma substância ou ingrediente adormecido dentro dos objetos, que são ativados por um dispositivo de disparo. Esta substância seriam as cargas elétricas e o dispositivo de disparo seria o cano de PVC eletrizado ou as nuvens e a superfície da Terra. Essa confusão no emprego da palavra energia pelos estudantes é uma consequência de seu uso excessivo através dos meios de comunicação e em nossa vida diária (POZO E CRESPO, 2009, p. 197).

No entanto, a palavra é empregada de forma correta no último relato, que trata da transformação da energia observada nos resistores, no qual a energia elétrica pode ser transformada em energia térmica ou energia luminosa pode ser convertida em energia elétrica. Cabe salientar que os relatos destacados acima são todos de estudantes do EF, que até o presente momento não tinham um conhecimento mais aprofundado dos conteúdos presentes no currículo da disciplina de Física, tornando seus relatos mais significativos.

Destacamos ainda as escritas feitas por alguns estudantes ao abordar os conceitos relacionados à eletrodinâmica através das questões que problematizavam o aquecimento do chuveiro elétrico ligado nas redes de 127 V ou 220V, e também o funcionamento do sistema de iluminação pública. Estas escritas foram registradas após as atividades desenvolvidas, tanto

na forma de exposição dos conteúdos envolvidos, como através do desenvolvimento da prática experimental.

Nenhum chuveiro esquentava mais do que o outro. O que ocorre é o que importa realmente é a potência elétrica, que está relacionada à resistência de cada chuveiro, e não a tensão da rede elétrica. (ANDRÉ-MARIE AMPÈRE)

Eu aprendi que eletrodinâmica é a Física que estuda as cargas elétricas em movimento, e corrente elétrica é um movimento em que as cargas elétricas se concentram no interior de um condutor, que gera energia em suas extremidades. (ALESSANDRO VOLTA)

A familiaridade que os estudantes possuem com o uso dos aparelhos elétricos, conhecendo seu funcionamento e o excesso de informações a que estão expostos diariamente implica em que, na maioria das vezes, estes estudantes adquiram conhecimentos equivocados com relação ao funcionamento destes aparelhos. Um destes conhecimentos está relacionado aos fatores que implicam no aquecimento de um chuveiro elétrico. Não é incomum as pessoas acreditarem no fato de que, se um chuveiro elétrico for ligado em uma rede de 220V ele fornecerá água com uma temperatura mais elevada, pois relacionam o aquecimento da água à diferença de potencial fornecida pela concessionária de energia e não à potência do mesmo.

Antes do desenvolvimento das atividades perguntamos aos estudantes qual chuveiro que esquentaria mais, o ligado na rede de 127 V ou o que estivesse ligado na rede de 220 V. Em nenhum momento os alunos mencionaram a questão da resistência ou da potência do chuveiro elétrico, e ficaram muito divididos entre as duas opções. Após o desenvolvimento das atividades, os estudantes passaram a compreender os fatores que estavam envolvidos no processo de aquecimento da água fornecida pelo chuveiro, o que ficou evidenciado em suas escritas.

No relato do estudante Alessandro Volta há uma descrição do que se trata o estudo da Eletrodinâmica, o que consideramos importante pelo fato de que não é possível visualizar o movimento das cargas elétricas em um condutor. Assim como afirma Farias (1999, p. 389-390) em pesquisa realizada sobre esse tema:

No estudo da Teoria Eletromagnética, a descrição da eletrostática em si, na apresentação da carga elétrica (uma das propriedades fundamentais da matéria) e na apresentação do campo elétrico (uma grandeza física vetorial instituída para justificar a interação entre cargas a distância), requer associações lógicas que não podem ser observadas ou experimentadas no domínio do nosso universo concreto. (FARIAS, 1999)

Percebemos que o referido autor constata que os estudantes de nível universitário possuem dificuldades em compreender os fenômenos que envolvem as cargas elétricas e o

campo elétrico, tendo em vista que este tema utiliza-se de abstrações que requerem um maior esforço cognitivo dos estudantes. No entanto, através das atividades propostas no nosso curso, foi possível verificar que os estudantes compreenderam os conceitos relacionados à eletrodinâmica, apesar de não ter mencionado que o movimento das cargas é causado pela aplicação de uma diferença de potencial, o que ficou implícito nas escritas.

Geralmente, quando o professor opta por desenvolver atividades práticas, a explanação teórica é feita antes do desenvolvimento da atividade. No entanto, tendo em vista que durante as aulas desenvolvidas na disciplina de Estágio Supervisionado em Ensino de Física II, os estudantes mostravam-se desmotivados durante as aulas, a professora/pesquisadora resolveu inverter a ordem das atividades. O resultado desta inversão da forma de conduzir as atividades do estágio foi enriquecedor, pois os alunos se mostraram motivados, o que gerou discussões que contribuiriam no processo de construção do conhecimento desses sujeitos.

