

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
NATURAIS

**ATIVIDADES EXPERIMENTAIS PARA CONSTRUÇÃO
DE CONCEITOS EM HIDROSTÁTICA E
HIDRODINÂMICA**

ARIÁDNE CARLA SOARES NEVES FONSECA

PROF. DR. FREDERICO AYRES DE OLIVEIRA NETO
ORIENTADOR

Cuiabá, MT
2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
NATURAIS

**ATIVIDADES EXPERIMENTAIS PARA CONSTRUÇÃO
DE CONCEITOS EM HIDROSTÁTICA E
HIDRODINÂMICA**

ARIÁDNE CARLA SOARES NEVES FONSECA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais da Universidade Federal de Mato Grosso, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Naturais.

PROF. DR. FREDERICO AYRES DE OLIVEIRA NETO
ORIENTADOR

Cuiabá, MT
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

S676a Soares Neves Fonseca, Ariadne Carla.
Atividades experimentais para construção de conceitos em Hidrostática e Hidrodinâmica / Ariadne Carla Soares Neves Fonseca. -- 2018
116 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Frederico Ayres de Oliveira Neto.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Cuiabá, 2018.
Inclui bibliografia.

1. Ensino de Física. 2. Ensino de conceitos de Hidrostática e Hidrodinâmica. 3. Atividade experimental. 4. Aprendizagem por descoberta. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS
Avenida Fernando Corrêa da Costa, 2367 - Boa Esperança - Cep: 78060900 - CUIABÁ/MT
Tel: (65) 3615-8768 - Email: ppgecn.ufmt@gmail.com

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO : "Atividade experimental para construção de conceitos em hidrostática e hidrodinâmica"

AUTOR : Mestranda Ariadne Carla Soares Neves Fonseca

Dissertação defendida e aprovada em 24/08/2018.

Composição da Banca Examinadora:

Presidente Banca / Orientador Doutor Frederico Ayres de Oliveira Neto

Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

Examinador Interno Doutor Carlos Rinaldi

Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

Examinador Externo Doutor Raul Abreu Assis

Instituição : Universidade do Estado de Mato Grosso

CUIABÁ, 24/08/2018.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus filhos, Theo e João Valentin, luzes no meu caminho, à minha avó materna Odete e minha mãe Onildes, que sempre me apoiaram e acreditaram no meu trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo dom da vida.

A minha família, pelo apoio nessa etapa de crescimento.

Ao meu esposo João Fonseca, o Joca, pelo carinho, amor, paciência e dedicação, a mim e aos nossos filhos.

Ao meu irmão Elizeu Dorne, grande amigo e parceiro que nunca mediu esforços para me ajudar nos momentos que mais precisei.

Aos colegas de turma, **Ana Flávia, Annelise, Charles, Edman, Eliane, Katiúscia e Vagner**, companheiros nessa jornada pelo conhecimento.

Ao meu orientador professor **Dr. Frederico Ayres de Oliveira Neto**, pela dedicação e paciência, auxiliando e orientando rumo ao meu crescimento intelectual e pessoal.

Aos professores do PPGECON, em especial o professor **Dr. Carlos Rinaldi**, um grande ser humano, que sempre nos mostrou que, acima de tudo, a humildade e o amor ao próximo devem prevalecer.

Ao professor **Dr. Raul Abreu Assis**, UNEMAT/Sinop, por vossas preciosas contribuições em nosso trabalho.

A todos da Escola Estadual São Francisco que contribuíram com a pesquisa, especialmente as professoras **Daniela Gonçalves** e **Graziela Fraga** pela parceria, atenção e dedicação.

Aos tios Norma Ávila Fonseca e Adilson Fonseca, pela acolhida em seu lar.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE QUADROS.....	ii
LISTA DE TABELAS.....	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	4
2.1. O ALUNO E SEUS CONHECIMENTOS PRÉVIOS.	7
2.2. A INTRODUÇÃO DE CONCEITOS DE FÍSICA.....	9
2.2.1. Física para as crianças: por que não?.....	11
2.2.2. A assimilação de conceitos físicos: o conhecimento prévio e o obstáculo epistemológico.....	13
2.2.3. Ensino-aprendizagem: a relação aluno e professor	15
2.3. EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS	17
2.3.1. A experimentação e a visão de Bachelard	18
2.3.2. O professor e os desafios da aula experimental.....	22
2.4. EXPERIMENTAÇÃO NOS ANOS INICIAIS	24
2.4.1 – Atividade experimental e aprendizagem por redescoberta	26
3. METODOLOGIA.....	29
3.1 – PRIMEIRA ETAPA – OFICINA COM OS PROFESSORES.....	33
3.2 – ETAPA 2 – EXPERIMENTOS NA ESCOLA: ATIVIDADES COM OS ESTUDANTES	41
3.2.1. Etapa 2 – Fase 1	43
3.2.2. Etapa 2 - Fase 2	49
3.2.3. Considerações Gerais sobre a Metodologia – Etapa 2	54
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	59
4.1 – ETAPA 1	60
4.2 – ETAPA 2 – Fase 1	61
4.2.1. Questionário de Entrada	61
4.2.2. Fase 1 - Conceitos Teóricos.....	70
4.2.3. Análise do roteiro para os Experimentos da Fase 1	72
4.2.4. Aspectos gerais da Fase 1 - Etapa 2.....	77
4.3. Etapa 2 - Fase 2	78

4.3.1. Fase 2 - Conceitos Teóricos	78
4.3.2. Análise do roteiro para os Experimentos da Fase 2.....	79
4.3.3. Aspectos gerais da Fase 2 - Etapa 2.....	84
4.3.4. Questionário de saída.....	86
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	99
6. REFERENCIAL	103
ANEXOS.....	108
ANEXO A - SIMULAÇÃO DA DETERMINAÇÃO DO RAIOS DA TERRA (MEDINDO A TERRA)	108
ANEXO B - DETERMINAÇÃO DA ACELERAÇÃO GRAVITACIONAL DA TERRA (PÊNDULO SIMPLES)	110
ANEXO C - SIMULAÇÃO DA IDENTIFICAÇÃO DA MATÉRIA FUNDAMENTAL POR MEIO DE LUZ (IDENTIFICANDO OBJETOS)	112
ANEXO D - REFRAÇÃO DA LUZ (ARCO-ÍRIS NO DVD)	114
APÊNDICES	115
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL	115
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO FINAL	116

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Oficina com Professores – Etapa Piloto.....	39
Figura 02: Apresentação do projeto aos alunos.....	40
Figura 03: Experimentos Fase 1 (Variação de pressão - Vela no prato com água)	45
Figura 04: Experimentos Fase 1 (Variação da pressão - Ovo que entra na garrafa)	45
Figura 05: Experimentos Fase 1 (Densidade de massa - ovo boiando na água com sal e na água sem sal)	46
Figura 06: Experimentos Fase 1 (Massa de ar - balança de balões).....	46
Figura 07: Experimentos Fase 1 (Volume de ar - compressão e expansão do êmbolo de uma seringa)	47
Figura 08: Experimentos Fase 1 (Pressão interna - copo de água virado contendo papel em uma vasilha contendo água).....	47
Figura 09: Experimentos Fase 1 (Influência da diferença de pressão sobre a velocidade - balão cheio de água com furos – equação de Bernoulli ou “xixi de Torricelli”).....	48
Figura 10: Experimentos Fase 2 (Densidade de massa - garrafa de plástico que boia e/ou afunda).....	50
Figura 11: Experimentos Fase 2 (Variação de massa - submarino de garrafa de plástico)	51
Figura 12: Experimentos Fase 2 (Diferença de pressão entre dois ambientes - copo com água que prende a folha de papel)	51
Figura 13: Experimentos Fase 2 (Influência da diferença de pressão sobre a velocidade e alcance - Garrafa de plástico furada com água dentro).....	52
Figura 14: Experimentos Fase 2 (Volume de ar - compressão e expansão do êmbolo de uma seringa)	53
Figura 15: Ilustração do experimento pelo aluno A13.....	86

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01: Cronograma de desenvolvimento do trabalho.....	32
QUADRO 02: Roteiro de análise da Oficina com Professores (1ª Etapa – Etapa Piloto)	38
QUADRO 03: Roteiro de análise do trabalho experimental com os alunos (2ªEtapa)..	54
QUADRO 04: Organização da realização dos experimentos na Fase 1 - Etapa 2.....	73
QUADRO 05: Organização da realização dos experimentos na Fase 2 - Etapa 2.....	83

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 – Experimentos realizados na oficina pelos grupos de professores (Primeira etapa: Etapa piloto).....	34
TABELA 02 – Experimentos realizados pelos grupos de estudantes (Segunda etapa: 1ªFase).....	44
TABELA 03 – Experimentos realizados pelos grupos de estudantes. (Segunda etapa: 2ªFase).....	50
TABELA 04 – Questão 1: Em sua opinião, o que é Ciência.....	65
TABELA 05 - Questão 2: Você acredita que existe ciência em tudo?.....	65
TABELA 06 – Questão 3: O que você acredita ser a Física?.....	67
TABELA 07 - Questão 1: Sobre o primeiro momento de realização dos experimentos, quanto a sua apresentação, marque a alternativa que você mais se identifica.....	91
TABELA 08 - Questão 2: Sobre seu desenvolvimento acerca dos experimentos, preencha o quadro abaixo.....	92
TABELA 09 - Questão 3: Sobre o segundo momento de realização dos experimentos, marque a alternativa que você mais se identifica.....	97
TABELA 10 - Questão 4: No segundo momento você recebeu materiais para montar o experimento e conceitua-lo de acordo com a Física.....	99

RESUMO

FONSECA, A. C. S. N. **Atividades experimentais para construção de conceitos em Hidrostática e Hidrodinâmica**. Cuiabá, 2018. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais, Universidade Federal de Mato Grosso.

A presente pesquisa traz a proposta de estudar a realização de atividades experimentais com alunos do sexto ano do ensino fundamental II para a construção de conceitos relacionados à Hidrodinâmica e Hidrostática, na perspectiva da aprendizagem significativa de David Ausubel. Tais atividades têm por objetivo proporcionar a construção do aprendizado, sendo a redescoberta um dos estágios. Ao longo da vida escolar, os estudantes encontram desafios em assimilar conceitos da Física e em associar acontecimentos do seu cotidiano aos fenômenos explicados por essa ciência, ou seja, em relacionar conhecimento do cotidiano a conhecimento erudito. Tendo a relação entre os saberes cotidianos e formais como base, esse trabalho propõe a aplicação de atividades experimentais a turmas mais jovens, no intuito de possibilitar a compreensão dessa ciência, no que tange a construção de conceitos em hidrostática e hidrodinâmica, com o rigor da linguagem científica. O trabalho envolve: (1) pesquisa com os alunos; (2) análise da prática docente em relação à realização de atividades experimentais; (3) um estudo sobre quais desafios o professor enfrenta na realização dessas ações. O estudo desenvolveu-se à luz da epistemologia de Gaston Bachelard que, em seu livro “*A formação do Espírito Científico*”, destacou a noção de obstáculo epistemológico - impedimentos ao desenvolvimento do saber científico. Bachelard alerta para certos equívocos existentes no decorrer do progresso científico que, neste trabalho, diz respeito às dificuldades em realizar o trabalho experimental. Contudo, ao que se referem a significados atribuídos pelos alunos, utilizou-se a Teoria da Aprendizagem Significativa, de David P. Ausubel. O trabalho incluiu a observação de professores de ciências e alunos envolvidos na construção e realização de experimentos. Analisando o desenvolvimento do trabalho, observa-se que a atividade experimental contribuiu para a assimilação de conceitos relacionados à Física, para turmas de jovens. Esse momento também foi importante para que os professores repensassem o papel da atividade experimental como evento didático e sua importância como um facilitador para a assimilação de conceitos, e como os alunos constroem seus significados acerca de um determinado assunto estudado, observando-se a linguagem científica.

Palavras-chave: Ensino de Física, ensino de conceitos de Hidrostática e Hidrodinâmica, atividade experimental, aprendizagem por descoberta.

ABSTRACT

FONSECA, A. C. S. N. **Experimental activities for Hydrostatic and Hydrodynamic concepts construction.** Cuiabá, 2018. Dissertation (Master degree) - Postgraduate Program in Teaching of Natural Sciences, Federal University of Mato Grosso.

The present research proposes the study of experimental activities with students of the sixth grade of elementary school II to construct concepts related to hydrodynamics and hydrostatics, in the perspective of the meaningful learning of David Ausubel. These activities aim to provide the construction of learning, with rediscovery being one of the stages. Throughout the school life, students find challenges in assimilating concepts of Physics and in associating events of their daily life with the phenomena explained by this science, that is, in relating everyday knowledge to scholarly knowledge. With the relationship between daily and formal knowledge as a basis, this work proposes the application of experimental activities to younger classes, in order to make possible the understanding of this science, in what concerns the construction of concepts in hydrostatics and hydrodynamics, with the rigor of scientific language. The work involves: (1) research with students; (2) analysis of the teaching practice in relation to the accomplishment of experimental activities; (3) a study on what challenges the teacher faces in performing these actions. The study developed in the light of the epistemology of Gaston Bachelard, who in his book "The Formation of the Scientific Spirit" highlighted the notion of an epistemological obstacle - impediments to the development of scientific knowledge. Bachelard warns of certain misunderstandings in the course of the scientific progress which, in this work, concerns the difficulties in carrying out the experimental work. However, as far as the meanings assigned by the students are concerned, the Theory of Significant Learning, by David P. Ausubel, was used. The work included the observation of science teachers and students involved in the construction and conduct of experiments. Analyzing the development of the work, it is observed that the experimental activity contributed to the assimilation of concepts related to Physics, for youth groups. This moment was also important for teachers to rethink the role of experimental activity as a didactic event and its importance as a facilitator for the assimilation of concepts, and how students construct their meanings about a particular subject studied, observing the scientific language.

Keywords: Teaching Physics, Teaching Hydrostatic and Hydrodynamic concepts, experimental activity, learning by discovery.

1. INTRODUÇÃO

O trabalho experimental há muito é utilizado como metodologia facilitadora no ensino de Ciências. Compreender o mundo que nos cerca através da visualização e da experimentação pode tornar a construção do aprendizado mais frutífero e prazeroso. O despertar, do aluno, para a pesquisa é um dos papéis desse processo. O ato de buscar, investigar, descobrir, redescobrir, analisar, argumentar e concluir, por certo, incentivará o estudante a compreender a Ciência de outra forma.

O trabalho experimental possibilita também ao aluno perceber o mundo em que vive, uma vez que, assimilados conceitos científicos que envolvam um fenômeno presente em sua vida cotidiana, o capacita a aplicá-los de forma consistente, compreendendo-o cientificamente em seu cotidiano.

As vantagens do trabalho experimental não são percebidas somente pelos alunos. Ao professor que o utiliza como ferramenta de trabalho proporciona o enriquecimento conceitual e científico aos seus alunos, compartilhando ideias e conhecimentos sobre o mundo científico de maneira clara e objetiva.

A atividade experimental, neste trabalho, foi proposta como alternativa à introdução de conceitos científicos para turmas do 6º ano do Ensino Fundamental. Trabalhar com a conceitualização científica desde as séries iniciais nos remete à ideia de trabalhar situações que se aproximam de situações concretas para melhor compreensão e percepção do mundo científico, subsídios contemplados pela atividade experimental.

As pesquisas têm mostrado que a utilização da experimentação em sala de aula ainda é pouco usual por diversos motivos, fazendo-se necessário reavaliar essa prática, pois, como já foi dito, potencializa o crescimento intelectual do aluno e, porque não dizer, do professor.

A pesquisa propôs responder às seguintes questões: é possível introduzir, conceitos científicos desde as séries iniciais? E, para isso, atividades experimentais seriam subsídios? Quais seriam os obstáculos para a utilização de tal ferramenta?

De um modo geral, o objetivo principal deste trabalho foi estudar se a utilização de atividades experimentais seria aporte para introdução de conceitos científicos favorecendo a construção de conceitos e facilitando o processo de ensino aprendizagem.

Assim, alguns objetivos específicos foram elaborados:

- Investigar quais as dificuldades encontradas pelos professores para a realização de atividades experimentais.

- Identificar a forma como as atividades experimentais contribuem para o processo de ensino aprendizagem.
- Conhecer a relação do aluno e do professor com atividades experimentais
- Analisar a forma de como a aprendizagem por descoberta e/ou redescoberta pode contribuir com seu aprendizado.
- Trabalhar atividades experimentais auxiliando o estudante na resolução de seus questionamentos existentes.
- Propor atividades experimentais, tanto pré-elaboradas, como elaboradas pelos alunos a partir de materiais pré-existentes, a fim de auxiliar na construção do aprendizado, reforçando o ato da pesquisa e proporcionando um aprendizado por descoberta.
- Desenvolver um produto que possa auxiliar os professores nesse processo, podendo ser aplicado antes, durante ou após as atividades experimentais.

O trabalho foi dividido em duas etapas. A primeira constituiu-se da realização de uma oficina com professores da educação básica, com o objetivo de analisar qual a visão do professor em relação ao experimento. Essa foi uma atividade prévia cujo intuito foi o diagnóstico do método.

As atividades da segunda etapa foram aplicadas aos com os alunos do 6º ano do ensino fundamental II, da Escola Estadual São Francisco, de Jaciara, MT.

Neste trabalho, foi utilizada uma pesquisa de abordagem qualitativa, baseada na realização de experimentos na área de Física. Para tal, utilizou-se como instrumentos de coleta de dados roteiros de análise dos experimentos para as duas etapas da pesquisa e questionários para auxiliar no diagnóstico dos conhecimentos prévios dos estudantes, aplicado antes do início das atividades experimentais, e outro, aplicado após as atividades e, o diário de bordo elaborado pelos alunos. Estes dois últimos utilizados somente na etapa 2 da pesquisa.

Esses instrumentos tiveram como objetivo a recolha dos dados a serem analisados e auxiliar no diagnóstico do processo de ensino-aprendizagem para atender ao objetivo desta pesquisa: estudar a realização de atividades experimentais com alunos do 6º ano do ensino fundamental II para a construção de conceitos relacionados à Hidrodinâmica e Hidrostática, na perspectiva da aprendizagem significativa de David Ausubel.

Sendo assim, o trabalho foi estruturado da seguinte forma:

- Capítulo 1 – Introdução, com um breve resumo de que trata o trabalho, explicitação dos objetivos, geral e específico da pesquisa, etapas de realização com professores e alunos.
- Capítulo 2 – Fundamentação teórica como aporte para o trabalho, que traz pesquisadores como Schroeder, Rosa *et.al*, Campos *et al*, Portela e Higa, Nascimento e Barbosa-Lima, Ostermann *et al*, Monteiro e Teixeira, Moreira, que fizeram importantes contribuições acerca do ensino de Ciências e, em especial para turmas jovens, da importância da experimentação na construção do aprendizado.
- Capítulo 3 – Metodologia, onde serão descritos os procedimentos metodológicos, as etapas da pesquisa e os instrumentos de coleta de dados.
- Capítulo 4 – Resultados e discussões, onde serão analisadas as etapas da pesquisa e seu desenvolvimento: os roteiros de avaliação desenvolvidos nas duas etapas, os resultados dos questionários e análise dos materiais de anotação dos alunos.
- Capítulo 5 – Considerações Finais, com as análises e compreensões acerca do trabalho realizado.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Pesquisa em ensino de ciências é um assunto há muito desenvolvido. Especificamente no ensino de Física, segundo Neto (1990), tem-se um volume significativo de trabalhos onde verificamos suas contribuições no ensino dessa ciência.