Para ilustrar essa motivação verificada por parte dos estudantes do EM, destacamos um episódio observado durante a atividade prática, em que em grupos, os estudantes deveriam realizar a montagem de diferentes circuitos elétricos utilizando lâmpadas, fios condutores, pilhas e multímetro. Além de realizar as medidas elétricas os estudantes deveriam observar o que acontecia com o brilho das lâmpadas. É importante salientar que a atividade prática foi desenvolvida antes da aula teórica sobre resistência elétrica. No entanto, durante o desenvolvimento da atividade, o aluno Nikola Tesla, ao mostrar-se surpreso ao perceber o que acontecia com o brilho das lâmpadas, fez o seguinte questionamento: “Por que as lâmpadas estão brilhando diferente? Tem a ver com a resistência?”.

Explicitamos que a partir do desenvolvimento da atividade prático-experimental, os alunos do EM passaram a ser mais participativos durante as aulas, fazendo com que o processo de aprendizagem ocorresse de forma natural. Este fato não se faz presente somente na percepção da pesquisadora, mas também fica evidenciado na escrita do estudante Nikola Tesla: “A aula prática foi muito importante e válida para que nós alunos possamos entender melhor a parte teórica realizando-a na prática, tendo contato com os materiais”.

Com relação aos estudantes do EF, foi fascinante ver a forma como ocorreu a apropriação do conhecimento científico a partir do desenvolvimento do curso de extensão. É importante destacar que antes do início do curso, estes estudantes afirmavam que não entendiam nada de Física. No entanto, ao final do curso, estes estudantes demonstravam propriedade com relação aos temas abordados através das atividades desenvolvidas, mesmo com suas limitações devido ao excesso de conteúdo que o curso fatalmente teve que abordar para o pequeno espaço de tempo. Nessa perspectiva, significamos que os estudantes

conseguiram explicar os fenômenos abordados durante o curso com suas palavras, e foram além, conseguindo relacionar estes fenômenos com outros fatos que eles observavam. Além disso, ressaltamos o fator que contribuiu para que os estudantes se apropriassem do conhecimento científico, foram as discussões geradas durante o desenvolvimento das atividades, que iremos abordar no próximo tópico com a terceira categoria emergente.

4.3 Os questionamentos e a problematização das situações geradas pelas atividades prático-experimentais promoveram o diálogo entre os sujeitos

Quem ensina aprende ao ensinar. E quem aprende ensina ao aprender. (PAULO FREIRE, 1996)

Ao analisar o material emergente do desenvolvimento das atividades, verificamos que o uso das questões problematizadoras e das atividades prático-experimentais como estratégia para conduzir nossas atividades, possibilitou o diálogo entre os estudantes e entre os estudantes e a pesquisadora. Consideramos esse fato extremamente positivo na construção do conhecimento dos diferentes sujeitos envolvidos no processo. A utilização do diálogo no processo de troca de saberes é defendida por educadores como Paulo Freire (1987), o qual afirma que o diálogo deve estar presente em todos os momentos do processo ensino-aprendizagem em oposição ao método bancário de transmissão de conhecimento. O referido autor defende a ideia de que para que o conhecimento se efetive, precisamos considerar os diferentes saberes que estes estudantes trazem a partir de suas vivências, e promover o diálogo a partir destes saberes. Dessa forma, compreendemos que o processo educativo não deve se constituir a partir de imposições de verdades absolutas. Freire (1987) explicita essas afirmações:

Nosso papel não é falar ao povo sobre nossa visão de mundo, ou tentar impô-la a ele, mas dialogar com ele sobre a sua e a nossa. Teremos de estar convencidos de que a sua visão do mundo, que se manifesta nas várias formas de ação, reflete a sua situação no mundo, em que se constitui. A ação educativa e política não pode prescindir do conhecimento crítico dessa situação, sob pena de se fazer 'bancária' ou de pregar no deserto. (FREIRE, 1987, p. 49)

Neste sentido, ao desenvolver nossas atividades, procuramos sempre que possível estabelecer uma relação com o cotidiano dos estudantes a partir do diálogo emergente em

nossos encontros. Ao abordar os processos de eletrização com o propósito de compreender o fenômeno de formação dos raios, a pesquisadora indagou os estudantes sobre situações do cotidiano dos mesmos, solicitando exemplos de onde eles visualizaram o processo de eletrização por atrito, obtendo as seguintes respostas: “Eu já levei um choque, tipo, sabe quando tu estás no mercado e tem aquela bancada nos caixas? Eu já toquei meu dedo ali e levei um choque” (MAE JEMISON) e “Já levei um choque no carro porque ele tá em atrito com o ar. Quando a gente toca no carro as cargas passam pela gente” (GALILEU GALILEI).