Porém, mesmo reconhecendo a importância dessa ciência na vida escolar, ainda se detecta entraves que dificultam um melhor entendimento quando se refere ao ensino. Robilotta (1988) afirma que os alunos estudam, aprendem, mas parece não saber física, ou seja, há um problema na consolidação do aprendizado nesta área.

Mesmo que a Física trate de assuntos relacionados diretamente com a vida do ser humano, ao ser citada tanto dentro, quanto fora do ambiente escolar, é ainda um sinônimo de desconhecido, algo inalcançável, difícil de entender e estudar. Os motivos para tanto são diversos.

Talvez os referenciais de ensino não atendam a esse objetivo. Moreira (2000) afirma que em sua experiência como aluno e depois como professor no ensino médio, atividades experimentais desenvolvidas pelo aluno já eram importantes.

Contudo, desafios relacionados ao ensino de Física não surgem somente no ensino médio, mas podem ter raízes mais profundas, que vão além dos referenciais de ensino e formação de professores. Sendo assim, pode-se dizer que surgem desde o início da vida escolar e, se não corrigidos precocemente, no decorrer do desenvolvimento do aluno emaranham-se com outras problemáticas já pontuadas aqui.

A correção das distorções pode facilitar a compreensão dessa ciência que, mesmo sendo importante para a visão de mundo que o aluno adquire, tem seu aprendizado estático, limitando-se apenas em aprender para “passar de ano”, ou ainda, “passar no vestibular”, conforme experiências pessoais.

Tratar de conceitos relacionados à Física com turmas jovens não é assunto novo. Schroeder (2006), Rosa e colaboradores (2007), Campos e colaboradores (2012), Portela e Higa (2007), Nascimento e Barbosa-Lima (2006), Ostermann e colaboradores, e Teixeira (2004) discorrem sobre esse assunto, analisando fatores vinculados à formação e prática docente, materiais didáticos disponíveis, e propondo ações a fim de facilitar o trabalho na construção de conceitos e minimizar problemas relacionados ao ensino de Física.

Em observância à problemática do ensino de Física desde as séries mais jovens, uma questão recorrente é a maneira pela qual os conceitos ligados a essa ciência podem

ser introduzidos desde cedo. Que possíveis metodologias poderiam minimizar o problema?

De acordo com as Orientações Curriculares do estado de Mato Grosso (2010), as OCs, um dos objetivos a ser trabalhado na Área de Ciências da Natureza no 2º ciclo de Formação Humana¹, é a experimentação, como forma de levantar hipóteses, simular situações e prever resultados sobre as situações do cotidiano (Mato Grosso, 2010). Além de estar proposto em um documento de relevância para o ensino, o trabalho com experimentos era parte da proposta pedagógica do livro didático vigente no ano de 2016 (ano de início da pesquisa), reforçando o objetivo central desse trabalho: estudar a realização de atividades experimentais com alunos do sexto ano do ensino fundamental II para a construção de conceitos relacionados à Hidrodinâmica e Hidrostática, na perspectiva da aprendizagem significativa de David Ausubel.

Na faixa etária dos alunos que frequentam o 2º ciclo de formação humana, na 3ª fase, possuem a curiosidade da criança para assuntos científicos, contudo, já apresentam certa maturidade para entender assuntos mais complexos e compreender novos significados.

No entanto, Nascimento e Barbosa-Lima (2006) afirmam que é necessário trabalhar com assuntos que estejam em acordo com a realidade vivida pelo aluno:

“Ciência se faz com atividades práticas e de raciocínio, ou seja, atividades concretas que levem a criança a pensar para poder formular conceitos físicos. Desta forma, será possível o ensino de ciência física para crianças” (NASCIMENTO E BARBOSA-LIMA, 2006, p.30).

Sendo assim, com a necessidade de tratar assuntos científicos com turmas mais jovens, aliada a conceitos trazidos pelo livro didático e mais a proposta pedagógica de atividades experimentais, foi proposta e desenvolvida a presente pesquisa.

Com o intuito de desenvolver um aprendizado que tivesse significado para o aluno, desenvolveu-se o trabalho pautado na Aprendizagem Significativa, proposta por David P. Ausubel, que trata do aprendizado do aluno de forma a dar significado ao que é aprendido. Segundo Moreira (2013), para o aluno aprender de maneira significativa é necessárias duas condições importantes: um material potencialmente significativo e predisposição para aprender.

¹ O estado de Mato Grosso adota como sistema de ensino o Ciclo de Formação Humana, que está dividido em três partes: 1ºciclo, 2ºciclo e 3ºciclo, e essas partes subdivididas em 3 fases cada.

Dessa forma, está-se referindo que os experimentos fazem parte do rol de materiais potencialmente significativos e que, por certo, facilitam a construção de significados pelo aluno, sua respectiva montagem a análise crítica e reflexiva dos resultados subjazem essa construção. Todo o saber que O aluno traz em sua estrutura cognitiva é requerido nestas ações facilitando a aplicação dos conceitos e concepções acerca da Física na prática e no manuseio do experimento.

Nessa fase escolar, na disciplina de Ciências, os alunos estudam conteúdos voltados ao Universo e à estrutura terrestre. Os assuntos estudados são o Universo, a Terra, as Rochas, o Solo, a Água, o Ar e a Dinâmica da Atmosfera.

Os conteúdos trabalhados em ciências fazem parte da vida do ser humano. Porém, conceitos relacionados à água e ao ar foram tratados de modo específico por se fazerem mais próximos e mais visuais no cotidiano do aluno. Watanabe e Kawamura (2006), sobre o estudo de aspectos relacionados à água, afirmam que:

“A água é um tema que proporciona ampla abordagem, seja porque está relacionada com questões ambientais e socioeconômicas ou porque abarca uma série de conceitos vinculados a outras disciplinas” (WATANABE E KAWAMURA, 2006, p.3).

De fato, a água é um assunto que traz amplas abordagens por vários aspectos e o tema é discutido em várias disciplinas. Em específico, nas Ciências Naturais abordaremos a água quanto aos aspectos associados à Física, com respeito aos conceitos relativos à Hidrodinâmica e Hidrostática.

Além de abordar conceitos sobre a água, trabalhamos também com conceitos sobre o Ar e a Atmosfera, que são de fundamental importância para a existência do ser humano. Longhini e Nardi (2009) afirmam que:

“A vida em nosso planeta tem forte relação com a existência de condições sem as quais não poderíamos existir. Uma delas é a presença da atmosfera, que nos oferece matéria essencial para vida através de gases nela presentes e nos protege contra radiações nocivas à nossa forma de vida” (LONGHINI E NARDI, 2009, p.8).

Mesmo sendo presentes constantemente no cotidiano e importante para a subsistência da humanidade, conceitos relacionados nem sempre são bem compreendidos. De acordo com Longhini e Nardi (2009).

“Apesar de sua importância, a atmosfera e os efeitos a que estamos sujeitos devido à sua existência, como a pressão gerada pelos gases nela presentes, nem sempre são temas compreendidos por alunos e até mesmo por professores” (LONGHINI E NARDI, 2009, p.8)

Sendo assim, trabalhar com os alunos atividades experimentais seria uma forma diferenciada de apresentar esses conceitos físicos aos estudantes do 6º ano do ensino fundamental. Além de ser uma proposta pedagógica trazida pelo livro didático e objetivo presente nas orientações curriculares, onde mostra que a experimentação traz, não só a possibilidade da observação, mas o manuseio dos experimentos, a forma de montá-los e realizá-los de modo a esclarecer seus questionamentos.

2.1. O ALUNO E SEUS CONHECIMENTOS PRÉVIOS.

No início da vida escolar, o aluno traz consigo conhecimentos já adquiridos em sua vivência. Esses conhecimentos, denominados prévios, são de fundamental importância na construção do cognitivo. Ausubel² (1968 apud Moreira, 1999) denomina esses conhecimentos de *subsunções*.

Esses subsunções colaboram para a formação do cognitivo do aluno. Segundo Ostermann e colaboradores (1992), as crianças desenvolvem ideias e crenças sobre o mundo antes mesmo de serem formalmente ensinadas na escola.

A partir do momento que estão inseridas no sistema escolar, os alunos tendem a aplicar essas crenças e associá-las a conhecimentos adquiridos na vida escolar. Segundo Lopes (1993), não se pode considerar o aprendiz como “tábula rasa”, pois já possui conhecimentos empíricos constituídos a partir do senso comum.

O conhecimento adquirido por meio do cotidiano tende a ser amplo, embora não científico. Já o conhecimento adquirido na Escola tende a ser formal, o que é esperado. Contudo, nem sempre ocorre uma convergência entre os processos de aquisição do conhecimento e formação do cognitivo, tampouco correlações entre as formas de aprendizagem.

Para Ausubel (1968) a aquisição desses conhecimentos pode ser de forma significativa e postula, segundo Moreira, que:

² AUSUBEL, D. P. Educational psychology: a cognitive view. (1ªed) Nova York, Holt, Rinehart and Winston, 1968, p.685.

“... aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceito subsunçor, ou simplesmente subsunçor, existente na estrutura cognitiva do indivíduo” (MOREIRA, 1999, p.153).

No que tange ao ensino de ciências, Santos e Infante-Malachias (2013) afirmam que:

“O ensino de ciências em geral tem sido marcado por um estilo rígido e impessoal, cuja principal função tem sido avaliar se o conhecimento foi transmitido corretamente. (...) Esta situação pode provocar dificuldades no aprendizado dos estudantes e um distanciamento entre a linguagem utilizada cotidianamente por estes e a linguagem erudita utilizada pelos professores” (SANTOS e INFANTE-MALACHIAS, 2013, p.21).

Sobre a mesma tela, Darroz *et al* (2015) defendem que o ensino, ao tomar por base a transmissão e a recepção de informações, parte do pressuposto de que o aluno não tem experiências e concepções precedentes, sendo capaz apenas de devolver exatamente aquilo que recebeu na sala de aula nas avaliações realizadas, notadamente descrito como aprendizagem mecânica (Ausubel, 1968). Trata-se, nesse caso, do chamado método tradicional de ensino.

Embora o modelo tradicional de ensino ainda esteja presente nas escolas, é necessária uma reformulação, mas que não seja simplesmente substituindo o quadro de giz pelo *datashow*, como explicita Moreira (2011) ao afirmar que:

“O modelo continua igual se o professor usar *datashow* em suas exposições e deixar que os alunos copiem os arquivos eletrônicos em seus *pendrives*. Mesmo assim, eles terão que memorizar informações para reproduzi-las nas provas” (MOREIRA, 2011, p.3).

Sendo assim, como trabalhar os conhecimentos empíricos de modo a associá-los aos conhecimentos científicos adquiridos na escola de maneira significativa? De acordo com Santos e Infante-Malachias (2013), uma maneira seria aplicar o Modelo Didático Analógico (MDA), uma proposta elaborada por Galagovsky e Aduriz-Bravo³ (2001

³ GALAGOVSKY, L.; ADURIZ-BRAVO, A. Modelos y analogias en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didático analógico. **Enseñanza da las Ciências**. v.19, n.2, p.231-242, 2001.

apud Santos e Infante-Malachias, 2013). Este modelo consiste em analogias centradas no professor e no aluno, onde o estudante elabora as analogias e dialoga com o professor que conduz as etapas de ensino com cuidado para que não se construa as concepções errôneas (alternativas).

Ao elaborar uma metodologia pautada no modelo de analogia tem-se uma ideia de como introduzir um assunto de uma forma atrativa, colocando o aluno no papel principal de construção da sua aprendizagem, mas apoiando-se no professor, que o auxilia na consolidação do conhecimento.

Embora pesquisas com experimentação na introdução de assuntos científicos não sejam algo inédito, esse trabalho busca trazer para o aluno uma nova maneira de olhar para a ciência por meio da experiência. Segundo Andrade e Massabni (2011):

“Atividades práticas que investiguem e questionem as ideias prévias dos educandos sobre determinados conceitos científicos podem favorecer a mudança conceitual, contribuindo para a construção de conceitos” (ANDRADE E MASSABNI, 2011, p.837).

Sendo assim, vamos explorar como a experimentação contribui na aquisição de novos conhecimentos, sendo o foco principal a introdução de conceitos relacionados à física.

2.2. A INTRODUÇÃO DE CONCEITOS DE FÍSICA

A Ciência é abordada desde cedo na escola, de maneira discreta e gradativa, de acordo com o passar dos anos escolares. No entanto, a Física surge explicitamente no último ano do ensino fundamental II (9º ano) estendendo-se pelo ensino médio. Então, por que não abordar conceitos físicos desde as turmas mais jovens?

O estudo da Física, de acordo com Rosa e colaboradores (2007a, p.362), muitas vezes estão associados a algo difícil, com definições complexas e cálculos extensos, não possibilitando sua compreensão pelos alunos mais jovens, que ainda estão em processo de desenvolvimento matemático. Ressaltam ainda que, pela justa causa, o ensino de física para crianças deve ser diferenciado do ensino voltado a adolescentes e adultos.

Ainda conforme Rosa *et al* (2007a, p.364), o processo formativo dos professores não contribui para que estes consigam trabalhar com segurança conceitos relacionados à Física, definindo-a como um sinônimo de cálculos, afirmando assim que, ao ser

desenvolvida no ensino médio, terá direção certa: afastar os estudantes dessa área do conhecimento!

A ausência de atividades experimentais, com a opção por aulas tradicionais, também foi pontuada como um empecilho ao trabalho de desenvolvimento da Física nas séries iniciais. Os motivos dessa ausência serão mais explorados nesse trabalho em capítulos posteriores, mas, em síntese, se deve à pouca ou falta de familiaridade com a Física (Schroeder, 2006), falta de apoio no ambiente escolar (Kanbach *et.al*, 2005) e pouco tempo para preparo de aulas experimentais (Laburú *et.al*, 2016).

Enfim, motivos que justificariam as dificuldades para o ensino de Física são muitos. No entanto, não é salutar subestimar os estudantes, não se pode privar o aluno de explorar o conhecimento, valorizando sua curiosidade e suas concepções.

Conforme Portela e Higa (2007)

“Atualmente, os alunos trazem para a sala de aula suas próprias experiências e vivências de situações científicas, desenvolvendo concepções não aceitas cientificamente, concepções cuja existência não pode ser desconsiderada pelos professores. Destaca-se então que o professor precisa ter domínio dos conteúdos, estratégias de ensino, motivação e habilidade para transpor os conceitos de forma envolvente e dinâmica aos alunos” (PORTELA E HIGA, 2007, p. 2653).

A criança é curiosa quando se trata de Ciência. Segundo Nascimento e Barbosa-Lima (2006, p.30), “o ensino de Ciências nas séries iniciais do Ensino Fundamental tem grande importância na vida dessas crianças, pois é na infância que a curiosidade está mais aguçada e o interesse em descobrir é muito maior”.

Para Ostermann *et al* (1992, p.106), é nas séries iniciais que os alunos tomam contato, pela primeira vez com certos conceitos físicos em uma situação de ensino formal e muito dessa aprendizagem subsequente em Física depende desse contato inicial.

Campos *et al* (2012, p.2) afirmam ser notório que as escolas de Ensino Fundamental, em especial da rede pública, tratam da Física e fenômenos relacionados à natureza com pouca ênfase nas séries iniciais. Considerar como não importante ou pouco importante à disciplina de Física pode, desde cedo, desestimular o aprendizado, gerando um conseqüente desinteresse por essa ciência.

Além de o enfoque maior ser dado às ciências biológicas (Campos *et al*, 2012, p.2), existe outro diferencial que dificulta, em partes, o trabalho de iniciação à Física nas

séries iniciais. A falta de intimidade do professor com a disciplina pode ser um fator decisivo na elaboração do planejamento das atividades didáticas, desconsiderando (ou minimizando) conceitos de Física. Schroeder (2006) afirma que:

“A Física ainda está longe das salas de aula dessas quatro primeiras séries. Um dos motivos mais facilmente identificáveis dessa ausência é a pouca intimidade dos professores com a Física, muitas vezes resultado de um contato desagradável durante o Ensino Médio” (SCHROEDER, 2006, p.23).

Dessa forma, ancorado nos experimentos e em conjunto com os conteúdos teóricos propostos pelo livro didático seja possível ensinar conceitos da Física aos alunos e, que o ensino de ciências vai além do ensino das ciências biológicas, enfatizando sua importância, não só para seu desenvolvimento escolar e social, mas para a vida.

Para Lorenzetti (2000),

“O ensino de Ciências nas séries iniciais deverá propiciar a todos os cidadãos os conhecimentos e oportunidades de desenvolvimento de capacidades necessárias para se orientarem nesta sociedade complexa, compreendendo o que se passa à sua volta, tomando posição e intervindo na sua realidade” (LORENZETTI, 2000, p.18).

Sendo assim a Física faz parte desse conjunto que possibilita o desenvolvimento das habilidades.

Associado às diversas habilidades que o ensino escolar proporciona, vamos destacar alguns pontos relevantes para um frutífero desenvolvimento da educação científica, que são: Física para crianças, assimilação de conceitos e a relação entre professor e aluno.

2.2.1. Física para as crianças: por que não?

Como já descrito anteriormente, crianças são curiosas no que diz respeito à Ciência. É nessa fase, com a curiosidade aguçada aos assuntos científicos, que se faz a proposta de ensinar Ciência de maneira correta e, mais especificamente, a Física, foco deste trabalho.

Portela e Higa (2007) ressaltam que, nos anos iniciais da escola básica, os alunos geralmente entram em contato com a Física, por meio do ensino formal, na disciplina de Ciências Naturais.

Porém, esse contato pode ser suprimido por alguns fatores. Uma das barreiras ao ensino de Física para alunos mais jovens podem ser os desafios que o professor tem ao trabalhar com essa disciplina. Campos *et al* (2012) afirmam que os educadores, em sua maioria, não têm gosto pela Física, nem segurança para ensinar conceitos relacionados a fenômenos da natureza.

Essa insegurança pode ter diversas causas. Uma delas, segundo Scarinci e Pacca (2009, p.458) é o fato de “os cursos serem muito teóricos, não trazendo elementos realmente úteis à sua prática, e de que os conteúdos ensinados não são aplicáveis à sua realidade”.

Além disso, falta de formação ou ausência de material adequado à formação científica nas séries iniciais surgem como empecilho. Conforme afirmam Zimmermann e Evangelista (2007):

No caso de professores do Ensino Fundamental, das séries iniciais, que em sua grande maioria têm formação de ensino médio em cursos de magistério, o problema não só envolve o abandono de modelos pedagógicos alternativos, como envolve a falta de conteúdo científico que os leva à insegurança. (ZIMMERMANN E EVANGELISTA, 2007, p.263).

Não é de hoje que pesquisas acerca da prática docente a respeito do ensino de Ciências, em particular Física, são realizadas enfatizando a introdução de conceitos desde as séries iniciais.