Explicitamos que além de utilizarmos a contextualização através do diálogo, buscávamos estabelecer relação entre os novos conhecimentos que estes estudantes passaram a adquirir, com os conhecimentos prévios que os mesmos possuíam. Muitos estudiosos afirmam que é preciso considerar o conhecimento prévio dos estudantes, e a partir dele fazer com que estes estudantes evoluam em suas concepções acerca dos fenômenos analisados. Mortimer (1996), ao discutir o processo de mudança conceitual, desenvolve um estudo sobre a noção de perfil conceitual, onde ele afirma que:

Essa noção permite entender a evolução das idéias dos estudantes em sala de aula não como uma substituição de idéias alternativas por idéias científicas, mas como a evolução de um perfil de concepções, em que **as novas idéias adquiridas no processo de ensino-aprendizagem passam a conviver com as idéias anteriores, sendo que cada uma delas pode ser empregada no contexto conveniente.** Através dessa noção é possível situar as idéias dos estudantes num contexto mais amplo que admite sua convivência com o saber escolar e com o saber científico. (MORTIMER, 1996, p. 20, grifo nosso)

Portanto, nosso objetivo ao questionar os estudantes sobre seus conhecimentos prévios, não era de que os estudantes abandonassem suas concepções e passassem a admitir como verdade algo que estivessem impondo aos mesmos. Pelo contrário, buscamos que os estudantes passassem a conciliar seus conhecimentos prévios com os novos conhecimentos adquiridos e desta forma refinassem suas concepções acerca dos fenômenos abordados, estendendo estes conhecimentos para outros que tivessem alguma relação com os conceitos físicos apresentados através do desenvolvimento do curso. Nosso objetivo era de que o conhecimento fosse construído entre todos os envolvidos através do diálogo e das atividades prático-experimentais.

O uso das atividades prático-experimentais também contribuiu no processo de troca de conhecimento entre os envolvidos. Em uma das atividades desenvolvidas utilizamos o simulador PhET Colorado - balões e eletricidade estática², para que os estudantes pudessem

² https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/balloons-and-static-electricity

entender o que acontece com as cargas elétricas ao atritarmos um balão em um blusão de lã. Além disso, no simulador existe uma parede para que possamos aproximar o balão eletrizado e verificar o que acontece com o mesmo. Perguntamos aos estudantes o que eles achavam que iria acontecer quando se aproximasse o balão da parede. “Ai ele vai pegar os elétrons que estão na parede ali”. (ALESSANDRO VOLTA); Então, indagamos sobre o que iria acontecer com o balão: “Ele vai ser atraído,...ou o balão vai se equilibrar”. (ALESSANDRO VOLTA); “Ou vai estourar”. (GALILEU GALILEI).

Após a demonstração com o uso do simulador os alunos verificaram que, conforme o colega havia dito, o balão passou a ser atraído pela parede. Ao fazer a mesma demonstração utilizando canudos e uma flanela, notamos que nesse momento os alunos ficaram surpresos ao ver que o canudo ficava fixo na parede após ter sido atritado na flanela, e isso acabou gerando algumas discussões ao perguntarem se: “É a mesma coisa que acontece quando a gente passa a régua no cabelo?” (MAE JEMISON); “Ou quando passa o balão no cabelo?” (ANDRÉ-MARIE AMPÈRE).

Os estudantes ficaram interessados em entender o que estava acontecendo com as cargas elétricas ao conseguir estabelecer relações entre o conteúdo que estava sendo abordado e as demonstrações experimentais. Cabe salientar que estas discussões foram impulsionadas a partir da problematização de uma situação e de questionamentos, o que segundo Sasseron (2014) com base em outros teóricos contribui no processo de construção do conhecimento e na conciliação de ações de pensamento e linguagem.

A criação da mediação e seu fomento por meio da problematização e das ações contínuas de questionamento, na visão de sociointeracionistas como Vigotsky e Bakhtin, permitem construir entendimento e conciliam ações de pensamento e linguagem. (SASSERON, 2014, p. 40)

No entanto, é importante destacar que o uso da problematização e dos questionamentos, além de promover a discussão entre a pesquisadora e os estudantes, também contribuiu para a promoção da discussão entre os estudantes, conforme constatamos no trecho de uma conversa explicitado a seguir:

“Agora então, após estudarmos os conteúdos relacionados à eletrostática, alguém saberia me responder como formam-se os raios?” (PESQUISADORA)

“É quando, como tu disse, tem uma acumulação de cargas e a nuvem acaba se descarregando. É alguma coisa com o ar, professora. Ai eu não sei explicar mas eu sei...” (GALILEU GALILEI)

“Pelo que eu entendi, é quando tem uma acumulação muito forte de elétrons e acaba gerando.... descarregando.” (ANDRÉ-MARIE AMPÈRE)

“É assim ó, ele desce porque o oxigênio não é eletrocondutor, mas sob algumas condições ele acaba se tornando eletrocondutor, por uma série de fatores, que faz

com que toda aquela energia acumulada, toda carga acumulada, desça até a terra, descarregando.” (GALILEU GALILEI)