Monteiro e Teixeira (2004) afirmam que isso tem implicado em uma preocupação com a formação dos professores das séries iniciais a fim de que possam estar preparados, conceitualmente e metodologicamente, além de estabelecerem atitudes proativas para que, além de conhecerem o conteúdo que ensinarão serem capazes de preparar e dirigir atividades significativas para seus alunos.

Embora tratar da ciência Física com turmas mais jovens seja ainda um assunto pouco habitual na prática pedagógica docente, não se pode privar o aluno de explorar e conhecer o novo. Na visão de Nascimento e Barbosa-Lima (2006)

“Ensinar ciências para crianças é dar-lhes a oportunidade de melhor compreender o mundo em que vivem. De ajudar a pensar de maneira lógica e sistemática sobre os eventos do cotidiano e a resolverem problemas práticos, desenvolvendo a capacidade de adaptação às mudanças de um mundo que está sempre evoluindo científica e tecnologicamente. Oportunizar o desenvolvimento de sua linguagem verbal, uma vez que para alcançarem as

conclusões desejadas são envolvidas em inúmeras discussões, com levantamento de hipóteses e o uso da argumentação” (NASCIMENTO E BARBOSA-LIMA, 2006, p.30).

A ciência que deve ser apresentada aos alunos deve incluir não somente assuntos relacionados às Ciências Biológicas, mas também à Química e à Física. Não se deve privar o aluno dessa descoberta, desse aprendizado, desse contato com as demais ciências, mas sim estimular, explorar o lado curioso que a criança traz que, por sua vez, passa a interpretar o mundo de forma consistente e amadurecida. Como destacam Rosa *et al* (2007a).

“A escola, que deve ter por prioridade identificar e favorecer as potencialidades de seus estudantes de modo a explorar e desenvolver suas capacidades, acaba por privá-los do contato com a física, cuja identificação dos estudantes das séries iniciais é evidente. A natureza investigativa, exploradora e curiosa da criança aproxima-a da física desde a etapa inicial de seu desenvolvimento. Entretanto, esse processo é interrompido ao chegar à escola, que não incentiva nem discute as situações vivenciais da criança, principalmente as relacionadas aos conhecimentos de física” (ROSA *et al*, 2007, p.361).

Dessa forma, é papel da escola estimular e inserir o aluno no mundo do conhecimento científico. Schroeder (2006) afirma que “o aprendizado é resultado de uma construção individual que se dá a partir da interação de um indivíduo com outros e com o meio”. Destaca ainda que

“A Física, por tratar de fenômenos básicos da natureza, permite a manipulação independente e a descoberta de soluções próprias aos problemas propostos, e é, então, um ótimo meio de se desenvolver a curiosidade, o espírito crítico e a autoestima.” (SCHROEDER, 2006, p.23).

Assim, o ensino de Ciência Física, principalmente para crianças, pode não ser tão trivial, porém não é impossível.

2.2.2. A assimilação de conceitos físicos: o conhecimento prévio e o obstáculo epistemológico

A assimilação dos conceitos de Física torna-se possível a partir de se considerar, pelo professor, que o aluno já traz consigo conhecimentos formados em sua vivência. A esses conhecimentos, o estudante busca associar os conhecimentos científicos

adquiridos na escola. No entanto, alguns impedimentos se fazem presentes. Como afirmam Gomes e Oliveira (2007),

“Muito dessa problemática, deve-se ao fato dos docentes não levarem em conta o conhecimento que os educandos já possuem e por conceberem a aquisição do novo conhecimento como uma adição, que pode ser atingida através de meras repetições” (GOMES E OLIVEIRA, 2007, p.97).

Araújo (2015) discorre sobre os problemas pelos quais os alunos se deparam quanto à linguagem científica, ao afirmarem que:

“Sabe-se que existem problemas que a maioria dos alunos precisa enfrentar no uso da linguagem científica nas aulas de ciências, tais como: interpretar textos para compreender exatamente o que é a tarefa; saber identificar a informação principal; saber escrever o que a tarefa impõe; explicar a utilidade do que estão a fazer; conhecer a nomenclatura; compreender o discurso científico e o pensamento subjacente; saber expor ideias sistemática e organizadamente” (ARAÚJO, 2015, p.1).

Os alunos trazem concepções sobre a Física, fulcradas nas observações corriqueiras em sua vivência. Tais concepções foram construídas, possivelmente, a partir de analogias que, segundo Duarte (2016), contribuem, em vários aspectos, para a construção do saber científico, mas que, se não utilizados de maneira correta, acabam por dificultar o aprendizado. Pinheiro (2003) descreve que

“(…) os alunos possuem concepções sobre força, movimento, impulso, quantidade de movimento, calor, temperatura etc., diferentes das concepções cientificamente aceitas na atualidade e que essas concepções interferem no processo de ensino-aprendizagem desses conteúdos” (PINHEIRO, 2003, p.10).

Bachelard, em sua obra *“A formação do espírito científico”* (1996) traz a noção do obstáculo epistemológico, que trata dos obstáculos inerentes à formação do conhecimento científico, e será abordado no item 2.3.1.

Como afirma Bachelard, “o espírito científico proíbe que tenhamos uma opinião sobre questões que não sabemos formular com clareza. Em primeiro lugar é preciso saber formular problemas” (BACHELARD, 1996, p. 18).

Diante dessa problemática, para se formar um cidadão crítico, capaz de entender cientificamente a linguagem de mundo à sua volta, não se podem desprezar conhecimentos já existentes em seu cognitivo, trabalhando de forma a acoplar

conhecimentos empíricos a conhecimentos científicos, possibilitando o crescimento do educando.

No entanto, para Bachelard, quando há a possibilidade de um novo aprendizado, um antigo precisa ser desconstruído. O autor afirma que:

“No fundo, o ato de conhecer dá-se *contra* um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos, superando o que, no próprio espírito, é obstáculo à espiritualização” (BACHELARD, 1996, p.17).

Ressalta ainda a necessidade da mudança, de uma “reforma”, no cognitivo, ao afirmar que:

“A cabeça bem-feita precisa então ser refeita. Ela muda de espécie. Opõe-se à espécie anterior por uma função decisiva. Pelas revoluções espirituais que a invenção científica exige, o homem torna-se uma espécie mutante, ou melhor, dizendo, uma espécie que tem necessidade de mudar, que sofre se não mudar” (BACHELARD, 1996, p.20).

O que o autor propõe é que para ocorrer um novo aprendizado, é preciso reformular o antigo, que se achava sem embasamento científico, mas sem desprezar o que foi vivido e adquirido. Como afirmam Gomes e Oliveira (2007), obstáculos epistemológicos fazem parte do processo de conhecimento e constituem-se em acomodações ao que já se conhece. Essas acomodações precisam ser corrigidas.

Assim, faz-se necessário trabalhar duas ferramentas citadas na formação do processo cognitivo do aluno: o *conceito de subsunções* (da teoria de David Ausubel) aliado ao *conceito de construção do saber científico* (de Bachelard), tendo o cuidado de transpor esses obstáculos que impossibilitam a formação do pensamento crítico e científico. Pautado nessa ideia é que analisamos a relação do professor com seu aluno no processo de construção do ensino e da aprendizagem.

2.2.3. Ensino-aprendizagem: a relação aluno e professor

No último ano do ensino fundamental II (9ºano), a matriz curricular apresenta temas específicos de Física. Embora, esses temas já tenham sido trabalhados em etapas anteriores do ensino, na forma de tópico na disciplina Ciências (no conjunto Física, Química e Biologia), é no 9º ano que os estudantes passam a ter acesso específico à Física. Como já citado, Schroeder (2006) define a deficiência no ensino de Física como consequência de um “contato desagradável durante o Ensino Médio” pelos professores.

Sabe-se que o aluno traz consigo conhecimentos prévios, os quais são âncoras em seu processo de aprendizagem (Ausubel 1968, apud Moreira, 1999). No entanto, é comum que professores negligenciem, em partes, tais conhecimentos. Lopes (1993) afirma que um caminho para o mestre se distanciar dessa postura dogmática é o de procurar, também ele, ser aprendiz entre seus pares, em um processo de ensino e aprendizagem de via dupla. Todavia, não são todos os educadores que se colocam nessa posição de igualdade com seus alunos.

A presença do professor no processo de ensino e aprendizagem é fundamental. A proximidade dele com o estudante, buscando afetividade e empatia, são essenciais. Schroeder (2006) destaca essa necessidade ao afirmar que

“A presença de uma pessoa mais experiente é fundamental para garantir que o estudante persevere, além de ter sua atenção focada para aspectos mais relevantes de uma determinada atividade e, com esse tipo de orientação, possa explorar conteúdos e procedimentos aos quais não teria como dar conta” (SCHROEDER, 2006, p.24).

No processo de ensino e aprendizagem, espera-se que a pessoa experiente seja o professor. O aluno tem no professor um porto seguro, no qual ele deposita confiança para aprender. Cabe ao professor a decisão de ter como recíproca essa confiabilidade, estabelecendo um relacionamento que tende a se fortalecer com o tempo e, conseqüentemente, trazer o desenvolvimento sólido dos conceitos trabalhados.

Segundo Vygotsky (2008), essa relação de confiança surge no início do desenvolvimento infantil da criança, quando ela se apoia em um adulto para ajudá-la em seu crescimento. Esclarece que

“A partir do momento que a criança descobre que tudo tem um nome, cada novo objeto que surge representa um problema que a criança resolve atribuindo-lhe um nome. Quando lhe falta a palavra para nomear este novo objeto, a criança recorre ao adulto. Esses significados básicos de palavras assim adquiridos funcionarão como embriões para a formação de novos e mais complexos conceitos” (VYGOTSKY, 2008, p.3).

Dessa forma, essa relação de confiabilidade adquirida no processo formativo inicial da criança que, até então, era vinculada aos pais dentro da família, é transferida para o professor quando ela vai para escola.

2.3. EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS

Quando é proposto trabalhar uma metodologia diferente do habitual deve-se ter em mente qual o objetivo a ser alcançado. O trabalho experimental faz parte da proposta pelas OCs desde as séries iniciais da educação básica.

De acordo com as Orientações Curriculares do estado do Mato Grosso (2010), a partir do momento que a criança é inserida no mundo alfabetizado, sabendo ler, escrever, contar, medir, ela é capaz de pesquisar, observar, classificar, estabelecer relações, reconhecendo assim procedimentos científicos, sendo capaz de reorganizar o seu pensamento representando situações de seu cotidiano:

(...) mediante situações problematizadas, a criança desenvolve a consciência das relações entre o ser humano, a natureza e as transformações sociais e naturais no ambiente vivenciando e construindo noções científicas apropriando-se dos conhecimentos. (MATO GROSSO, 2010, p.13)

Dessa forma, o trabalho experimental contribui não só para a aquisição de conceitos científicos, mas para a formação do cidadão enquanto modificador do meio em que vive.

Sendo assim, ao propor o trabalho experimental em qualquer idade, que esse tenha uma proposta maior que simplesmente observar um método. Apresentar uma atividade experimental puramente por se tratar de uma metodologia diferenciada não trará contribuições para o aprendizado do aluno.

Segundo Zanon e Freitas⁴ (2007),

Na literatura e nos Congressos sobre Didática das Ciências aparecem, com frequência, críticas ao trabalho de experimentação (...). Apesar das lógicas diferenciais desses estudos, todos apresentam em comum a ideia de que as atividades experimentais, quando se destinam a ilustrar ou a comprovar teorias, são limitadas e não favorecem a construção de conhecimento pelo aluno. (ZANON E FREITAS, 2007, p.94).

De acordo com pesquisas acerca desse assunto, uma das propostas de atividades experimentais é sua aplicação como meio de resolver problemas por meio de novos conceitos, se necessário.

⁴ Zanon e Freitas, 2007, p.94

Segundo Andrade e Massabini⁵ (2011, p.836), “o uso de atividades experimentais propostas como problemas a serem resolvidos é outro enfoque divulgado nas pesquisas em Ensino de Ciências que requer atividades práticas”.

Acerca disso, Zanon e Freitas⁶ (2007) também afirmam que:

a atividade experimental deve ser desenvolvida, sob orientação do professor, a partir de questões investigativas que tenham consonância com aspectos da vida dos alunos e que se constituam em problemas reais e desafiadores. (ZANON E FREITAS, 2007, p.94).

Ou seja, a experimentação quando apresentada de forma investigativa, com intuito de resolver questões e problemas relacionados à assimilação de conceitos tem todo um significado diferenciado, não se resumindo simplesmente a sua realização por diferenciação da metodologia tradicional.

A experimentação torna-se transformadora quando, ao resolver um problema, provoca uma modificação significativa no aprendizado do aluno. Como afirma Darroz (2015):

A melhor maneira de evidenciar a compreensão significativa é formular questões e problemas de outra forma, isto é, abordar questões referentes ao que foi trabalhado de um modo não familiar aos estudantes, exigindo-lhes uma grande transformação do conhecimento adquirido (DARROZ, 2015, p.73).

O professor que trabalha atividades experimentais tem nas mãos um subsídio poderoso, capaz de abranger uma série de problemáticas, podendo resolvê-las com uma única ferramenta. De acordo com Seré *et.al* (2004, p.32), “o professor pode optar por diferentes enfoques ao propor um experimento, o que implicaria em diferentes atividades para o aluno”.

Vejamos agora, a experimentação através de outras visões.

2.3.1. A experimentação e a visão de Bachelard

A experimentação pode ser marcante na vida de um aluno. A aula de ciências ganha um novo tom quando se trabalha com atividades experimentais. Manuseio,

⁵ Andrade e Massabini, 2011, p.836

⁶ Zanon e Freitas, op.cit., p.94

observação e descoberta são algumas das características relacionadas ao trabalho experimental.

Realizar atividades que permitam ao aluno ver como a ciência acontece e como está presente no mundo que o rodeia é fundamental. Sendo assim, o professor quando adota atividades experimentais, tem em mãos subsídios que colaboram com um melhor desenvolvimento de suas aulas.

Segundo Giordan (1999):

“(…) os alunos também costumam atribuir à experimentação um caráter motivador, lúdico, essencialmente vinculado aos sentidos. Por outro lado, não é incomum ouvir de professores a afirmativa que a experimentação aumenta a capacidade de aprendizado, pois funciona como meio de envolver o aluno nos temas que estão em pauta” (GIORDAN, 1999, p.43).

A experimentação é dinâmica. Chaves e Pinto (2005) afirmam:

“A ciência tem uma estrutura dinâmica e não estática, em permanente evolução. O Trabalho Experimental acompanhou e acompanhará essa evolução” (CHAVES E PINTO, 2005, p.1).

No entanto, para realizar qualquer atividade, faz-se necessário um planejamento anterior ao trabalho. E quando se fala em planejar, estamos contemplando todos os seus elementos envolvidos: introdução, justificativa, objetivos, metodologias e resultados.

Cada elemento é de suma importância no desenvolvimento do trabalho, não podendo desconsiderar nenhum. Segundo Rosito⁷ (2008, p.197), “a experimentação é essencial para um bom ensino de Ciências”. Então, um bom planejamento é indispensável.

Porém, a falta de zelo pelo planejamento gera, muitas vezes, alguns equívocos. Para Castro⁸ *et al* (2008):

“Infelizmente, apesar do planejamento da ação educativa ser de suma importância, existem professores que são negligentes na sua prática educativa, improvisando suas atividades. Em consequência, não conseguem alcançar os objetivos quanto à formação do cidadão” (CASTRO *et al*, 2008, p.55).

Uma aula sem planejamento, ao invés de benefícios, poderá prejudicar o desenvolvimento cognitivo do aluno acerca do assunto trabalhado. Quando se trata de

⁷ Rosito, 2008, p. 197

⁸ Castro *et.al*, 2008, p.55

atividades experimentais, essas devem estar em consonância com o que foi trabalhado na aula teórica. Rosito⁹ (2008) afirma que:

“O que foi exposto em sala e o que foi obtido no laboratório precisa se constituir como algo que se complementa. (...) esta unidade é fundamental, pois as atividades experimentais realizadas sem integração com uma fundamentação teórica não passam de ativismo” (ROSITO, 2008, p.197).

E em análise a isso é que observamos a postura de Bachelard quanto à experimentação. Em seu livro “*A formação do espírito científico*” (1996), Bachelard trata dos *obstáculos epistemológicos*, que o autor define como impedimentos ao desenvolvimento do conhecimento científico. Uma atividade, qualquer que seja, quando tratados assuntos científicos, pode sofrer influências desses obstáculos.

Bachelard (1996) traz a noção de *obstáculo epistemológico*, caracterizado como a procura de condições psicológicas do progresso da ciência. Um desses obstáculos ele chama de “a experiência primeira”, ao afirmar que:

“Na formação do espírito científico, o primeiro obstáculo é a experiência primeira, a experiência colocada antes e acima da crítica — crítica esta que é, necessariamente, elemento integrante do espírito científico” (BACHELARD, 1996).

Consideramos assim o trabalho experimental como ferramenta para a construção do saber científico e, ao ser abordado com um planejamento adequado e orientação consistente sobre os principais conceitos envolvidos, pode ser eficaz para transpor obstáculos epistemológicos, ao suprir o conhecimento com bases mais sólidas. É importante que fique esclarecido ao aluno que se trata de assuntos de cunho científico, onde as explicações têm fundamentações teóricas baseadas na Ciência.

A realização de um experimento pode ter um caráter tanto atrativo quanto interativo ao aluno. De acordo com Gaspar (1993) a Estação Ciência, localizada na USP¹⁰, propõe atividades no chamado museu vivo ou interativo, onde o objetivo é justamente a interatividade de seus visitantes com os experimentos expostos, em geral construídos com material acessível, de baixo custo.

Porém, cabe ao professor esclarecer que, mais do que mera atividade, é um momento de construção do aprendizado. Dessa forma, ressaltam Gaspar e Monteiro

⁹ Rosito, op.cit. p.197

¹⁰ USP: Universidade de São Paulo

(2005) que com o surgimento de centros de ciência, as atividades experimentais ganharam um novo sentido:

Esse movimento [...] deu início a um processo de resgate da prática da apresentação de demonstrações experimentais em ciências em sala de aula. Vistas como pedagogicamente inócuas pelas teorias que centram na atividade do aluno a construção do seu conhecimento, o impacto que essas demonstrações provocam nos seus visitantes em ambientes informais, tanto do ponto de vista cognitivo como o da aprendizagem de conceitos, indicam que essa atividade pode ser pedagogicamente válida e significativa também em sala de aula. Para isso, é essencial que se encontre uma fundamentação teórico-pedagógica adequada que justifique sua validade pedagógica e oriente sua estruturação e desenvolvimento no ambiente escolar. (GASPAR E MONTEIRO, 2005, p. 227)

Bachelard destaca que o primeiro obstáculo que, segundo Paulo e Mello (2009), é considerado o mais importante, no sentido de ser o mais difícil a ser superado: a *experiência primeira*. É o fato da ‘primeira impressão que fica’.

Quando relacionamos esse obstáculo à realização de experimentos, analisamos o fato de que o aluno deve se ver como cientista ao utilizar o método científico. Os materiais utilizados, a montagem e até mesmo a designação ‘experiência’ encantam o aluno que, em muitas situações, realiza a atividade experimental proposta, mas esquece-se de seu real objetivo, que é realizar experimentos para construção de conceitos que envolvem os fenômenos científicos. Não é incomum, de acordo com nossas vivências, que o aluno associe a aula experimental a um momento de descontração, quando não há essa conotação. Se a aula experimental estiver associada à satisfação do aluno, ou ele se identificou com a prática, ou a aula não é, de fato, uma atividade de ensino, e está mais relacionada à descontração.

Também ligado à *experiência primeira*, outra situação difícil de desfazer é a de uma atividade diferenciada ligada à diversão. Alguns alunos podem confundir esse momento com um mero passatempo, esquecendo-se que uma atividade, por ser diferente, não perde sua real essência, que é a construção e consolidação do aprendizado.

Essa impressão do simples manuseio sem fundamentação ou da ‘aula divertida’ é que, segundo Bachelard, torna-se um obstáculo epistemológico, o da experiência

primeira. E essa experiência não vem do trabalho experimental desenvolvido, mas dos significados atribuídos ao longo de anos de equívocos.

Dessa forma, Bachelard (1996, p.17) afirma que “ao retomar um passado cheio de erros, encontra-se a verdade num autêntico arrependimento intelectual”. Assim, o aprendizado não acontece pela destruição de um saber anterior, mas pela reformulação do saber existente. Conforme Andrade (2000),

“Na perspectiva bachelardiana, a ciência nos põe em presença de revoluções e não de evoluções; o avanço da ciência se dá, portanto, por descontinuidades ou rupturas onde a ruptura é um não, é uma negação a um passado de erros” (ANDRADE *et al*, 2000, p.185).

Sendo assim, reformular essa visão da experimentação como atividade ‘puramente ilustrativa’ pode ser uma solução que minimize os efeitos desse obstáculo. Guimarães (2007) propõe a construção do saber por meio de um ensino por descoberta, ou seja, para construir o saber, os educandos são estimulados a resolver problemas a partir do enfrentamento de um desafio. Campos *et al* (2012) afirmam:

“Acredita-se que atividades experimentais baseadas em situações problema possam fazer com que simples experimentos sejam trabalhados como atividades investigativas” (CAMPOS *et al*, 2012, p.5)

Tal proposta poderia ser uma atividade experimental que trouxesse mais do que somente uma exposição de materiais conectados e manuseados pelo professor, como uma demonstração de um fenômeno que apenas encante os olhos do educando, não oferecendo contribuições para seu aprendizado. Porém, a conexão como o saber se estabelece ao tornar a experimentação um desafio, uma busca por respostas através, não somente da observação pacífica, mas da exploração do experimento, manuseando, adequando seu uso, tornando-o facilitador do seu aprendizado, e não um impedimento.

2.3.2. O professor e os desafios da aula experimental

Atividades experimentais, além de fornecer subsídios para a construção do aprendizado, podem despertar no aluno a curiosidade e o gosto pela disciplina estudada. Porém às vezes o professor encontra barreiras para a realização de aulas experimentais e os motivos são inúmeros, desde a falta de familiaridade, até a ausência de material necessário para as práticas.

Infelizmente, quando se trata de Física tem-se a ideia de ser um sinônimo de cálculo. Rosa e colaboradores (2007a), afirmam que:

“Os professores que mencionam não ser possível abordar conhecimentos de física nas séries iniciais são identificados como aqueles que descrevem a física no seu processo formativo como vinculada a cálculos” (ROSA, *et al* 2007, p.364).

Talvez, um dos desafios em ensinar física esteja em vincular a disciplina a um emaranhado de cálculos sem conceitualização e/ou demonstração dos fenômenos naturais. Trabalhar com demonstrações e conceitos é fundamental para o entendimento da Física, sendo as demais áreas do conhecimento complementos a esse processo.

Outro desafio a ser superado seria o antigo hábito da narrativa. Para Moreira (2011), o modelo da narrativa é um modelo clássico e sempre aceito por professores, pais e alunos, condicionados, por tradição, a perpetuar sua utilização. Ele ainda destaca duas vertentes que a narrativa traz:

“(...) muitos professores não se limitam a repetir no quadro-degiz o que está nos livros; fazem esquemas, sínteses, trazem exemplos, explicam, fazem demonstrações, enfim, “dão boas aulas”, segundo modelo clássico. Mesmo assim, os alunos copiam tudo o que podem para estudar depois. Outros professores, geralmente considerados ótimos professores, até mesmo grandes professores, fazem excelentes exposições orais, encantam seus alunos explicando clara e cuidadosamente certos assuntos. Esses alunos saem da aula com a boa sensação de que entenderam o assunto. Se esse assunto for pedido nas provas da mesma maneira que o professor explicou, provavelmente, sair-se-ão bastante bem. Mas, se as questões implicarem aplicações do mesmo a situações novas, o resultado, possivelmente, será bastante pobre” (MOREIRA, 2011, p.2).

A narrativa é um hábito comum e importante no processo de ensino e aprendizagem, mas não deve ser utilizada como ferramenta essencial, onde somente o professor fala e o aluno recebe a informação passivamente.

Laburú *et.al* (2016) analisam alguns pontos do porquê de certo fracasso das aulas experimentais. Em sua pesquisa com professores do ensino básico, os autores destacam falas de alguns entrevistados. Das três falas apresentadas, um professor afirma que em suas aulas são constantemente utilizados experimentos; outro professor, que o faz raramente; e o terceiro diz que não realiza, embora gostasse de fazê-los. Esse último

ainda afirma que a falta de tempo faz com que atividades experimentais sejam difíceis de planejar e aplicar.

Kanbach *et al* (2005) destacam outros fatores que também contribuem para essa falta: ausência de material disponibilizado pela escola; laboratório indisponível e, quando disponível, sem laboratorista; falta de companheirismo por parte do grupo de docentes que não realizam atividades de natureza experimental e, conseqüentemente, os alunos não têm o hábito de participar desses momentos, se desorganizando e dificultando o trabalho do professor; baixa carga horária de aulas semanais; atraso na programação das matérias em algumas escolas que visam o trabalho com a resolução de problemas com direcionamento a concursos de vestibular; indisciplina dos alunos.

Enfim, motivos que levam o professor à falta de familiaridade com o trabalho experimental em sala de aula são inúmeros. Esses motivos tornam o trabalho experimental com o ensino médio um desafio.

A pesquisa que deu origem a esse trabalho buscou o acompanhamento de uma turma de ensino básico durante atividades experimentais, cujo intuito foi o diagnóstico dos obstáculos e das facilidades encontradas nos encontros.

2.4. EXPERIMENTAÇÃO NOS ANOS INICIAIS

Trabalhar com a introdução de conceitos científicos desde as séries iniciais, em especial a Física, é possível, e a criança pode assimilar conceitos de uma determinada disciplina, respeitando sua maturidade e sua idade.

Entretanto, segundo Rosa e colaboradores (2007a), para que isso aconteça não basta incluir conceitos e fenômenos de Física nos currículos escolares; é necessário incorporar a essa prática pedagógica atividades que permitam explorar tais conhecimentos com base nas situações cotidianas dos estudantes e que os estimulem a buscar e dialogar sobre conceitos de Física.

A Ciência está presente no cotidiano da criança. Cabe ao docente unir conhecimentos já presentes no cognitivo do aluno com conceitos científicos. De acordo com Araújo (2015), a educação científica é um processo de reconhecimento de valores e clarificação de conceitos, com o objetivo de desenvolver as habilidades dos alunos e modificar as suas atitudes em relação à aprendizagem.

Trabalhar um experimento puramente por inovação ou somente pensando no lúdico, sem um objetivo consistente, que aqui trata das atividades experimentais na

construção de conceitos acerca dos fenômenos científicos, torna o trabalho vago, superficial e sem efeito. Para Andrade e Massabni (2011), o professor desenvolve uma atividade prática quando acredita que elas são determinantes para o aprendizado das Ciências, desenvolvendo-a e superando possíveis obstáculos.

Para um trabalho frutífero, faz-se necessário despertar no aluno a curiosidade e a vontade de aprender. Trabalhar com turmas jovens traz essa vantagem, pois, como afirma Nascimento e Barbosa-Lima (2006), “uma característica marcante das crianças está no fato delas serem curiosas e cheias de ‘porquês’”.

Trazer a experimentação para próximo do aluno, buscando desfazer a visão do experimento montado e manuseado unicamente pelo professor, com somente a observação do aluno, também é objetivo do trabalho. Seré *et.al* (2004) destacam uma maneira dura de como a experimentação, no modelo tradicional, é tratada:

“A maneira clássica de utilizar o experimento é aquela em que o aluno não tem que discutir; ele aprende como se servir de um material, de um método; a manipular uma lei fazendo variar os parâmetros e a observar um fenômeno” (SERÉ *et al* 2004, p.32).

A experimentação deve não somente propor o novo, mas permitir a transformação e o desenvolvimento de um conhecimento pré-existente. Colocar o aluno mais próximo do experimento o auxilia na construção de seu aprendizado.

A utilização de experimentos na assimilação de conceitos faz parte da proposta didática apresentada aos sextos anos do ensino fundamental II, de acordo com as Orientações Curriculares do Estado de Mato Grosso (2010). O professor, ao desenvolver essa prática pedagógica, principalmente com alunos mais jovens, deve, antes de tudo, deixar explícito aos estudantes envolvidos que esse é um momento de aprendizado, pois por se tratar de uma atividade diferenciada pode existir confusão e os alunos podem interpretar esse momento como sendo de mera diversão.

Ao propor a atividade experimental como prática pedagógica para construção de conceitos, deve-se ter o cuidado de transformar as ferramentas e os equipamentos disponíveis em instrumentos reais de aprendizagem, incluídos em uma proposta de ensino, no que diz respeito aos objetivos desejados. Gomes e Oliveira (2007) sugerem que, para que haja aprendizagem de maneira efetiva, é preciso mostrar ao aluno razões para evoluir. Destacam ainda a maneira como Bachelard tratou essa evolução, ao afirmarem que:

“É possível minimizar e até mesmo retificar essa experiência primeira por meio de uma ação que Bachelard chamou de ‘trazer a bancada do laboratório para o quadro-negro’, ou seja, procurar impedir que aconteçam apenas satisfações e admirações por imagens, preocupando-se com os fundamentos explicativos dos fenômenos presentes nas atividades experimentais” (GOMES E OLIVEIRA, 2007, p.97).

A experimentação por si é encantadora, chamativa, remete ao aluno a ideia de “ser cientista”. Pode haver casos em que os alunos associem a experimentação a formas superficiais e maçantes de ensino, justamente por analogias com atividades didáticas passadas. Porém, Bachelard alerta para o encantamento da prática com objetivo de ensino e aprendizagem.

2.4.1 – Atividade experimental e aprendizagem por redescoberta

Um dos objetivos desse trabalho foi proporcionar o aprendizado por descoberta (ou, por que não, redescoberta). A atividade experimental já foi descrita como aporte para o desenvolvimento frutífero na conceitualização de assuntos científicos. Mas como ela favorece uma aprendizagem dinâmica e por descoberta? É importante esclarecer que a aprendizagem não foi o foco deste trabalho. A construção do conhecimento por meio de atividades experimentais foi o foco principal das pesquisas que geraram esse trabalho. Contudo, após o desenvolvimento dos conceitos, também por práticas experimentais, foi proposto um momento de aprendizagem por descoberta.

De acordo com Brito e colaboradores (2009), o teórico Jerome Bruner (1969) proporcionou um importante apoio teórico, conhecido como *aprendizagem por descoberta*. Bruner acreditava “que as interações sociais no seio da escola e fora dela eram responsáveis pela aquisição de grande parte da linguagem e dos comportamentos para a resolução de problemas por parte da criança”. (Brito *et.al.* 2009, p.5541).

Vemos, na proposta de Bruner, a resolução de problemas. Ou seja, ao relacionar um experimento às respostas dos questionamentos do estudante, o professor proporciona uma construção do aprendizado por meio da descoberta.

A experimentação proposta na escola visa o método científico tradicional, a linguagem erudita, o que foge ao escopo da proposta de aprendizagem por descoberta. De acordo com Marsulo e Silva (2005), alguns professores investigados mostraram uma

“visão de ciência centrada na valorização do método científico, nas experiências, com ênfase na objetividade e quantificação”.

No entanto esse método científico pode ser compreendido e até aplicado de maneira equivocada. Moreira e Ostermann (1993, p.108) tratam disso quando dizem que o “ensino do método científico como uma rígida sequência de passos que começa na observação e culmina em uma conclusão é um erro didático epistemológico”.

Ressaltam ainda que um método científico não começa na observação, pois essas são precedidas de teorias. Segundo os autores,

A observação depende da teoria; nem o mais puro ou o mais ingênuo cientista, observa algo sem ter a cabeça cheia de conceitos, princípios, teorias, os quais direcionam a observação. O relato da observação também está impregnado de teoria (MOREIRA E OSTERMANN, 1993, p.113).

Sendo assim, pautado na observação de Bruner ao propor que as interações da criança no meio social e escolar contribuem para seus questionamentos na busca por respostas, aliados à ideia de Moreira e Ostermann ao afirmarem que existe um equívoco na rigurosidade do método científico, pode-se dizer que, ao buscar soluções, a criança observa a natureza, aplica teorias, científicas ou não, e, assim, constrói seu aprendizado através de descobertas e redescobertas.

De fato, o método científico se faz importante para a correta aquisição de conceitos. No entanto a aprendizagem por descoberta pode consolidar essa aquisição. O aluno não somente irá observar e concluir. Ele será o agente construtor do seu aprendizado.

Tendo em vista as teorias de aprendizagem que foram apresentadas nesse capítulo, nos próximos capítulos desse trabalho serão apresentados desenvolvimentos das ações com intuito de investigação, os quais tiveram a seguinte sequência cronológica:

- Práticas da Aprendizagem por Descoberta (PAD) por meio de aplicação experimental em uma oficina, cujo público alvo foi professores atuantes em Ciências, em uma abordagem com objetivo de diagnóstico das ações e decisões tomadas.
- Apresentação dos conceitos relacionados à Hidrostática e Hidrodinâmica aos alunos do ensino básico.

- Práticas experimentais aplicadas a alunos do ensino básico com a retomada de conceitos, sempre que necessário.
- Diálogos em sala de aula com o objetivo de compreensão dos fenômenos observados, fundamentando com as teorias apresentadas.
- Práticas experimentais pela abordagem da Aprendizagem por Descoberta, cujo objetivo foi permitir maior liberdade aos alunos, inclusive para utilizar analogias, sempre com a supervisão e orientação dos professores/pesquisadores.

3. METODOLOGIA

Aulas experimentais é um desafio no ensino de Ciências, o que pode estar associado a inúmeros fatores, segundo informações não publicadas de profissionais do ensino, tanto pessoais, relacionados à formação dos professores e técnicos de laboratório, quanto gerais, associados às prioridades de Governos, secretarias de Estado ou Município e das escolas. Porém, quando associadas ao ensino lúdico, podem ser instrumentos importantes para o ensino e a aprendizagem, principalmente ao permitir que os estudantes interajam com o experimento, modificando alguns parâmetros de controle, sob a orientação do professor.

A coleta de dados para estudar a realização de atividades experimentais com alunos do 6º ano do ensino fundamental II para a construção de conceitos relacionados à Hidrodinâmica e Hidrostática, na perspectiva da aprendizagem significativa de David Ausubel teve suporte da pesquisa de abordagem qualitativa.

Bogdan¹¹ (1994) descreve a abordagem qualitativa como sendo aquela em que o pesquisador vai a campo, relacionando-se diretamente com os envolvidos na pesquisa. São entrevistas, convivência, observações de pessoas e imagens, porém sem maiores detalhes. Segundo o autor,

“Utilizamos a expressão *investigação qualitativa* como um termo genérico que agrupa diversas estratégias de investigação que partilham determinadas características. Os dados recolhidos são designados por *qualitativos*, o que significa ricos em pormenores descritivos relativamente a pessoas, locais e conversas, e de complexo tratamento estatístico. As questões a investigar não se estabelecem mediante a operacionalização de variáveis, sendo, outrossim, formuladas com o objetivo de investigar os fenômenos em toda a sua complexidade e em contexto natural” (BOGDAN, 1994, p.16)

Afirma Rinaldi¹² (2002) que “essa metodologia tem um rico espectro descritivo que mais se aproxima das características dos fenômenos educacionais”. Assim o método qualitativo tem sido cada vez mais utilizado nas pesquisas em educação (Bogdan¹³, op.cit., 1994).

Quanto aos instrumentos de recolha de dados foram utilizados:

- Roteiro de análise (Etapa 1 e Etapa 2)
- Questionários (Etapa 2)

¹¹ Bogdan, 1994, p.16

¹² Rinaldi, 2002

¹³ Bogdan, op.cit., 1994

- Diário de Bordo (Etapa 2)

O roteiro de análise foi utilizado nas duas etapas da pesquisa, pois havia a necessidade de observar alguns itens nos experimentos desenvolvidos pelos participantes.

Os questionários e o Diário de Bordo foram utilizados somente na etapa 2 da pesquisa.

Sobre o que é um questionário, Amaro e colaboradores (2005) classificam esse instrumento como:

[...] investigação que visa recolher informações baseando-se, geralmente, na inquirição de um grupo representativo da população em estudo. Para tal, coloca-se uma série de questões que abrangem um tema de interesse para os investigadores, não havendo interação direta entre estes e os inquiridos. (AMARO *et.al*, 2005, p.3)

Ressaltam ainda a utilidade do questionário, quando investigador pretende recolher informação sobre um determinado tema, e sobre sua importância, acerca da facilidade com que se interroga um elevado número de pessoas, num espaço de tempo relativamente curto.

Devido à necessidade de registro, um dos alunos sugeriu o Diário de Bordo, um caderno individual que seria um compilado contendo todas as anotações de cada um dos estudantes. Diário de Bordo é a expressão utilizada para se referir ao relatório sobre determinada navegação, onde ficam registrados os acontecimentos mais importantes durante o trajeto. (Significados, 2018, disponível em <https://www.significados.com.br/diario-de-bordo/>, acesso em 27/06/2018). O Diário de Bordo foi uma das ferramentas do professor pesquisador para a análise dos efeitos desse trabalho na aprendizagem de conceitos físicos acerca de Hidrodinâmica e Hidrostática, através de suas anotações sobre a primeira e a segunda fase de atividades.

Pode-se dizer que esse material faz a alusão à navegação em que os alunos, agora, participavam rumo a novos horizontes do saber científico. Portanto, os alunos desenvolveram um Diário de Bordo, onde relatavam o que acontecia em cada encontro: descrição da experiência, descobertas, dúvidas, pesquisas, curiosidades, entre outros. Esse instrumento foi parte do material coletado para análise de dados e resultados. Os alunos foram livres para utilizar o Diário de Bordo na forma mais conveniente para eles, de tal forma que as informações fossem claras e de fácil acesso durante as fases de execução das atividades.