Consideramos a interação entre os estudantes proporcionada através das discussões geradas como um ponto que merece ser destacado. Muitas vezes os estudantes não conseguem compreender algum conteúdo abordado em sala de aula devido à linguagem utilizada pelo professor, e a interação entre os estudantes proporciona a troca de saberes através do uso de uma linguagem mais compreensível, conforme salientam Araujo, Veit e Moreira (2007):

[...] a interação entre os próprios alunos mostra-se vital para a consecução da aprendizagem por parte do aluno. Muitas vezes durante um episódio de ensino, o professor pode encontrar dificuldades em expressar os conceitos de forma compreensível para os alunos e o diálogo entre eles pode permitir que, sob a supervisão do professor, aqueles que começaram a captar os significados socialmente aceitos, possam explicar para os colegas numa linguagem mais acessível, como eles compreenderam, além de oportunizar a verificação por parte do professor de como os alunos estão compreendendo. (ARAUJO, VEIT e MOREIRA, 2007, p. 610)

A interação entre os estudantes participantes do curso de extensão também foi verificada em outros momentos. Ao explicar o conceito envolvendo o estudo da diferença de potencial elétrico, a pesquisadora questionou a turma se eles saberiam explicar porque os pássaros não morrem eletrocutados ao pousar nos fios de alta tensão. Observamos as seguintes respostas dos estudantes: “É porque ele toca só em um fio.” (WERNER HEISENBERG); “Acho que é por conta do aterramento, o passarinho não está aterrado.” (MAX PLANCK); e “É porque o passarinho não está tocando no chão. Tipo, se eu tocar [no fio] e não encostar no chão eu também não vou tomar choque.” (GALILEU GALILEI). Significamos que os estudantes foram compartilhando seus saberes e contribuindo com suas concepções para o estabelecimento dos diálogos em torno de uma situação cotidiana que foi utilizada no encontro em que abordávamos os estudos relativos à eletrodinâmica.

Ao apresentar esta categoria, que emergiu a partir das indagações e da interação entre os estudantes durante o desenvolvimento do curso de extensão, constatamos que o mesmo proporcionou o diálogo entre os participantes do curso. Este diálogo gerado contribuiu tanto como um facilitador no sentido de que os estudantes compartilhassem seus saberes contribuindo com seus colegas quando existiam dúvidas, como também como uma forma da pesquisadora atuar como uma mediadora no processo de aquisição dos saberes por parte dos estudantes.

5. Considerações Finais

5.1 Sentimentos e perspectivas de uma professora iniciante³

Enquanto uma professora iniciante e pesquisadora, concluo esse trabalho com muitas inquietações, mas também com algumas certezas. Algumas inquietações me acompanham desde antes do início do desenvolvimento desta pesquisa, outras surgiram ao longo da mesma. No entanto, uma das certezas que tenho é a de que este trabalho não acaba com a escrita desse último capítulo.

Algo que ficou evidenciado ao desenvolver essa investigação é o fato de que os estudantes anseiam por novas formas de abordar os conteúdos de Física nas salas de aula. Essa afirmação ocorre, pois verifiquei não só através da fala e da postura dos estudantes do EM durante a disciplina de Estágio Supervisionado, mas também dos estudantes do EF.

Os estudantes do EF mostravam-se apreensivos com relação ao que esperar da disciplina de Física, o que foi constatado não somente através do relato da professora de Ciências regente da turma, mas também através do relato dos próprios estudantes ao iniciarmos as atividades. Acredito, após a leitura das cartas escritas por estes estudantes, que com essa proposta conseguimos provocar uma mudança nessa concepção que eles possuíam em relação à disciplina de Física. Com relação aos estudantes do EM, foi nítida a mudança de comportamento ao abordar os conteúdos através das atividades prático-experimentais. Ressalto uma situação em que um aluno afirmava não compreender os conteúdos de Física, e posteriormente explicou com suas palavras os fatores que influenciavam para o brilho de uma lâmpada ao montar diferentes circuitos elétricos.

Com o desenvolvimento da pesquisa percebi que estes estudantes não se sentem motivados a aprender Física com os métodos tradicionais de ensino, de modo que os conteúdos são abordados muitas vezes de uma forma totalmente desarticulada de suas vivências cotidianas e através de teorias impostas como verdades absolutas. Estes estudantes chegam à escola com vontade de aprender, o que ficou evidenciado através da turma do EF, os quais apesar de muito jovens, apresentavam-se sempre receptivos no desenvolvimento das atividades. Esse fator tornou o desenvolvimento do curso muito produtivo, não somente para fins de pesquisa, como também no sentido de mostrar a estes estudantes do que se trata a disciplina de Física, quais seus objetivos e finalidades.