Trabalhar atividades experimentais com turmas jovens é, segundo Rosa e colaboradores (2007b), explorar e incentivar o aprendizado apoiado na natureza investigativa que a criança tem. O autor afirma que:

“A experimentação não pode ser relegada a um segundo plano nas séries iniciais, pois é da natureza da criança experimentar, testar, investigar e propor soluções (...)” (ROSA, 2007, p.265).

O público jovem foi, justamente, escolhido para observação da maneira como eles responderiam ao processo de ensino e aprendizagem de Hidrostática e Hidrodinâmica por meio de aulas práticas. Foram realizadas atividades experimentais, explorando a assimilação de conceitos durante as ações, em um ambiente escolar de Educação Básica.

O ambiente da pesquisa foi composto por um público participante composto por 48 alunos do 6º ano do ensino fundamental II da Escola Estadual São Francisco, em Jaciara, MT.

A escolha pelo 6º ano se deve à flexibilidade dos conceitos em relação à Física, principalmente por abordar a Água como tema, além da turma ser mais jovem, permitindo que vícios provenientes do ensino de Ciências sejam mínimos e, com isso, interfiram menos no método utilizado. No 7º ano e no 8º ano a matriz curricular contempla conteúdos sobre seres vivos e ao corpo humano respectivamente. No 9º ano a Física começa a ser introduzida, no entanto, foge ao escopo da pesquisa, citado no parágrafo anterior, pelo fato de os alunos já terem incorporado diversos conceitos, o que não seria interessante para os objetivos desse trabalho.

Embora no ano de 2016 (ano de início da pesquisa) a escola participante contasse com três turmas de 6º ano, duas no período matutino e uma no período vespertino, participaram somente as turmas do período matutino. A professora do período vespertino (distinta das professoras do período matutino) optou por não participar da pesquisa.

É importante esclarecer que o público alvo foi composto por alunos do 6º ano do Ensino Fundamental II, com o foco de investigar a construção dos conceitos de Hidrostática e Hidrodinâmica utilizando-se práticas experimentais.

Contudo, anteriormente às ações aplicadas na escola houve uma etapa piloto: se trata de uma oficina na VII Semana de Investigação de Pós-graduação na UFMT, em 2016. Esta oficina consistiu na realização de atividades experimentais com professores

de Ciências participantes do evento. Esta foi considerada como a primeira etapa do trabalho.

A segunda etapa, realizada na escola juntamente com os alunos, foi dividida em duas fases (Fase 1 e Fase 2) com um período de tempo entre elas para que houvesse um período de reflexão entre as fases sobre os conceitos apresentados e desta feita, possivelmente, constatar a aprendizagem significativa.

A metodologia de execução das ações foi organizada conforme apresentado no quadro 01 na sequência:

- **Primeira Etapa (etapa piloto):** para as ações a serem executadas na escola, com a aplicação de práticas experimentais e apresentação de conceitos, os pesquisadores necessitavam de um diagnóstico sobre a percepção de professores acerca da análise de fenômenos observados. O diagnóstico foi realizado durante uma oficina ocorrida na VII Semana de Investigação de Pós-graduação na UFMT, em 2016, cujo público alvo foi professores da Educação Básica.
- **Segunda Etapa:** com o diagnóstico realizado previamente (primeira etapa), as ações, organizadas em duas fases, passaram a ser executadas exclusivamente com os alunos, em uma escola de Educação Básica.
 - **Fase 1:** as primeiras atividades na escola foram de reconhecimento dos alunos, apresentação e organização do projeto, aula dialogada sobre os conceitos abordados e aula experimental conduzida pelo professor/pesquisador.
 - **Fase 2:** após um recesso de 45 dias (1 mês e 15 dias), previsto no calendário escolar, e mais um período de 100 dias (3 meses e 10 dias) houve um momento para reflexão sobre os conceitos trabalhados e tempo para verificação da aprendizagem significativa. Nesta segunda fase foram trabalhadas aulas experimentais, diálogo sobre os conceitos e finalização do projeto.

Cada etapa e cada fase foram programadas em pleno acordo com o calendário da escola, levando em consideração as datas que a escola necessitaria, por um motivo qualquer. No quadro 01 está apresentado o cronograma de realização do trabalho, com datas de início e término de cada ação.

QUADRO 01: Cronograma de desenvolvimento do trabalho

		ORDEM	ATIVIDADE (em ordem cronológica de execução)	DURAÇÃO (meses)	DATA DE INÍCIO	DATA DE TÉRMINO
Primeira etapa	Etapa Piloto	I.	Oficina com professores - VII Semana de Investigação de Pós-graduação – Cuiabá/MT.	Julho	05/07/2016	06/07/2016
Segunda etapa	1ª. Fase	II.	Apresentação do projeto aos alunos participantes e professores regentes e aplicação do questionário de entrada aos alunos.	Agosto	24/08/2016	25/08/2016
		III.	Introdução de conceitos: Estados Físicos da Água	Setembro	01/09/2016	22/09/2016
		IV.	Experimentos: transformações do estado físico da Água	Setembro	28/09/2016	29/09/2016
		V.	Introdução de outros conceitos relacionados à Água	Outubro	05/10/2016	13/10/2016
		VI.	Experimentos: conceitos referentes à Água	Novembro	19/10/2016	27/10/2016
		VII.	Introdução a conceitos relacionados ao Ar	Novembro	09/11/2016	16/11/2016
		VIII.	Experimentos: conceitos relacionados ao Ar	Novembro/Dezembro	23/11/2016	08/12/2016
		Pausa	IX.	Pausa do projeto (fim do ano letivo)	Dezembro	-----
	2ª. Fase	X.	Retorno ao projeto, com recapitulação de conceitos e revisão dos experimentos do ano anterior. (dois encontros)	Maio	09/05/2017	17/05/2017
		XI.	Experimentos executados pelos alunos, utilizando materiais disponibilizados pelo professor pesquisador. (três encontros)	Maio/ Junho	23/05/2017	21/06/2017
		XII.	Aplicação do questionário de saída	Julho	04/07/2017	05/07/2017

Fonte: Autoria própria, 2018.

A seguir, são apresentados detalhes da metodologia utilizada nas duas etapas da pesquisa.

3.1 – PRIMEIRA ETAPA – OFICINA COM OS PROFESSORES

O objetivo principal desse trabalho foi investigar a realização de atividades experimentais com alunos do 6º ano do ensino fundamental II para a construção de conceitos relacionados à Hidrodinâmica e Hidrostática, na perspectiva da aprendizagem significativa de David Ausubel. Porém, um dos desafios presentes nesse processo envolvia a visão dos professores, sobre as aulas experimentais, que atuam na área de Ciências no Ensino Fundamental e Médio.

Não havia clareza, por parte dos pesquisadores, sobre a forma estabelecida pelos professores quanto à relação entre o fenômeno observado e os conceitos a ele associados. Assim, antes da pesquisa com os alunos na escola de Ensino Fundamental II, seria importante um diagnóstico sobre a aplicação de conceitos na explicação de fenômenos físicos, sob o ponto de vista de professores.

Para tanto, o ambiente de diagnóstico ocorreu em uma oficina durante a VII Semana de Investigação do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais (PPGECN) da UFMT, em 2016, cujo público alvo foi professores da Educação Básica. A Semana de Investigação é um evento anual promovido pelo PPGECN/UFMT que favorece a interação entre os pesquisadores do programa e da comunidade, com a finalidade de dialogar sobre os projetos de pesquisa em andamento, assim como ampliar o debate em temáticas relevantes para a área. (Santos, 2017).

O título da oficina foi “Aplicação de aula de Ciências utilizando materiais do cotidiano” e contou com um público alvo composto por 14 participantes, sendo 10 professores da área de Ciências Naturais, 01 de Matemática, 01 de Linguagem e 02 de Unidocência. Essa oficina auxiliou na metodologia e análise de aspectos estruturais e metodológicos para aplicação com os alunos participantes da pesquisa. Os participantes dessa etapa (professores) foram organizados em quatro grupos e cada grupo se responsabilizou por um experimento, com objetivo de responder às questões associadas a cada tema.

Esse momento foi um preâmbulo ao trabalho a ser desenvolvido na escola, com os alunos do 6º ano. Porém, devido ao público da oficina atuar em sala de aula predominantemente em Ciências, não houve necessidade de trabalhar exaustivamente os conceitos. Ao invés de iniciar com as teorias que fundamentavam cada uma das propostas de experimentos, os facilitadores da oficina indicaram os conceitos na forma de tópicos aos grupos de professores, aos quais caberia descrever o fenômeno observado e associá-lo à questão apresentada, respondendo ao solicitado.

Foram elaborados temas relacionados a conceitos básicos de Ciências: determinação do raio e do diâmetro da circunferência, determinação da aceleração da gravidade, estudo do movimento harmônico simples, identificação da força peso, princípios de conservação da energia mecânica, observação da refração da luz. Mesmo os temas da oficina sendo diferentes dos aplicados na escola, não comprometeram o

desenvolvimento do trabalho, tendo em vista que a Etapa 1 tinha por objetivo um diagnóstico da aprendizagem por experimentos, e não o aprimoramento dos conceitos.

A tabela 01 mostra os experimentos realizados na oficina, com conceitos trabalhados e objetivos propostos.

TABELA 01 – Experimentos realizados na oficina pelos grupos de professores. (Primeira etapa - Piloto)

<i>Experimentos Realizados</i>	<i>Conceito estudado</i>	<i>Objetivo proposto</i>
<i>Exp. 1</i> – Medindo a Terra	Medida do raio e do diâmetro	Simular o cálculo do diâmetro da Terra, usando como referência o método utilizado por Eratóstenes.
<i>Exp. 2</i> – Pêndulo Simples	Movimento Harmônico Simples	Cálculo de “g” a partir da oscilação de um pêndulo simples.
<i>Exp. 3</i> – Identificando objetos	Refração da luz; Refração de raios X	Através do padrão RGB (red, green, blue) viabilizar a compreensão dos efeitos do espalhamento da radiação pela matéria.
<i>Exp. 4</i> – Arco-Íris no DVD	Refração da luz	Decompor várias fontes de luz, mostrando de quais cores elas podem ser formadas.

Fonte: Autoria própria, 2018.

Materiais diversos foram utilizados: esfera de poliestireno (isopor[®]), régua, linhas de poliamidas (nylon[®]), planos de plástico de 1 metro de comprimento, carrinhos, bolinhas de gude, objetos de chumbo para pêndulo, DVD, canetas de marcação permanente, lâmpadas de LED, incandescente e fluorescente. Não foram disponibilizados cronômetros, nem medidores de ângulos, porém os participantes foram orientados pelos professores responsáveis de que maneira poderiam construir esses materiais utilizando, por exemplo, o celular, dispositivo esse acessível à maioria dos envolvidos, embora todos tenham sido incentivados a usar régua para medir ângulos.

Os experimentos desenvolvidos durante a oficina são réplicas ou simulações de experiências clássicas da história da Ciência, a saber:

- *Exp. 1 – simulação da determinação do raio da Terra: com o objetivo de simular esse experimento clássico, idealizado e realizado por Eratóstenes, no século III a.C., foram utilizados uma esfera de poliestireno (isopor[®]), palitos de madeira ou plástico e uma luminária*

com foco de luz orientado. Os palitos foram posicionados perpendiculares à tangente à esfera a certa distância um do outro. Com a iluminação focada, a sombra dos palitos permitiu a simulação da medida do raio da esfera.

- *Exp. 2 – determinação da aceleração gravitacional da Terra: de maneira bastante rudimentar, é possível a determinação da aceleração gravitacional da Terra (g) por meio de um pêndulo construído com uma linha de poliamida (nylon[®]) e uma massa para o pêndulo (utilizamos uma chumbada para pescaria). O período de oscilação e o comprimento do pêndulo permitem a determinação de g.*
- *Exp. 3 – simulação da identificação da matéria fundamental por meio de luz: foram utilizados recipientes de vidro, envoltos por papel celofane vermelho, verde e azul, contendo, em seu interior, esferas vermelhas, verdes e azuis. O padrão RGB foi utilizado com o intuito de permitir a identificação da cor de cada esfera no interior do recipiente.*
- *Exp.4 – decomposição da luz: em um DVD (preparado para o experimento), variadas e distintas fontes de luz (vela, lâmpada incandescente, lâmpada de LED, luz negra) são direcionadas. A luz refletida sofre refração. Observamos então sua decomposição, à medida que cada fonte é aproximada do DVD.*

Para avaliação do trabalho dos participantes da oficina (professores) quanto a realização dos experimentos, foi elaborado um roteiro de análise (quadro 2) utilizado pelos organizadores do evento como instrumento para contribuir com o diagnóstico das ações executadas. Além desse roteiro, a fala de alguns participantes também foi anotada e posteriormente, analisada.

A oficina teve seu início com a exibição de seu formato, o qual foi constituído da seguinte maneira:

- **Apresentação geral:** principais conceitos a serem abordados e a operacionalização, incluindo as ações em cada momento da oficina.
- **Objetivos:** analisar, que conceitos mais apropriados, para um determinado evento físico a ser observado na prática. Cada grupo de participantes foi incentivado a identificar os materiais e os instrumentos mais adequados, a serem utilizados para observar o evento proposto. Cada grupo seria responsável por

montar um planejar uma aula contendo as informações necessárias para um processo pedagógico, tomando como base a atividade executada na oficina.

- **Metodologia:**

- Os participantes foram organizados em grupos;
- Os materiais para a montagem dos experimentos e os instrumentos para medidas necessárias foram disponibilizados em uma mesa, sem qualquer indicação de qual sua finalidade;
- O grupo recebeu a descrição de um evento físico que deveria ser reproduzido ou simulado durante a oficina. Por exemplo, um dos grupos recebeu a descrição do raio da Terra, sem detalhes de como determiná-lo; o grupo teve a incumbência de identificar os materiais e instrumentos necessários para executar a simulação de um experimento que permite a determinação do raio da Terra;
- Após a realização do experimento, cada grupo foi responsável por analisar os dados e explicar o experimento e o resultado, deixando claro quais foram os conceitos utilizados;

- **Procedimentos:**

Após a apresentação das ações a serem executadas durante a oficina, diversos materiais, para montagem dos experimentos e simuladores, bem como instrumentos de medida, foram dispostos em uma mesa com livre acesso a todos os participantes. Todos os materiais eram de baixo custo, de fácil aquisição e de fácil montagem, onde o objetivo era que os professores, individualmente ou divididos em grupos, desenvolvessem experimentos que pudessem ser utilizados em aulas de Ciências como meio facilitador da aprendizagem.

Alguns grupos apresentaram seus resultados e conseguiram desenvolver, em tempo hábil (durante a oficina), todas as ações necessárias para estabelecer um planejamento de aula. Houve equívocos na escolha de materiais e instrumentos, bem como de conceitos, porém todos os grupos foram auxiliados pelos facilitadores da oficina.

Os temas trabalhados durante a oficina foram os seguintes: (i) simulação da determinação do raio da Terra (Medindo a Terra); (ii) determinação da aceleração gravitacional da Terra (Pêndulo Simples); (iii) simulação da identificação da matéria fundamental por meio de luz (Identificando objetos); (iv) refração da luz (Arco-Íris no

DVD). A descrição de cada experimento, seus objetivos, contexto teórico, materiais utilizados, esquema de montagem, podem ser consultados nos *Anexos A, B, C e D*.

Após cada grupo apresentar suas tarefas, houve um momento de troca de ideias, um diálogo sobre a oficina em seu aspecto geral. Nesse momento, os facilitadores da oficina esclareceram que cada uma das atividades conduzidas poderia ser reproduzida em suas escolas, com o devido respeito ao estágio de seus alunos. Foi, também, compartilhado com todos os participantes que suas percepções seriam utilizadas como um diagnóstico sobre o estado atual da relação experimento/conceito. Embora a quantidade de participantes na oficina não seja representativa do conjunto de professores no Estado de Mato Grosso, é o conjunto que temos para iniciar os trabalhos.

Vale lembrar que os conceitos e temas trabalhados na oficina com os professores foram distintos dos conceitos e temas trabalhados com os alunos na segunda etapa da pesquisa. Porém, o intuito dos pesquisadores foi observar a relação entre os participantes da oficina e os desafios de construir uma abordagem experimental para desenvolver os conceitos; o objetivo não foi reproduzir os temas da oficina na escola durante a segunda etapa.

A Etapa 1 cumpriu seu papel de piloto para a pesquisa, realizada em consonância entre a professora pesquisadora e professor orientador, com o objetivo de observar a relação do professor e a aplicação de atividades experimentais em sala de aula, como subsídio ao processo de ensino-aprendizagem.

A não explicitação dos conceitos resultou em desafios acima do esperado, principalmente pelo fato de não ter sido oferecido um roteiro prévio dos experimentos, assim como, não terem sido montados previamente, uma vez que um dos propósitos dos pesquisadores era observar a desenvoltura com que os participantes da oficina fariam escolhas dos materiais e dos métodos.

Não houve retorno dos participantes da oficina se eles aplicaram ou não as atividades em suas escolas. Porém, embora seja de extremo interesse a divulgação de métodos e modelos didáticos para o desenvolvimento do ensino, a ausência dessa informação não comprometeu a pesquisa a ser desenvolvida com as ações programadas para a próxima etapa (Etapa 2).

Na primeira etapa, durante a oficina com os professores, foram abordados diversos conceitos utilizados no trabalho cotidiano do professor, enquanto os conceitos trabalhados na segunda etapa com os alunos foram temas relacionados ao conteúdo

estudado no momento de início da pesquisa (Hidrostática e Hidrodinâmica). O público alvo diferente exige condutas distintas.

Uma vez que o objetivo dessa etapa foi o diagnóstico da forma como os participantes da oficina (professores) conduziam os experimentos, a partir da escolha dos materiais e equipamentos, com a posterior observação dos fenômenos e análise dos resultados. O quadro 2 mostra o roteiro para análise das ações de cada um dos grupos.

QUADRO 02: Roteiro de análise da Oficina com Professores (Etapa 1 - Piloto)

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Plano de aula pré-elaborado 2. Escolha dos materiais adequados 3. Montagem do experimento 4. Explicação do objetivo do experimento e conceitos científicos relacionados 5. Hábito da narrativa 6. Aulas experimentais no cotidiano escolar |
|--|

Fonte: Autoria própria, 2018.

Analisando roteiro descrito anteriormente foi possível observar cada um dos obstáculos encontrados nos trabalhos experimentais dos participantes, a saber:

1. *Plano de aula pré-elaborado* – para o bom andamento de qualquer ação se faz necessário um planejamento. Como afirmam Castro e colaboradores (2008), “as pessoas planejam suas ações desde as mais simples até as mais complexas”. Com uma aula não seria diferente. Inúmeros podem ser os motivos para que o planejamento das aulas experimentais seja um desafio para professores que atuam em sala de aula. Na oficina, foi relatada pelos participantes a falta de hábito com aulas práticas, para a ausência de um planejamento prévio das ações nas atividades propostas.
2. *Identificação dos materiais adequados* – se não houver um planejamento ou se houver dificuldade em seguir um, a identificação dos materiais utilizados e a tomada de dados do experimento também será um desafio, mesmo que os participantes dominem os principais conceitos associados à proposta apresentada. A dispersão e a falta de familiaridade com a atividade experimental fizeram desse momento, aparentemente simples, mais um obstáculo na execução das atividades.
3. *Montagem do experimento* – A dificuldade na identificação e no emprego dos materiais adequados dificulta a montagem do experimento e, conseqüentemente, as demais ações experimentais. Porém, a falta de familiaridade dos participantes

da oficina com aulas experimentais, se mostrou um obstáculo no processo. O professor, mesmo que tenha segurança sobre os conceitos a serem utilizados e que receba orientação dos facilitadores da oficina, apresentou dificuldade em desenvolver o experimento, ainda que após a identificação dos materiais.