O que ressalto com esta turma é o fato de que, apesar do curso ter uma curta duração, estes estudantes se apropriaram do conhecimento científico proposto através do

³ A escrita desse subcapítulo está na primeira pessoa do singular.

desenvolvimento das atividades, tendo em vista que estes estudantes não tinham conhecimento da disciplina de Física até o início do curso. As atividades se mostraram significativas para a turma, de tal forma que diversas cartas afirmavam que queriam que o curso tivesse uma duração maior e que mais aulas deveriam ser estruturadas de tal forma.

Com relação aos estudantes do EM, o processo se deu de uma forma diferente, tendo em vista que tive que vencer a resistência que estes estudantes colocavam para tentar compreender os conteúdos abordados em sala de aula, através do método tradicional de ensino. E uma forma que nos pareceu muito eficiente foi através da utilização das atividades prático-experimentais e da contextualização, tendo como consequência um envolvimento maior por parte dos estudantes, que resultou em uma maior compreensão acerca dos fenômenos abordados e maior interesse durante o desenvolvimento das aulas.

Outro ponto que destaco foi o fato de que, apesar das atividades desenvolvidas com a turma do EF se passarem no laboratório de Ciências, não detectei materiais que pudessem ser utilizados em atividades prático-experimentais de Física, apesar dos documentos oficiais já abordarem o ensino de Física nesta etapa da escolarização. Todos estes fatores comprovam os estudos feitos por Pena e Ribeiro Filho (2009), em que os mesmos já relatavam o fato de que as atividades prático-experimentais apesar de serem consideradas por muitos pesquisadores como uma metodologia que potencializa o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes, não é desenvolvida nas escolas. E o motivo para que isto ocorresse, apontado por esta pesquisa e comprovado através do desenvolvimento de nossas atividades, são as condições de trabalho dos professores nas escolas.

Notei que apesar de ambas as escolas possuírem um laboratório didático, as professoras se deparam com muitos fatores que contribuem para o fato das aulas serem desenvolvidas essencialmente através de metodologias tradicionais de ensino, ou no caso dos estudantes do EF, nem ao menos terem acesso aos conteúdos referentes à disciplina de Física nesta etapa da escolarização. Entre estes fatores ressalto a carga horária muito restrita para o desenvolvimento da disciplina nas escolas, tanto do EF como do EM. Nessa perspectiva, frisamos a necessidade de um profissional nas escolas que pudesse auxiliar os professores tanto nas etapas pré-laboratório, como no próprio desenvolvimento das atividades, tendo em vista que este tipo de atividade demanda muita dedicação dos envolvidos para que possa obter resultados satisfatórios.

Para finalizar afirmo que a pesquisa demandou muito trabalho e dedicação, assim como outras investigações que acontecem, tive momentos de incertezas e angústias, mas também momentos emocionantes. Fiquei emocionada ao ler as cartas escritas pelos estudantes

do EF, pois os mesmos relatavam o conhecimento científico adquirido com propriedade. Outra questão que me deixou alegre foi me deparar em um laboratório de ensino cheio de jovens entusiasmados ao montarem diferentes circuitos e constatarem que corrente elétrica é algo que eles podem medir utilizando um simples aparelho.

Portanto, o que emerge a partir deste trabalho é a perspectiva de continuar levando as atividades prático-experimentais contextualizadas, tanto para as escolas do Ensino Básico, como também contribuir com o aprimoramento das práticas desenvolvidas nos laboratórios de ensino de Física da nossa Universidade. Tendo em vista a aceitação do curso pelos estudantes, e embalados pelos relatos destes mesmos estudantes de que deveriam existir mais cursos utilizando esta metodologia de ensino, passamos a nos questionar: De que forma estas atividades poderiam chegar a mais estudantes, e desta forma disseminar o conhecimento científico e a paixão pela Ciência? E ainda, de que forma poderíamos expandir o curso para outros temas relacionados ao Ensino de Física?

Nesse momento de fechamento, concluo este trabalho com a certeza de que ensinar e aprender Física pode se tornar mais fácil e agradável, se para isso partirmos de coisas que estão no cotidiano dos estudantes para explicar-lhes o sentido. E se, além da contextualização, proporcionarmos que estes estudantes manipulem os materiais, levantando hipóteses e indo atrás das suas respostas, que é exatamente o que faz um cientista. Sendo assim, estaremos contribuindo para a formação de cidadãos críticos e mais preparados para compreender a importância do desenvolvimento científico para a sociedade.

5.2 As emergências e os argumentos da pesquisa

Nesse último tópico de escrita da pesquisa temos por objetivo trazer algumas emergências e os argumentos que encontramos ao longo da análise, de modo a explicitarmos um argumento aglutinador. Durante o desenvolvimento das atividades surgiram muitas constatações que nos surpreenderam, mas uma delas que se destacou, foi o fato dos estudantes não relacionarem a disciplina de Física com as situações que eles presenciam em seu cotidiano. A partir do momento em que os estudantes perceberam que os conceitos físicos estão relacionados a situações cotidianas, notamos um despertar do interesse dos mesmos. Além disso, o uso da contextualização na abordagem dos conteúdos físicos promoveu a discussão entre os participantes das atividades, de tal forma que estes estudantes foram gradativamente se apropriando do conhecimento científico, ou seja, da alfabetização científica, através da troca de saberes entre os envolvidos no processo educativo.