4. *Compreensão do objetivo do experimento e conceitos científicos relacionados* – foi observado que houve dificuldade na montagem e execução da atividade e, conseqüentemente, houve problemas na explicação do experimento. Relacioná-lo a um conceito específico ou geral também se mostrou um problema. Embora conhecessem o conceito científico, sua aplicação no experimento foi um desafio. Os cálculos, os procedimentos teóricos, necessários foram executados com desenvoltura pelos grupos, o que representa o conhecimento matemático dos participantes. Porém, a associação entre a teoria e a prática não foi direta. Esse processo exigiu uma orientação mais incisiva, embora sempre com a postura de permitir que os participantes alcançassem as soluções.
5. *Hábito da narrativa* – o hábito que muitos professores possuem e demonstraram na oficina foi da fala constante, não dando abertura ao diálogo. Em parte, essa atitude foi importante para o processo, pois inúmeras ideias e caminhos foram apresentados, convergindo para a solução. Alguns membros dos grupos, inclusive, não aguardaram o tempo de diálogo e iniciaram a montagem dos experimentos, à revelia de seus pares. Uma aula experimental tem como objetivo demonstrar, de forma visual, a aplicação dos conceitos científicos e seu papel na vida do ser humano. Quando o aluno questiona, ele busca suas compreensões acerca do fenômeno demonstrado. O professor quando não permite o questionamento do aluno pode estar impedindo o crescimento do aprendizado do estudante.
6. *Aulas experimentais no cotidiano escolar* – infelizmente, foi observado, a partir do relato dos participantes, que aulas experimentais ou são pouco utilizadas ou são ausentes no cotidiano escolar. Como exemplo, um professor participante da oficina afirmou, durante a montagem dos experimentos: “aulas experimentais deveriam ser feitas na escola com mais frequência”. Outro participante complementou: “se tirassem do professor obrigações que não são deles, o professor teria tempo para elaborar melhor suas aulas”. As falas registradas

durante a oficina refletem algumas dessas dificuldades com o trabalho experimental.



Figura 01: Oficina com Professores – Etapa Piloto
Fonte: Autoria própria, 2018.

3.2 – ETAPA 2 – EXPERIMENTOS NA ESCOLA: ATIVIDADES COM OS ESTUDANTES

O diagnóstico obtido na Etapa 1 sobre a perspectiva dos participantes da oficina (professores) da relação entre os conceitos e o experimento sob a ótica de professores, forneceu subsídios para aplicação, a alunos do 6º ano do Ensino Fundamental II, de aulas práticas com o intuito da facilitação da construção dos conceitos de Hidrostática e Hidrodinâmica.

Essa etapa do trabalho foi desenvolvida na escola estadual São Francisco, com duas turmas de 6º ano do ensino fundamental II, no período matutino, com um total de 48 alunos, sendo 28 do sexo feminino e 20 do sexo masculino, com idades entre 11 e 12 anos. Desses, 40 alunos estudaram somente em escola pública e 8 estudaram também em instituições privadas. Todos residem na cidade onde se localiza a escola, mas somente 5 residem no mesmo bairro.

As ações desenvolvidas com os alunos foram executadas em duas fases (segundo semestre de 2016 e no ano de 2017), necessárias para organização das atividades, de tal modo que permitisse aos alunos o acompanhamento e o tempo para reflexão sobre o assunto e verificação da aprendizagem significativa.

Em parte, essa organização foi devido à agenda da escola e, em parte, para que os alunos tivessem um tempo de amadurecimento dos conceitos. Devido ao fato de ter sido realizado em dois anos consecutivos, 4 alunos transferiram-se para outra escola e outros 3 se transferiram para outro turno. No entanto, as vagas pertencentes aos alunos que saíram nesse intervalo (7 alunos) foram preenchidas por alunos vindos de outras escolas e do contra turno, ocorrendo assim uma pequena rotatividade de participantes, porém nada que comprometesse a pesquisa. Assim, manteve-se o número de 48

participantes, tanto na primeira fase (ano de 2016) quanto na segunda fase (ano de 2017).



Figura 02: Apresentação do projeto aos alunos
Fonte: Autoria própria, 2018.

Na primeira fase, o professor pesquisador direcionou para cada grupo de aluno o experimento a ser realizado. Esses experimentos foram baseados no livro didático de ciências vigente na escola, *Jornadas.cie*, de Maíra Carnevalle (2012) e de outras fontes como o Canal do YouTube “Manual do Mundo”, disponível nos endereços www.youtube.com/watch?v=c9utVklBN9w e www.youtube.com/watch?v=v0TCHKHcB8k (acesso em novembro de 2016).

A cada grupo, foi atribuída a responsabilidade de compreender e explicar o experimento, associando-o aos conceitos físicos presentes (tabelas 2 e 3), relacionando-os com o cotidiano.

Os grupos apresentaram seus resultados aos colegas de acordo com um cronograma elaborado por eles próprios, alegando que determinados experimentos não seriam de difícil realização e compreensão, onde alguns grupos se habilitavam a apresentar primeiro, enquanto outros grupos que julgavam necessitar de mais tempo para preparação optaram por apresentar em um segundo momento. Essa organização foi respeitada, tendo em vista que seus argumentos foram coerentes.

Dessa forma, enquanto as apresentações seguiam um fluxo organizacional, os demais colegas que participavam observando, anotavam suas considerações no Diário de Bordo. Vale lembrar que os participantes que apresentavam, em outro momento também faziam anotações sobre a própria apresentação. Essa fase foi pensada com

intuito de familiarizar o aluno com o ato de construir experiências científicas, valorizando não só a parte visual, mas o conteúdo, sua essência e seu objetivo, com a proposta de desenvolvimento gradativo do método científico.

Na segunda etapa, em suas duas fases, todos os materiais utilizados na experimentação foram de fácil acesso, disponíveis até mesmo em casa e, quando não, de fácil aquisição devido ao seu baixo custo, como exemplo bexiga de borracha, bacia de plástico, mangueira fina, garrafa pet vazia, copo de vidro, folha de papel, fita crepe, seringa.

Alguns experimentos, por tratarem de combustão, foram tratados com cuidado redobrado por parte do professor pesquisador e os alunos foram orientados a realizá-los sob a supervisão de um adulto, caso fossem repeti-los fora da escola, embora todos tenham sido aconselhados a não executar tais experimentos.

A segunda etapa constituiu-se de duas fases:

- ✓ **Fase 1** - a construção de conceitos de Hidrostática e Hidrodinâmica por meio de atividades experimentais conduzidas pelo professor-pesquisador.
- ✓ **Fase 2** - voltada para os mesmos estudantes do Ensino Fundamental II, teve características semelhantes da oficina ministrada aos professores, ou seja, materiais diversos disponibilizados aos alunos, onde o objetivo foi assimilar conceitos por meio de experimentos, onde eles foram responsáveis, desde a identificação dos materiais necessários até a montagem dos experimentos.

Em suma, as duas etapas desse projeto foram estabelecidas para visualizar e entender o processo de construção conceitual bem como de ensino, por meio de atividades práticas, além de teóricas, a partir dos conhecimentos prévios dos participantes.

A seguir, serão apresentadas as fases de atividades da Etapa 2.

3.2.1. Etapa 2 – Fase 1

Na fase 1 da segunda etapa, iniciada em agosto de 2016, foi feita a apresentação do projeto às duas turmas participantes do 6º ano do ensino Fundamental II, com um total de 48 alunos, em conjunto com as duas professoras regentes de Ciências desses estudantes.

Em seguida, foi aplicado contendo cinco questões, sendo duas abordando Ciências em um contexto geral e três abordando, em um contexto específico, a

disciplina de Física. Essas questões tinham por objetivo analisar quais conhecimentos os alunos trazem sobre Ciências em um âmbito geral.

As questões de Física foram mais específicas, tratando de qual visão o aluno tinha sobre essa ciência, se o mesmo era capaz de reconhecer um fenômeno físico em seu cotidiano e de que maneira o aluno era capaz de descrever três fenômenos físicos específicos. O objetivo do questionário de entrada foi analisar como os alunos concebem a Ciência, mais especificamente a Física. Esse questionário foi composto de questões dissertativas e os alunos deveriam descrever suas concepções acerca da Ciência. O questionário de entrada pode ser consultado no *Apêndice A*.

Em seguida, foram apresentados alguns conceitos científicos presentes no livro didático utilizado pelos estudantes, tais como temperatura, pressão, densidade, volume, e um breve comentário sobre os estados físicos da matéria (aproveitando o ensejo de os alunos estarem estudando sobre esse assunto).

Os conceitos foram apresentados na forma de *slides*, para que houvesse a identificação imediata do fenômeno, com a explanação sobre o assunto. No primeiro momento, os alunos foram incentivados a debater, tanto com o professor, quanto entre eles próprios, a melhor descrição para os conceitos relacionados aos fenômenos apresentados. Estabelecida uma definição dos conceitos, os alunos descreviam suas interpretações em acordo com suas próprias compreensões.

Então, o professor pesquisador apresentava a definição científica, respeitando o estágio dos alunos, a qual também era anotada pelos participantes. Posteriormente, era aberto um diálogo sobre quais semelhanças e diferenças entre as concepções dos alunos e as definições científicas.

Nos encontros seguintes, após a apresentação dos conceitos, foram feitas as divisões dos grupos e a realização dos experimentos, utilizando-se, sempre que necessário, as grandezas físicas estudadas. A divisão dos grupos obedeceu ao critério de afinidade entre os pares, visando um melhor desenvolvimento do trabalho. Cada grupo ficou responsável por apresentar um experimento, responsabilizando-se desde a aquisição do material utilizado até a explicação do experimento e seus resultados aos demais colegas, associando-os com os conceitos físicos estudados, e sempre orientados pelo professor pesquisador.

A tabela a seguir apresenta a relação de experimentos realizados pelos estudantes, sob supervisão dos professores e do professor pesquisador, durante a primeira fase da Etapa 2.

TABELA 02 – Experimentos realizados pelos grupos de estudantes (2ªetapa: 1ªFase)

<i>Experimentos Realizados</i>	<i>Conceito estudado</i>
<i>Exp. 1</i> – Variação de pressão (vela no prato com água “colorida”)	Pressão atmosférica
<i>Exp. 2</i> – Variação da pressão (ovo que entra na garrafa)	Pressão atmosférica
<i>Exp. 3</i> – Densidade de massa (ovo boiando na água com sal e na água sem sal)	Densidade e empuxo
<i>Exp. 4</i> – Massa de ar (balança de balões)	O ar tem massa
<i>Exp. 5</i> – Volume de ar (compressão e expansão do êmbolo de uma seringa)	Compressibilidade e Expansibilidade.
<i>Exp. 6</i> – Pressão interna (copo de vidro com papel dentro virado dentro de uma vasilha contendo água)	O ar ocupa espaço
<i>Exp. 7</i> – Influência da diferença de pressão sobre a velocidade (balão cheio de água com furos – equação de Bernoulli ou “xixi de Torricelli”)	Pressão Hidrostática

Fonte: Autoria própria, 2018.

A seguir, são apresentadas as descrições dos experimentos realizados pelos alunos na fase 1 da Etapa 2, seguidas das imagens das atividades realizadas.

Exp. 1 – Variação de pressão (vela no prato com água “colorida”): uma vela foi fixada em um prato com água colorida. Depois de acesa, essa vela foi coberta com um recipiente de vidro e, assim que a vela apagou, a água colorida que estava no prato ocupou espaço no interior do recipiente, sendo visível a mudança no nível, interna e externamente.



Figura 03: Experimentos Fase 1 (Variação de pressão - Vela no prato com água)
Fonte: Autoria própria, 2018.

- **Exp. 2 – Variação da pressão (ovo que entra na garrafa):** um papel em combustão foi colocado no interior de uma garrafa de vidro e, em seguida, um ovo cozido e descascado foi colocado no gargalo dessa garrafa a fim de vedar totalmente esse orifício. Quando o fogo no interior da garrafa apagou, o ovo ocupou espaço dentro da garrafa. De modo análogo ao experimento anterior, o fogo no interior do recipiente consumiu todo o oxigênio e o transformou em gás carbônico, reduzindo a densidade do gás e a pressão interna, fazendo com que a pressão atmosférica presente na parte externa “empurrasse” o ovo para dentro da garrafa.



Figura 04: Experimentos Fase 1 (Variação da pressão - Ovo que entra na garrafa)
Fonte: Autoria própria, 2018.

- **Exp. 3 – Densidade de massa (ovo boiando na água com sal e na água sem sal):** esse experimento consiste em colocar um ovo cozido em um recipiente com água, primeiro sem mistura (sem sal) e depois com mistura (com sal). Na primeira situação o ovo afundou. Acrescentando uma quantidade significativa de sal, o ovo boiou.



Figura 05: Experimentos Fase 1 (Densidade de massa - ovo boiando na água com sal e na água sem sal)

Fonte: Autoria própria, 2018.

- **Exp. 4 – Massa de ar (balança de balões):** essa foi uma questão simples, porém nova para alguns alunos: que o ar tem massa. Dois balões cheios de ar foram amarrados em barbantes e pendurados em uma vareta, cada um em uma das suas pontas. Depois de observados e visto que a vareta estava quase em equilíbrio, um dos balões foi estourado, fazendo com que o lado com o balão cheio abaixasse, demonstrando que o ar presente no balão tem massa e, conseqüentemente, sofre atração pela Terra.



Figura 06: Experimentos Fase 1 (Massa de ar - balança de balões)

Fonte: Autoria própria, 2018.

- **Exp. 5 – Volume de ar (compressão e expansão do êmbolo de uma seringa):** essa prática utilizou uma seringa, abordando compressibilidade, elasticidade e expansibilidade do ar. Uma seringa teve inicialmente seu êmbolo puxado, com expansão do volume interno, e empurrado, com compressão do volume interno, sem nenhum empecilho.



Figura 07: Experimentos Fase 1 (Volume de ar - compressão e expansão do êmbolo de uma seringa)

Fonte: Autoria própria, 2018.

- **Exp. 6 – Pressão interna (copo de vidro com papel dentro virado dentro de uma vasilha contendo água):** um pedaço de papel amassado foi colocado dentro de um copo e o copo foi mergulhado, com a boca para baixo, na bacia com água. Depois de alguns segundos, o copo foi retirado da água e ao analisar o papel, esse estava intacto, seco. Esse experimento abordou a forma como o ar ocupa espaço.



Figura 08: Experimentos Fase 1 (Pressão interna (copo de vidro com papel dentro virado dentro de uma vasilha contendo água)

Fonte: Autoria própria, 2018.

- **Exp. 7 – Influência da diferença de pressão sobre a velocidade (balão cheio de água com furos – equação de Bernoulli ou “xixi de Torricelli”):** em um balão de borracha foram feitos alguns furos com o auxílio de uma agulha. Em seguida, encheu-se o balão com água. Observou-se que nos furos próximos do orifício de entrada (o qual se enche o balão) a água saía com menos velocidade, enquanto nos furos localizados nas partes mais distantes do orifício de entrada, a água saía com mais intensidade.



Figura 09: Experimentos Fase 1 (Influência da diferença de pressão sobre a velocidade - balão cheio de água com furos – equação de Bernoulli ou “xixi de Torricelli”)
Fonte: Autoria própria, 2018.

A primeira fase encerrou-se em dezembro de 2016, com as férias escolares. O período de dezembro até o início do ano letivo de 2017 não houve atividades de pesquisa no ambiente escolar. A segunda fase, previamente programada, seria executada junto a praticamente o mesmo público, com algumas exceções em virtude de transferências de escola ou de turno. A seguir, serão descritos os procedimentos adotados para as atividades da segunda fase da Etapa 2.

3.2.2. Etapa 2 - Fase 2

A fase 2 da etapa 2 foi analisada a partir da desenvoltura dos alunos com relação à experimentação. No entanto, esse momento foi diferenciado do primeiro. Depois de uma breve retomada do ano anterior, lembrando os experimentos realizados e conceitos adquiridos, os alunos realizaram novos experimentos. Mas desta vez, os alunos receberam os materiais, de baixo custo e de fácil aquisição, fornecidos pelo professor pesquisador para que eles executassem as atividades sob a orientação dos seus professores, tomando como referência os experimentos anteriores e os respectivos conceitos adquiridos e/ou reformulados.

Retomada no início de maio de 2017, na segunda fase foi realizada uma recapitulação dos conceitos trabalhados na realização dos experimentos do ano anterior (2016), através de apresentação dos registros organizados à época (fotos e vídeos).

Nessa fase, os alunos realizaram experimentos distintos da fase anterior, porém contemplando os mesmos conceitos já trabalhados. Os conceitos relacionados à

Hidrodinâmica e Hidrostática, foco do nosso trabalho, continuaram a serem explorados em atividades experimentais, porém de forma diferenciada da fase 1.

Os alunos receberam do professor pesquisador o material que seria utilizado nos experimentos e, de acordo com experimentos vistos anteriormente e com conceitos adquiridos e/ou reformulados, construíram novos experimentos, dessa vez sem a intervenção direta dos professores, ou seja, os próprios alunos optaram por determinado experimento e associaram os conceitos necessários para esclarecimento dos fenômenos observados.

Os materiais e instrumentos de medida foram dispostos sobre uma mesa e caberia aos alunos identificar os necessários para execução da prática. Porém, de forma distinta da oficina (Etapa 1), os materiais dispostos eram todos associados a Hidrostática e Hidrodinâmica. Também, coube aos alunos a análise dos resultados do experimento enfatizando os conceitos trabalhados anteriormente. Seria uma redescoberta do seu aprendizado, na forma de amadurecimento científico dentro da linguagem escolar.

Esse momento encerrou-se no início de julho de 2017, com a aplicação de um questionário de saída. O questionário contou com quatro questões relacionadas ao desenvolvimento das atividades experimentais pelos alunos.

A primeira questão foi sobre a apresentação dos experimentos na primeira fase da segunda etapa, em relação à montagem, manuseio, explicação e compreensão do experimento. A segunda questão abordou um quadro com os experimentos tratados na primeira fase em relação aos conceitos estudados e a compreensão de cada estudante. A terceira questão abordou a realização dos experimentos na segunda fase da segunda etapa, em relação à montagem, manuseio, explicação e compreensão do experimento. A quarta e última questão tratou da relação do aluno com o experimento e de que forma contribuiu para seu aprendizado. O questionário de saída está disponível no *Apêndice B*.

A tabelas, mostra a relação dos experimentos e respectivos conceitos explorados durante a segunda fase da Etapa 2.