Todas estas constatações nos levam a refletir sobre a forma como as atividades experimentais são conduzidas nos laboratórios de ensino da nossa Universidade. Refletimos através de nosso trabalho que é necessário repensar a forma como estas atividades estão estruturadas na Universidade, tendo em vista que os professores que irão atuar nas escolas estão sendo formados para trabalhar com as atividades prático-experimentais nas Licenciaturas. Dessa forma, nos questionamos: A descontextualização começaria na Universidade, nos cursos de formação de professores, tendo como consequência alunos da Educação Básica desmotivados e com aversão à disciplina de Física?

Com a realização da pesquisa argumentamos que a utilização de atividades prático-experimentais contextualizadas em eletromagnetismo proporcionou aos estudantes uma apropriação do conhecimento científico de uma forma prazerosa e natural. Percebemos que a utilização de atividades prático-experimentais ao proporcionar a interação dos estudantes com os materiais, torna a compreensão dos conteúdos abordados sobre eletromagnetismo mais próxima dos mesmos.

A manipulação dos materiais e os trabalhos em grupo propiciaram um envolvimento dos estudantes no processo de aprendizagem, no qual se tornaram protagonistas no processo de construção do conhecimento, fazendo com que ocorra a apropriação do conhecimento científico de uma forma gradual. Além disso, o desenvolvimento das atividades prático-experimentais em grupo e de forma contextualizada, possibilitou o diálogo entre os envolvidos no processo educativo.

Sendo assim, com a pesquisa realizada podemos afirmar que: **A inserção de atividades prático-experimentais contextualizadas nas aulas de Física potencializam o diálogo e a apropriação do conhecimento científico, por meio das indagações, interações e problematizações geradas por essa estratégia metodológica.**

Referências

ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela; MOREIRA, Marco Antonio. Simulações computacionais na aprendizagem da Lei de Gauss para a eletricidade e da Lei de Ampère em nível de Física Geral. **Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias**, Porto Alegre, v. 6, n. 3, p.601-629, 2007.

ARAÚJO, M. S. T. de; ABIB, M. L. V. dos S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p.176-194, jun. 2003.

BARBOSA, João Paulino Vale; BORGES, Antonio Tarciso. O entendimento dos estudantes sobre energia no início do Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Belo Horizonte, v. 23, n. 2, p.182-217, ago. 2006.

BINI, M. B. Pesquisar é construir argumentos: um caminho para a superação. In: GALIAZZI, M. do C. et al. **Construção Curricular em Rede na Educação em Ciências: uma aposta de pesquisa na sala de aula**. Ijuí: Unijuí, 2007. p. 105-117.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Belo Horizonte, v. 19, n. 3, p.9-31, dez. 2002.

BRANDÃO, Rafael Vasques; ARAÚJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. A modelagem científica de fenômenos físicos e o ensino de Física. **Revista Física na Escola**, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p.10-14, 2008.

BRASIL. **PCN Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação – MEC. Acesso em 08 mai. 2019. <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. 1999.

BRASIL. **PCN+ Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação - MEC, Secretaria da Educação Média e Tecnológica - SEMTEC. Acesso em 08 mai. 2019. <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. 2002.

BRASIL. **Orientações curriculares para o Ensino Médio, v. 2. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** Brasília: Ministério da Educação - MEC, Secretaria da Educação Básica - SEB. Acesso em 08 mai. 2019. http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf. 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação (Org.). **Base Nacional Comum Curricular.** 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/a-base>>. Acesso em: 08 set. 2019.

CARVALHO, A. M. P. de. Critérios estruturantes para o ensino das ciências. In: CARVALHO, A. M. P. de et al. **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática.** São Paulo: Cengage Learning, 2016. Cap. 1. p. 1-17.

CARVALHO, A. M. P. As práticas experimentais no ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P. de et al. **Ensino de Física.** São Paulo: Cengage Learning, 2010. p. 29-51.

CLARO, L. C. As atividades experimentais de Física na escola de ensino integral: uma análise crítica. 2017. 181 f. **Dissertação (Mestrado)** - Curso de Pós-graduação em Educação, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2017.

FAGUNDES, S. M. K. Experimentação nas aulas de ciências: um meio para a formação da autonomia?. In: GALIAZZI, Maria do Carmo et al. **Construção Curricular em Rede na Educação em Ciências: uma aposta de pesquisa na sala de aula.** Ijuí: Unijuí, 2007.

FARIAS, Antonio José Ornellas. Existem Dificuldades dos Alunos na Interpretação da Interação Carga-Campo? **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 21, n. 3, p.389-396, set. 1999.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa.** 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996. 144 p.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido.** 17.^a edição. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.107 p.