TABELA 03 – Experimentos e respectivos conceitos trabalhados. (2ª etapa: 2ª Fase)

<i>Experimentos realizados</i>	<i>Conceitos</i>
<i>Exp. 1</i> – Densidade de massa (garrafa de plástico que boia e/ou afunda)	Densidade e Empuxo
<i>Exp. 2</i> – Variação de massa (submarino de garrafa de plástico)	Densidade e Empuxo; funcionamento do submarino.

Exp. 3 – Efeitos da pressão atmosférica (copo com água que prende a folha de papel)	Pressão atmosférica
Exp. 4 – Influência da diferença de pressão sobre a velocidade e alcance (Garrafa de plástico furada com água dentro)	Pressão hidrostática
Exp. 5 – Volume de ar (compressão e expansão do êmbolo de uma seringa)	Compressibilidade do ar; incompressibilidade da água.

Fonte: Autoria própria, 2018.

Segue, a título de informação e de maneira resumida, as atividades realizadas na segunda fase da Etapa 2 e imagens da execução dos trabalhos.

Exp. 1 – Densidade de massa (garrafa de plástico que boia e/ou afunda): uma garrafa pet vazia foi colocada em um recipiente com água que permanece boiando. Em seguida a garrafa foi forçada para dentro d'água. Conforme a garrafa era preenchida com água, aos poucos ela ia afundando.



Figura 10: Experimentos Fase 2 (Densidade de massa - garrafa de plástico que boia e/ou afunda)

Fonte: Autoria própria, 2018.

- **Exp. 2 – Variação de massa (submarino de garrafa de plástico):** uma mangueira fina com uma bexiga de borracha presa na ponta foi introduzida no interior de uma garrafa de plástico. O conjunto foi mergulhado em um recipiente contendo água, tendo seu interior preenchido. Em seguida, por meio da mangueira, encheu-se a bexiga e a água do interior da garrafa foi expelida para o exterior da mesma, fazendo-a boiar.



Figura 11: Experimentos Fase 2 (Variação de massa - submarino de garrafa de plástico)
Fonte: Autoria própria, 2018.

- **Exp. 3 – Efeitos da pressão atmosférica (copo com água que prende a folha de papel):** um copo de vidro foi preenchido com água. Em seguida uma folha de papel foi colocada sobre a boca do copo, tapando-a. Esse copo foi virado com a boca para baixo e a água presente em seu interior não caiu.



Figura 12: Experimentos Fase 2 (Efeitos da pressão atmosférica - copo com água que prende a folha de papel)
Fonte: Autoria própria, 2018.

- **Exp. 4 – Influência da diferença de pressão sobre a velocidade e alcance (Garrafa de plástico furada com água dentro):** nesse experimento, diversos furos foram feitos em uma garrafa de plástico. Os furos da garrafa foram vedados com fita crepe e, em seguida, a garrafa foi preenchida com água. Ao retirar a fita crepe, a água começa a escoar pelos furos. Uns com maior velocidade, e outros com menor intensidade.



Figura 13: Experimentos Fase 2 (Influência da diferença de pressão sobre a velocidade e alcance - Garrafa de plástico furada com água dentro)
Fonte: Autoria própria, 2018.

- *Exp. 5 – Volume de ar (compressão e expansão do êmbolo de uma seringa): A seringa cheia de ar demonstra que o êmbolo quando empurrado contra o orifício de entrada comprime um reduzido volume do ar presente. No entanto, com a seringa cheia de água não é possível fazer o mesmo procedimento.*



Figura 14: Experimentos Fase 2 (Volume de ar - compressão e expansão do êmbolo de uma seringa)
Fonte: Autoria própria, 2018.

Para a montagem dos experimentos, os materiais foram disponibilizados pelo professor-pesquisador de forma que pudessem ser de livre acesso e observação dos alunos. Estes foram incentivados a manuseá-los e a desenvolver seus próprios experimentos, cujo objetivo foi responder a questões básicas sobre Hidrostática ou Hidrodinâmica: Por que alguns corpos flutuam na água, enquanto outros afundam?

Como funciona um submarino? Por que a água parece ter mais “força” quando a profundidade é maior? São questões que surgem no cotidiano do aluno, e que foram demonstradas nessa etapa.

Nessa fase o professor não desenvolveu conceitos, conforme tradicionalmente é feito durante as aulas, mesmo porque o objetivo, nessa fase, era aplicar os conceitos já desenvolvidos na fase anterior (fase1/2ªetapa) durante a construção e manipulação dos materiais com finalidade de montar os experimentos.

Os estudantes, em grupos por afinidade, ficaram livres para desenvolver seus experimentos a partir dos materiais disponibilizados. O professor pesquisador apenas acompanhou os grupos, sem interferir em suas escolhas e decisões. Coube aos grupos a escolha dos materiais para executar os experimentos que permitiriam alcançar seus objetivos.

Nessa fase o objetivo foi mostrar ao aluno as possibilidades de montar um experimento a partir do que está disponível (os materiais) associado aos conhecimentos já adquiridos, sem manual previamente elaborado, incentivando-os a buscar soluções, explorar a situação, descobrir/construir seu aprendizado.

Em outras palavras, a única orientação que os estudantes receberam foi a proposta de resolução de um problema. A título de exemplo, a escolha dos materiais (disponibilizados pelo professor) e a execução do experimento que permite determinar a aceleração gravitacional da Terra. Contudo, como já dito anteriormente, coube exclusivamente ao grupo, sob a orientação do professor a montagem e desenvolvimento do experimento (experimento utilizado na etapa piloto – oficina com professores).

3.2.3. Considerações Gerais sobre a Metodologia – Etapa 2

Essa etapa estruturou-se da seguinte forma:

- Fase 1:
 - Reconhecimento dos alunos;
 - Apresentação do projeto;
 - Questionário de entrada;
 - Apresentação de conceitos relacionados ao currículo dos alunos;
 - Aulas experimentais, para aplicação dos conceitos abordados, com experimentos montados pelo professor pesquisador, o qual orientou os alunos durante todo o processo;

- Apresentação dos resultados pelos alunos;
- Diálogo com os alunos sobre a associação entre os conceitos abordados e os fenômenos observados com os experimentos.
- Fase 2:
 - Recapitulação dos conceitos abordados e dos experimentos realizados na Fase 1;
 - Aulas experimentais, para aplicação dos conceitos abordados na Fase 1, com experimentos montados pelos alunos. Todos os materiais foram dispostos em uma mesa, sem indicação dos experimentos aos quais eles estariam relacionados. Os grupos de alunos, responsáveis pelos experimentos, foram orientados pelo professor pesquisador durante todo o processo.
 - Apresentação dos resultados pelos alunos;
 - Diálogo com os alunos sobre a associação entre os conceitos abordados e os fenômenos observados com os experimentos;
 - Questionário de saída.

Em cada uma das fases da Etapa 2, foi proposto um roteiro a ser seguido na montagem e desenvolvimento das atividades experimentais, este foi apresentado aos professores de Ciências dos alunos e ajustado conforme a conveniência dos mesmos, e conteúdo a ser abordado. As ações para as atividades experimentais seguiram, então, o roteiro:

QUADRO 03: Roteiro de análise do trabalho experimental com os alunos (Etapa 2)

<i>Fase 1</i>	<i>Fase 2</i>
1. Organização do ambiente para exposição	1. Organização da turma (grupos)
2. Organização do material e montagem do experimento	2. Análise dos materiais disponíveis
3. Explicação do experimento para os colegas	3. Iniciativa (tomada dos materiais)
4. Compreensão dos colegas	4. Desenvoltura (montagem do experimento)
	5. Explicação e aplicação de conceitos físicos
	6. Compreensão dos colegas

Fonte: Autoria própria, 2018.

Com esse roteiro analisamos cada passo dos alunos na construção dos experimentos na segunda etapa, em suas fases de realização.

Sendo assim, vejamos como foi observado cada item em suas fases de desenvolvimento.

- Fase 1:

1. *Organização do ambiente para exposição:* cada grupo em seu momento de apresentação disse em qual ambiente seria mais adequado montar o experimento apresentado, que poderia ser em sala de aula ou fora dela. Nesse caso, analisamos se o grupo escolheu o ambiente por melhor se adequar a situação que seria demonstrada ou simplesmente para estar fora do ambiente de sua rotina escolar.
2. *Organização do material e montagem do experimento:* analisamos como foram os materiais dispostos pelos alunos, sua organização e se conseguiram disponibilizar todos. Também foi analisada a montagem do experimento, a desenvoltura do grupo, se houve dificuldades e/ou desafios.
3. *Explicação do experimento para os colegas:* explicar o experimento não é o problema. O aluno poderia reproduzir meramente o que a fonte consultada fornecia. Nesse caso foi analisado se os alunos sabiam o que estavam apresentando e se tinham ciência dos conceitos aplicados em seu experimento, sendo observado isso em sua linguagem ao se referir ao item apresentado.
4. *Compreensão dos colegas:* para análise dessa parte era indagado aos colegas que observavam a explicação se haviam compreendido o experimento. Quando sim, o experimento era considerado concluído, quando não ou, como eles (os alunos) dizem “eu entendi mais ou menos”, o experimento era refeito, buscando explicações que pudessem desfazer dúvidas pendentes.

- Fase 2

1. *Organização da turma (grupos):* na segunda fase os próprios alunos se organizaram em grupos. Foi analisado de que maneira isso foi feito.
2. *Análise dos materiais disponíveis:* de que maneira os alunos se organizaram ao se aproximarem da mesa e ter contato com os materiais a ser utilizados nos experimentos.
3. *Iniciativa (tomada dos materiais):* como foi esse primeiro contato? Tomaram em mãos os materiais com intuito de montar o experimento ou somente por curiosidade, sem nenhum objetivo?

4. *Desenvoltura (montagem do experimento)*: uma vez escolhidos os materiais, qual experimento poderia se desenvolvido pelos alunos e como foi realizada essa montagem.
5. *Explicação e aplicação de conceitos físicos*: o experimento montado deveria contemplar um ou mais conceitos físicos já estudados no ano anterior. Foi analisado se esse experimento estava em concordância com os conceitos vistos e como cada grupo explicou sua descoberta aos colegas.
6. *Compreensão da turma*: analisada de maneira análoga a fase 1.

A partir dessa organização, foi possível analisar o desenvolvimento dos alunos, tanto como realizadores dos experimentos, quanto observadores em alguns casos, sendo, em ambos os casos, construtores de seu próprio aprendizado, sob a orientação direta dos professores da disciplina e da professora pesquisadora.

Os desafios e as habilidades dos alunos, cada fato considerado importante, foi transcrito para um Diário de Bordo, individual, levando em consideração que as anotações são fonte de acompanhamento e às quais devemos recorrer para análise do progresso do trabalho de pesquisa.

O método de transcrição das observações foi baseado no trabalho de anotação, por Isabelle Chavannes, de todas as aulas práticas ministradas por Marie Curie, para crianças entre sete e treze anos, em seu laboratório na Sorbonne. Essas anotações deram origem ao livro, *As aulas de Marie Curie, anotada por Isabelle Chavannes*, material esse que mostra detalhes do trabalho e da sensibilidade dessa cientista na experimentação e introdução de conceitos científicos para crianças de idades variadas. As semelhanças de público, entre o trabalho de Marie Curie e o desenvolvido nesta pesquisa, estimularam o uso do Diário de Bordo pelo professor pesquisador no trabalho junto aos alunos da escola.

Da mesma forma, para facilitar o processo de aprendizagem dos alunos, foi-lhes proposto um caderno de anotações, um Diário de Bordo, sugerido por um dos estudantes.

No Diário de Bordo foram feitas as anotações dos procedimentos nas duas fases da Etapa 2 de atividades. Com suas anotações, também foi possível uma análise mais próxima do desenvolvimento dos alunos no decorrer do trabalho e quais contribuições para o processo cognitivo dos estudantes.

Suas anotações foram utilizadas para análise de seus progressos no desenvolvimento dos conceitos e das habilidades experimentais. Os conceitos foram descritos e explicados pelo professor pesquisador, mas a anotação dos alunos acerca de seus entendimentos foi livre, de forma que o estudante, através de suas transcrições, tivesse condições de analisar os experimentos apresentados pelo professor pesquisador (fase 1), de decidir qual experimento montar (fase 2), manuseando os materiais disponíveis, analisar os resultados e construir seu aprendizado.

Os momentos de vivência em sala de aula, principalmente durante a exposição e diálogo da teoria, permitiram ao pesquisador saber previamente que os estudantes apresentam certas dificuldades em correlacionar os conceitos com os fenômenos físicos, o que foi observado, também, por meio das respostas ao questionário de entrada. A transcrição das falas dos alunos com relação aos experimentos forneceu subsídios importantes para a investigação do processo de construção conceitual. Esse procedimento foi utilizado na Etapa 2.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Estabelecidas as atividades e executadas as ações conforme descrições no capítulo anterior, era necessária a análise dos dados obtidos nas duas etapas, tanto na Etapa 1 na qual uma oficina foi aplicada a professores de Ciências (diagnóstico sobre o aprendizado de conceitos a partir de experimentos), quanto na Etapa 2 em que conceitos de Hidrostática e Hidrodinâmica foram apresentados a alunos do Ensino Fundamental II. Os dados foram obtidos de formas distintas nas duas etapas: Etapa 1 (oficina) e Etapa 2 (escola).

O tema de uma das oficinas ministradas na VII Semana de Investigação, evento do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da UFMT, foi a aplicação de conceitos de Ciências em aulas experimentais. Entre diversas atividades ofertadas aos participantes, algumas delas foram essenciais para esta pesquisa.

Destaca-se a aprendizagem de conceitos a partir de experimentos, ação diretamente relacionada às pesquisas que seriam desenvolvidas com alunos do Ensino Fundamental II. A relação entre a oficina e as atividades na escola foi estabelecida principalmente pelo fato da oficina permitir a identificação das diversas maneiras como os professores (participantes da oficina) utilizavam os seus conhecimentos dos conceitos para a escolha dos materiais para montagem e execução dos experimentos, bem como para análise dos resultados.

O instrumento para coleta de dados foi o Roteiro de análise da Oficina, apresentado no Quadro 02 do capítulo 3. Foi feita uma análise qualitativa, para a qual foi utilizado tanto o planejamento de aula, entregue pelos grupos de participantes aos facilitadores da oficina, quanto a observação direta do desenvolvimento dos grupos durante suas atividades.

Na Fase 1 e Fase 2 da Etapa 2 foram adotados critérios distintos dos utilizados na Etapa 1. Na Fase 1 da Etapa 2 (*conceitos e experimentos com alunos*) foram coletados dados através do questionário de entrada, do roteiro de análise do desenvolvimento dos experimentos, das anotações feitas pelos alunos no Diário de Bordo e das anotações feitas pela professora pesquisadora.

O questionário de entrada permite um diagnóstico, embora superficial, do conhecimento dos alunos sobre o tema a ser abordado e sobre a metodologia científica. Os demais instrumentos de tomada de dados são mais confiáveis e garantem a legitimidade da pesquisa. O conjunto dos instrumentos permitiu o mapeamento do

processo de ensino e de aprendizagem ao longo das atividades junto aos alunos na Fase 1, desde o reconhecimento do público (com o questionário de entrada e com diálogos diretos) até a concepção do aprendizado dos conceitos.

A Fase 1 terminou em dezembro e, após, teve um período de férias da escola. Ainda no primeiro semestre do ano seguinte, as pesquisas continuaram com a Fase 2 da Etapa 2, quando foram coletados dados através do roteiro de análise do desenvolvimento dos experimentos, das anotações feitas pelos alunos no Diário de Bordo, das anotações feitas pelo professor e do questionário de saída.

Uma vez que os conceitos haviam sido trabalhados durante a Fase 1, foi realizada uma breve recapitulação e, então, foram criados os grupos para dar continuidade às aulas experimentais. Os experimentos realizados com os alunos nesse trabalho foram executados em conformidade e sincronia com os conceitos explorados em sala de aula, na disciplina de Ciências, quando da execução do projeto. Os instrumentos de tomada de dados, incluindo o questionário de saída, permitiram uma análise sobre o desenvolvimento da aula prática e sobre o processo de ensino e de aprendizagem na Fase 2 da Etapa 2.

Há que se considerar que a análise do desenvolvimento dos participantes, tanto da oficina, quanto das atividades na escola, envolve uma interpretação prévia pelo pesquisador e uma posterior fundamentada pelas anotações e observações dos participantes.

Nesse capítulo serão apresentados os dados, sua análise e reflexões.

4.1 – ETAPA 1

A oficina com os professores durante a Semana de Investigação consistiu em apresentar materiais para montagem de experimentos e uma proposta de conteúdo a ser trabalhada. Observou-se uma série de fatores, na visão dos participantes (professores), que são desafios na realização de aulas experimentais. Vamos descrever algumas delas.

1. Plano de aula pré-elaborado
2. Identificação dos materiais adequados
3. Montagem do experimento
4. Compreensão do objetivo do experimento e dos conceitos científicos relacionados
5. Hábito da narrativa

6. Aulas experimentais no cotidiano escolar

Esses itens são parte de um roteiro já descrito e especificado no capítulo anterior.

Os detalhes das observações para cada grupo durante suas atividades não são relevantes para essa pesquisa. O diagnóstico planejado teve o objetivo de investigar a associação entre o conhecimento dos conceitos científicos e a aplicação dos mesmos em atividades experimentais. Os fatores de 1 a 6 apresentados são suficientes para esclarecer que há um claro desafio em relacionar conceitos e aplicações práticas.

Compreender a Natureza e estabelecer uma sintonia com os fenômenos observados no cotidiano, conhecendo-os e explicando-os por meio de uma metodologia científica é um dos objetivos das aulas experimentais. As dificuldades apresentadas pelos participantes da oficina, todos atuando em sala de aula como professores, pode estar associada à ausência de familiaridade e de hábito em permitir a convergência do conhecimento cotidiano e do conhecimento erudito (escolar, científico), ou seja, em tornar a associação entre o fenômeno e o conceito cada vez mais corriqueiro.

Dessa forma, tendo como parâmetro o roteiro para a análise da oficina e a atitude dos professores em relação aos experimentos podem-se reforçar os motivos já citados nesse trabalho em capítulos anteriores sobre a ausência de aulas experimentais.

Sendo assim, a oficina ministrada aos professores atendeu aos objetivos propostos e permitiu um diagnóstico sobre o ensino e aprendizagem por descoberta, tendo em vista que os grupos realizaram a atividade por completo e propuseram um plano de ensino coerente com a proposta.

4.2 – ETAPA 2 – FASE 1

Passamos agora a análise dos instrumentos de tomada de dados acerca da etapa 2 da pesquisa.

4.2.1. Questionário de Entrada

Com o intuito de investigar qualitativamente o desenvolvimento dos alunos, não basta a observação das aulas experimentais. Como parâmetros de investigação e coleta de dados, foram utilizados dois questionários, um aplicado antes do início das atividades com os alunos e um aplicado após o término.

O questionário de entrada teve como objetivo analisar quais conhecimentos prévios os alunos traziam sobre Ciências, e de um modo mais específico o que

acreditavam ser a Física. Esse questionário foi composto por cinco questões dissertativas, onde a primeira e a segunda questões trataram de assuntos relacionados a Ciências de modo mais amplo, enquanto a terceira, a quarta e a quinta questões abordaram a concepção dos alunos especificamente sobre a Física. Na sequência passamos a análise do questionário de entrada, questão a questão.