GARCIA, L. C.; COSTA, M. da. A inserção de física moderna no ensino médio por meios de práticas experimentais e aplicações na astronomia. **Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE**, Paraná, v. 1, 2014.

GLEISER, Marcelo. Por que ensinar Física? **Revista Física na Escola**, v. 1, n. 1, p.4-5, 2000.

GRASSELLI, E. C.; GARDELLI, D. O ensino de física pela experimentação no ensino médio: da teoria à prática. In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. **Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE**, 2014. Curitiba: SEED/PR., 2016. V.1. (Cadernos PDE). Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uem_fis_artigo_erasmo_carlos_grasselli.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2019.

LEIRIA, T. F.; MATARUCO, S. M. C. O papel das atividades experimentais no processo ensino-aprendizagem de Física. In: EDUCERE, XII, 2015, Curitiba. **Congresso Nacional de Educação**. Curitiba: PUC-PR, 2015. p. 32214 - 32226.

MALHEIROS, B. T. **Metodologia da Pesquisa em Educação**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011. 254 p.

MORTIMER, Eduardo Fleury. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos?. **Investigações em Ensino de Ciências**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p.20-39, 1996.

OLIVEIRA, M. M. L. de et al. Práticas Experimentais de Física no Contexto do Ensino pela Pesquisa: uma reflexão. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 5, n. 3, p.29-38, 2010.

PEREIRA, M. V.; MOREIRA, M. C. do A. Atividades prático-experimentais no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p.265-277, 2017.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. **A APRENDIZAGEM E O ENSINO DE CIÊNCIAS: DO CONHECIMENTO COTIDIANO AO CONHECIMENTO CIENTÍFICO**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 296 p.

RICARDO, E. C.; FREIRE, Janaína C.A. A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Brasília, v. 29, n. 2, p.251-266, nov. 2007.

RICARDO, E. C. Problematização e contextualização no ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P. de et al. **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. p. 29-51.

SANTOS, Osmar José Ximenes dos; BORUCHOVITCH, Evely. Estratégias de aprendizagem e aprender a aprender: concepções e conhecimento de professores. **Psicologia: Ciência e Profissão**, v. 31, n. 2, p.284-295, 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1414-98932011000200007>.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estruturação do ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P. de et al. **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

SASSERON, L. H. Ensinar, aprender e avaliar em aulas de Física: interagindo para construir argumentos e argumentando em favor das interações. In: CAMARGO, Sérgio et al. **Controvérsias na Pesquisa em Ensino de Física**. São Paulo: Livraria da Física, 2014. Cap. 2. p. 39-57.

UNIVERSITY OF COLORADO. **PhET Colorado: Balloons and Static Electricity**. Disponível em: <<https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/balloons-and-static-electricity>>. Acesso em: 26 ago. 2019.

VILLATORRE, Aparecida Magalhães; HIGA, Ivanilda; TYCHANOWICZ, Silmara Denise. **Metodologia do Ensino de Matemática e Física: Didática e Avaliação em Física**. Curitiba: Ibpex, 2008. 166 p.

ANEXO I

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PARTICIPANTES DO PROJETO DE PESQUISA

Projeto de Pesquisa – ATIVIDADES PRÁTICO-EXPERIMENTAIS CONTEXTUALIZADAS PARA A APRENDIZAGEM EM ELETROMAGNETISMO

Objetivo da pesquisa: Investigar como as atividades prático-experimentais potencializam a compreensão de conceitos do eletromagnetismo para estudantes do Ensino Fundamental, por meio de um curso de extensão.

Sua participação é muito importante, asseguramos o sigilo absoluto referente às informações prestadas e à identidade do participante, preservadas mesmo após elaboração de relatório final deste estudo. Para esclarecimento de dúvidas ou para mais informações, entrar em contato pelo telefone (53) 98121 8433.

INFORMAÇÕES GERAIS

- ✓ Você está sendo convidado(a) para participar da coleta de dados para fins da escrita do Trabalho de Conclusão de Curso – TCC.
- ✓ Os dados serão coletados através de gravações em áudio para posterior análise.
- ✓ A sua participação é **voluntária** e seus dados serão **confidenciais**. Seu verdadeiro nome não será escrito ou publicado em nenhum local. Toda informação será guardada com número de identificação.
- ✓ Essa entrevista e gravação fazem parte do projeto de pesquisa para o TCC da acadêmica Daiane Rattmann Magalhães Pirez do Curso de Licenciatura em Física – FURG.

A pesquisa é orientada pela professora Rafaela Rodrigues de Araujo do Instituto de Matemática, Estatística e Física da FURG.

VERIFICAÇÃO DO CONSENTIMENTO

Declaro que li o termo de consentimento acima e aceito participar da pesquisa.

RG do responsável: _____

Assinatura do(a) responsável do participante

Assinatura da pesquisadora

_____/_____/_____
Data

ANEXO II

Curso de extensão “Experimenta Física”:
Práticas Experimentais e Contextualizadas de Eletromagnetismo
ATIVIDADE SOBRE ELETROSTÁTICA
Prof.^a Daiane Pirez

Após a construção do eletroscópio, formar grupos para fazer algumas experiências e discutir as questões que seguem. Seus argumentos serão apresentados para a turma no final da aula.

1) Aproxime, sem tocar, um pedaço de cano de PVC da parte superior de seu eletroscópio. Se o cano estiver inicialmente descarregado, não haverá qualquer movimento das folhas. Agora, esfregue o cano em uma flanela e refaça a aproximação.

Agora responda.

- a. O que vocês observaram? Como explicar este fenômeno?
- b. Agora, toque a extremidade do cano carregado na esfera do eletroscópio, O que aconteceu? Explique.
- c. Mantendo o cano afastado, toque com um de seus dedos a parte superior do eletroscópio. O que aconteceu? Explique.
- d. Finalmente, aproxime o cano carregado da esfera do eletroscópio, sem tocá-lo, e com as folhas já abertas, encoste rapidamente um dos dedos na esfera do eletroscópio. Afaste o cano. O que ocorreu? Explique.

2) Leia com atenção a tira do gato Garfield mostrada abaixo. Enumere e discuta brevemente situações de vivência cotidiana onde ocorre eletrização por atrito.



3) Os caminhões que transportam combustível ou materiais inflamáveis costumam ter, em suas carrocerias, uma corrente que se arrasta pelas ruas e estradas. Qual é a importância disso em termos eletrostáticos?

ANEXO III

Curso de extensão “Experimenta Física”:
Práticas Experimentais e Contextualizadas de Eletromagnetismo

ATIVIDADE SOBRE ELETRODINÂMICA

Prof.^a Daiane Pirez

Atividade prática sobre circuitos elétricos simples

Objetivo

Nesta aula investigaremos circuitos elétricos simples compostos por lâmpadas, fios e pilhas. Utilizaremos amperímetros para medir a corrente elétrica em qualquer ponto do circuito e voltmímetro para medir a diferença de potencial sobre qualquer elemento.

1. Medindo grandezas em um circuito elétrico

Utilizando um multímetro você pode efetuar medidas quantitativas de quase todas as grandezas importantes que aparecem num circuito elétrico, tais como diferença de potencial e corrente elétrica.

Mas atenção: os aparelhos requerem cuidados! Uma ligação errada pode danificar permanentemente o aparelho.

2. Circuitos contendo lâmpadas, fios e pilhas

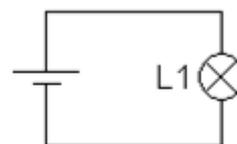
Monte os circuitos em série e em paralelo envolvendo combinações de lâmpadas descritos abaixo.

Todas as lâmpadas são idênticas. A d.d.p. da fonte é $V_F = 6V$ (quatro pilhas grandes).

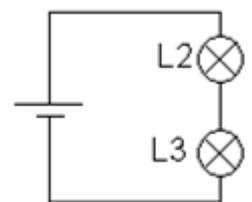
Para todos os circuitos:

- Meça a d.d.p. sobre cada lâmpada;
- Meça a corrente que atravessa cada lâmpada;
- Calcule a resistência de cada lâmpada utilizando a equação constante na tabela.
- O que vocês observaram com relação ao brilho da(s) lâmpada(s) do circuito 1 em relação ao circuito 2? Explique.
- O que vocês observaram com relação ao brilho da(s) lâmpada(s) do circuito 3 em relação ao circuito 4? Explique.

Lâmpada	$V_{Lâmpada}$ (V)	$i_{Lâmpada}$ (mA)	$R_{Lâmpada} = V/i$ (Ω)
L1			
L2			
L3			
L7			

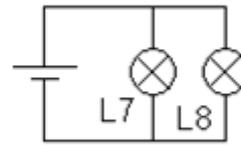


Circuito 1

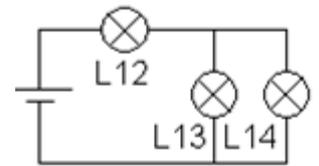


Circuito 2

L8			
L12			
L13			
L14			



Circuito 3



Circuito 4

3. Questões a serem investigadas ao desenvolver a atividade:

- O que acontece com o brilho da lâmpada quando adicionamos mais lâmpadas ao circuito? Justifique sua resposta a partir do que foi abordado na explicação sobre o aquecimento do chuveiro.
- O que vocês observam com relação ao brilho da lâmpada nos circuitos 1 e 2?
- O que vocês observam com relação ao brilho da lâmpada nos circuitos 3 e 4?
- Podemos relacionar corrente elétrica e resistência com o brilho de uma lâmpada? De que forma?
- Existe alguma relação entre o brilho da lâmpada e o aquecimento do chuveiro elétrico abordado no curso? Explique.