Para cada questão foram observados padrões de resposta, classificados e apresentados em tabelas. Em seguida, estão exibidas as falas acerca da interpretação de alguns estudantes, as quais são representativas, tendo em vista que a exposição de todas as respostas traria expressões redundantes.

A questão 1 foi formulada com o intuito de verificar os padrões nas respostas dos alunos e qual a concepção dos estudantes sobre Ciência.

As respostas dos alunos atenderam a padrões apresentados na tabela 04, em conjunto com a frequência das respostas associadas aos significados que representam Ciências para os estudantes, o que permitiu a identificação dos padrões.

TABELA 04 – Questão 1: Em sua opinião, o que é Ciência

Padrões	Respostas	Alunos
1. Seres vivos e fenômenos naturais	9	A5, A12, A14, A20, A29, A35, A41, A44, A46
2. Natureza e tecnologia	8	A1, A11, A16, A17, A22, A28, A30, A40
3. Biologia	8	A2, A6, A10, A25, A24, A31, A34, A43
4. Descoberta, investigação e estudo.	10	A8, A19, A21, A23, A26, A33, A32, A39, A37, A42
5. Estudo especializado e qualificado	13	A3, A4, A7, A9, A13, A15, A18, A27, A36, A38, A39, A45, A47

Fonte: Autoria própria, 2018.

A seguir faremos as reflexões sobre cada padrão encontrado, seguidos de algumas transcrições dos alunos, a fim de justificar os padrões das respostas.

Os padrões 1, 2 e 3 estão associados a conteúdos abordados em sala de aula, nas disciplinas da escola.

Padrão 1 – Seres vivos e fenômenos naturais: Este padrão está ligado ao pensamento de que os estudos dos seres vivos e dos fenômenos naturais se caracterizam como o que a Ciência faz pesquisa e publica como conceitos aceitos pelos pesquisadores daquelas áreas. Para ilustrar esse padrão temos algumas falas dos participantes:

- A5: “é o estudo de todos os seres vivos e os fenômenos naturais”.
- A14: “uma disciplina que estuda o corpo humano e a evolução dos seres”.
- A20: “a ciência estuda o corpo humano, doenças, os animais”.

Padrão 2 – Natureza e tecnologia: este padrão este relacionado ao pensamento de que o desenvolvimento natural e tecnológico é estudado pela Ciência, pesquisando e analisando seu progresso. Ilustramos esse padrão através das falas:

- A11: “ciência é a natureza e a tecnologia juntas, explorando um ao outro”.
- A17: “para mim, sem ciência o mundo estaria menos evoluído”.
- A40: “é tudo no mundo. Eu ainda não vi nada sem ciência, principalmente na natureza”.

Padrão 3 – Biologia: este padrão trata do pensamento de a Ciência estar diretamente e/ou somente ligada a Biologia, ao estudo dos seres vivos e da Terra. Ilustramos esse pensamento através das falas seguintes:

- A31: “Ciência estuda relações biológicas”.
- A34: “Ciência está na água, na chuva, na árvore, nos animais. Em tudo que é vivo”.
- A43: “Ciência estuda o homem e sua relação com o planeta”.

Contudo, as maiores frequências de respostas foram nos itens 4 e 5, demonstrando que os estudantes possuem percepção ampla sobre a Ciência.

Padrão 4 – Descoberta, investigação e estudo: esse padrão está relacionando a um pensamento, de certa forma, diferenciado sobre o que é Ciência. Os alunos descreveram de forma científica o que acreditam ser Ciência, classificando-o a como um meio de descobrir através da investigação e do estudo.

- A21: “descoberta, investigação, estudo”.
- A39: “é quando se estuda algo”.

- A42: “Ciência estuda tudo o que você vê, faz e escuta”.

Padrão 5 – Estudo especializado e qualificado: nesse padrão as resposta demonstraram maior maturidade, ao analisar Ciência como algo a ser estudado de forma específica, qualificando e classificando os objetos a serem estudados.

- A15: “é tudo que você possa estudar especificadamente”
- A36: “são estudos que identificam ou descobrem coisas que nós não vemos a olho nu, e propõe uma teoria sobre o que não sabemos”.
- A45: “é um estudo especializado e qualificado que estuda diversos assuntos e objetos a fim de *entendê-los*”.

Observando as respostas, vemos que cada um tem seu conceito sobre o que é ciência, bem possível que tenha sido construída a partir dos livros, revistas, meios de comunicação, observação cotidiana e conversas informais, além das abordagens eruditas do ambiente escolar, mesmo assim são de cunho não científico.

No entanto, por não ser adquirida de fontes científicas e não estar baseado em observações e experimentações, que servem para atestar a veracidade ou falsidade de determinada teoria, não são consideradas como conhecimentos científicos (Significados, 2018. Disponível em <https://www.significados.com.br/conhecimento-cientifico/>. Acesso em 29/04/2018). Daí a importância da contextualização dos conceitos científicos por meio da metodologia científica, seja em aula teórica, seja prática.

Na questão 2, foi indagado: se eles acreditavam que havia ciência em tudo. As respostas estão representadas na tabela 05 a seguir.

TABELA 05 - Questão 2: Você acredita que existe ciência em tudo?

SIM	35
NÃO	12
Não soube opinar	1

Fonte: Autoria própria, 2018.

A questão 2 foi, propositalmente, abrangente, principalmente devido ao termo “tudo”, que está sujeito a interpretações subjetivas. Trata-se de uma questão inserida para estimular a reflexão sobre Ciência e o quão descontextualizado ela pode se apresentar nos ambientes informais do cotidiano.

Mesmo uma quantidade significativa de participantes terem respondido “sim” (35 alunos), houve aqueles que, contrários a essa ideia, responderam “não” (12 alunos). Analisando os questionários e observando as respostas das demais questões, uma possível causa a essa negativa seja o fato de ligar alguns fenômenos a situações de cunho religioso. Porém, não há nada de concreto nesses questionários que possa reforçar essa suposição.

A questão 3, tratou sobre o que se acredita ser a Física. Dessa vez, as respostas foram um pouco mais complexas demonstrando a dificuldade de alguns em descrever o que seria a Física e, até mesmo, de associá-la a ciência, o que é natural no estágio de domínio do conhecimento em que os alunos se encontram. Assim como na primeira questão, foi analisada a concepção de cada um.

A tabela 06 apresenta os padrões de resposta e suas frequências. Foram encontrados 5 padrões que consideramos representativos das respostas dos participantes.

TABELA 06 – Questão 3: O que você acredita ser a Física?

Padrões	Respostas	Alunos
1. É uma ciência	13	A1, A2, A4, A5, A7, A16, A20, A23, A24, A27, A40, A41, A42
2. Fenômenos naturais	10	A3, A6, A13, A19, A22, A34, A39, A44, A45, A48
3. Cotidiano do ser humano	9	A14, A26, A28, A29, A31, A33, A35, A43, A47
4. Cálculos e experimentos	8	A8, A10, A12, A17, A18, A21, A25, A36
5. Estudo do universo	8	A9, A11, A15, A30, A32, A37, A38, A46

Fonte: Autoria própria, 2018.

Vamos analisar cada padrão e a seguir, são apresentadas transcrições de algumas respostas dos estudantes.

Padrão 1 – É uma ciência: esse padrão analisa de que forma o aluno concebe a Física, sendo uma ciência capaz de observar e explicar de modo específico seus objetos de estudo.

- A7: “a Física estuda a ciências e outras propriedades”.
- A16: “Física faz parte das ciências, porem de outras formas”.
- A23: “é uma ciência”.

Padrão 2 – Fenômenos naturais: esse padrão traz o pensamento de Física estar associado aos fenômenos naturais, que, de fato, fazem parte dos conceitos estudados em Física.

- A22: “um movimento, os estados físicos da agua, a gravidade, enfim, tudo que está relacionado à natureza”.
- A34: “Relâmpago é o choque de duas nuvens, formando uma explosão”.
- A45: “estudo dos fenômenos da Terra”.

Padrão 3 – Cotidiano do ser humano: esse padrão analisa o ser humano com ser físico: suas ações diárias analisadas a luz da concepção científica que a Física traz.

- A35: “são limites que não conseguimos ultrapassar”.
- A43: “é tudo que nó fazemos: andar, correr, pular”.
- A47: “é quando uma pessoa anda de carro ou pratica atividades físicas e ele se movimenta. Acho que pode ser Física”.

Padrão 4 – Cálculos e experimentos: como foi por vezes citados em parágrafos anteriores, esse padrão traz o clássico pensamento de a Física tratar de cálculos. Porém concebem a Física como um campo que trata também de atividades experimentais.

- A8: “são experimentos que você faz sem coisas eletrônicas”.
- A10: “experimentos e cálculos”.
- A17: “a Física é o que descobre os fenômenos, que faz experimentos incríveis”.

Padrão 5 – Estudo do universo: nesse padrão observam a Física como a ciência capaz de compreender e explicar o universo.

- A9: “a ciência que estuda o universo”.
- A30: “é tudo que estuda a Terra e outros planetas”.

- A46: “é o estudo do Sistema Solar, da vida em outros planetas”.

De acordo com as falas, todos trazem alguma concepção do que vem ser a Física, embora sem uma característica científica. Essas descrições, ao que se pode observar possivelmente, surgem de vivências cotidianas, eventos que julgam serem fenômenos físicos, uma designação adquirida em fontes sem cunho científico, uma definição feita por alguma pessoa em conversa informal, entre outras.

Contudo, o objetivo foi observar as interpretações acerca dos conhecimentos que os estudantes trazem sobre o que é a Física e como ela se insere como uma Ciência, compreendendo que, de alguma maneira, estes possuem conhecimentos prévios sobre determinado assunto, o qual será trabalhado em conjunto com o professor, a fim de torna-lo o mais científico possível.

Na questão 4, foi solicitado aos alunos que descrevessem dois eventos que acreditassem ser fenômenos físicos presentes em seus cotidianos. Os alunos, em sua maioria, anotaram o fenômeno somente, embora a pergunta referisse à descrição do evento.

A seguir, são apresentadas algumas respostas dos alunos. Não são todas as respostas, mas as que apresentam maior clareza. Vamos analisá-las separando as respostas semelhantes e observando o que há de comum nessas descrições:

Questão 4: Existem em nosso cotidiano diversos fenômenos físicos. Descreva dois que você acredita ser um fenômeno físico.

- A3: “o trovão e o raio que vem de uma descarga elétrica”.
- A13: “a atração de coisas em ímãs; a Terra ser redonda e nada cair”.
- A36: “relâmpago: quando ocorre o atrito entre duas nuvens”.

Nessas respostas observamos a descrição dos alunos quanto a fenômenos naturais relacionados ao eletromagnetismo.

- A14: “a formação do arco-íris que acontece por causa das gotas de água que refletem os raios solares”.
- A17: “usar óculos também é um fenômeno físico, porque a falta de visão foi causada por conta das luzes”.

Nessas respostas já vemos noções de Óptica. Não conseguem, ainda, definir com clareza certos fenômenos, mas já os observam e os classificam como relacionados à Física.

- A18: “quando boiamos em piscina”.
- A20: “algumas coisas que afundam e outras que boiam”.

Nessas respostas os alunos conceituam fenômenos relacionados à Hidrostática e Hidrodinâmica, as partes da Física que foram estudadas e nossa pesquisa.

- A38: “o chute na bola que desenha uma curva”.
- A44: “queda dos objetos ocorridos pela gravidade”.

Relacionam nessas respostas conceitos de Mecânica, tratando da descrição da trajetória de um objeto em movimento e da força gravitacional.

- A39: “a evaporação da água aquecida pelo Sol”.
- A45: “os estados físicos da água”.

Tratam-se da mudança de estados físicos da água e temperatura.

Observa-se com essas respostas que os alunos já possuem alguma noção do que é a Física. Ainda que não a conheçam de forma científica, uma vez que a Física não é explicitamente abordada como disciplina nas séries iniciais do ensino fundamental II, os alunos apresentam conhecimento do assunto, mesmo que superficial. O conhecimento apresentado pelos alunos é fruto da informalidade, e não de abordagem científica. Os eventos naturais por eles apresentados traz uma prévia dos conhecimentos que serão desenvolvidos cada vez mais, em acordo com o estímulo e o interesse de cada um.

A quinta e última questão tratou da descrição de alguns fenômenos físicos. A questão abordou as características específicas dos fenômenos observados. Relembrando que não foram apresentadas todas as respostas, mas aquelas que demonstravam mais clareza em suas descrições.

Questão 5: Descreva como você acredita que ocorrem os fenômenos físicos abaixo.

***A formação do arco-íris:**

- A5: “é o Sol que reflete na água da chuva que forma o arco íris”.
- A16: “na Terra existem dois tipos de Sol, o raio violeta e o raio vermelho, que se juntam e formam o arco íris”.
- A25: “eu acho que são gotículas de água que batem nos raios solares e forma o arco íris”.
- A42: “as gotículas de água se encontram com a luz”.

No cotidiano de cada aluno, a grande maioria, alguma vez, já observou a formação do arco-íris. Seja no céu depois de uma chuva ou quando a água reflete a luz, decompondo-a em cores distintas. Sendo assim, uma boa parte dos participantes soube de alguma forma descrever esse fenômeno, alguns de forma mais natural e outros com algum traço de conhecimento científico.

***Queda dos objetos:**

- A17: “isso ocorre por causa da gravidade que é um tipo de força”.
- A36: “por causa da gravidade”.
- A38: “a gravidade, quando tem gravidade”.
- A42: “a gravidade não deixa que eles flutuem”.

Veja que na primeira resposta o aluno classifica gravidade como uma força. Os demais têm noção de que a força gravitacional é importante para “manter os objetos fixos na Terra”, mas ainda não conseguem ver a gravidade como uma força.

***Água em estados físicos diferente:**

- A45: “o ciclo da água”.
- A10: “depende do clima e temperatura”.
- A41: “exemplo: água em estado sólido gelo e geleiras”.
- A38: “mudança de temperatura”.

As mudanças ocorridas nos estados físicos da água são constantemente observadas no cotidiano dos alunos. Essa afirmação se dá não somente pela análise das respostas escritas, mas pelas observações que os alunos colocaram enquanto respondiam o questionário.

Os alunos, enquanto respondiam as questões, comentavam sobre alguns fenômenos que acontecem em suas casas: a formação do gelo, as gotículas de água que

se formam durante um banho quente, a água que ferve. E com esses comentários era possível ver que os participantes já possuem algum conhecimento sobre essas mudanças, e que para ocorrer-las é necessário que a temperatura sofra alterações.

***As árvores que parecem “correr” quando nos locomovemos:**

- A13: “a nossa visão apenas percorre o caminho, ou seja, nós que estamos nos mexendo”.
- A11: “não são as árvores que correm, e sim nós, dentro do carro, olhamos e faz parecer que estão correndo”.
- A40: “o carro em movimento e as árvores paradas ai causa a impressão das árvores estar em movimento”.
- A44: “porque você está parado dentro do carro, e o carro está em movimento”.

Essas respostas tem haver com o referencial de movimento. Antes de responder, os alunos indagaram de que forma seria possível observar um objeto. Foi citado por um dos participantes o seguinte: “Acho que isso tem haver com o fato de quando estamos dentro do carro andando, parece que tudo fora está se movimentando. Mas tudo está parado. Nós é que nos movimentamos”.

Observando as respostas dessa última questão, pode-se perceber o quão os alunos já se aproximam da Ciência abordada na escola. Mesmo não estudando a Física de maneira explícita, não conhecendo denominações como Mecânica, Termologia, Acústica, Óptica, ou mesmo estudando conceitos acerca desses assuntos, os alunos apresentaram interpretações do que vem ser a Física, e de que forma está presente em suas vidas.

4.2.2. Fase 1 - Conceitos Teóricos

O questionário de entrada forneceu subsídios não apenas para a pesquisa realizada, mas, também, para o planejamento das atividades iniciais da fase 1. Estava no cronograma a apresentação, aos alunos, de conceitos, por meio da teoria, para embasar as atividades experimentais. Os resultados apresentados nas respostas ao questionário de entrada fortaleceram tal necessidade.

Assim, além das aulas das disciplinas curriculares na escola, foram vivenciados momentos de exposição e diálogos sobre alguns conceitos descritos a seguir. São conceitos necessários para observação mais consistente dos fenômenos físicos e para

análise mais aprofundada, dentro da metodologia científica, dos experimentos que seriam apresentados na sequência. Sobre os conceitos teóricos, não serão apresentadas todas as descrições feitas pelos estudantes, mas algumas interpretações que possam ilustrar o estágio dos alunos no momento inicial do projeto.

A seguir algumas transcrições retiradas dos Diários de Bordo dos alunos. Para cada conceito está representada uma fala de um participante, a mais representativa entre as demais.

Conceito: Termologia

A2: “Temperatura é uma medida estatística de agitação entre moléculas; Exemplo: quando estamos em um local muito quente as moléculas ficam mais agitadas, é possível perceber pelo suor. Mas quando ‘tá’ muito frio elas ficam mais lentas, mas não param porque se elas param o corpo também para, e morre”.

Conceito: Pressão

A10: “Pressão do ar ou da água de uma panela (...) se você tampa a ponta da mangueira vai acumulando e criando pressão para sair”.

Conceito: Massa

A15: “A massa é a quantidade de matéria que um corpo possui”.

Conceito: Volume

A19: “Eu acredito que volume é quando a maré sobe ou quando você enche um copo de água e você vai ter um volume”.

Conceito: Densidade

A21: “Densidade é o que faz o corpo afundar ou boiar na água”.

Conceito: Empuxo

A29: “*Impulso* (empuxo) é uma força que empurra objetos menos densos para a superfície”.

O aluno utilizou equivocadamente o termo “Impulso”, quando deveria usar “Empuxo”.

Conceito: Força

A31: “Força é quando você empurra e tira uma coisa do lugar, joga uma coisa, chuta uma bola”.

4.2.3. Análise do roteiro para os Experimentos da Fase 1

Faremos aqui as análises das atuações dos alunos a luz do roteiro elaborado para avaliação da realização das atividades, na Fase 1. Relembrando quais foram os itens a ser avaliados nessa fase.

1. Organização do ambiente para exposição
2. Organização do material e montagem do experimento
3. Explicação do experimento para os colegas
4. Compreensão dos colegas

Vejam os então de que modo ocorreu essa fase, e de que maneira foi avaliado esse momento.

Item 1 – Organização do ambiente para exposição: depois de divididos em grupos e tendo recebido os experimentos a serem desenvolvidos, os alunos passaram a exposição de suas atividades. E o primeiro item avaliado foi quanto ao ambiente para realização das atividades.

Os grupos estiveram à vontade para escolher em qual ambiente seria mais viável realizara seu experimento. Por se tratar de conceitos relacionados à Hidrodinâmica, a maioria optou por realizar fora de sala de aula.

Todos os grupos organizaram-se de excelente maneira, analisando de antemão se os ambientes escolhidos, fora de sala, estariam disponíveis para o trabalho. Assim que a professora pesquisadora chegava, todos os alunos já estavam a postos para se deslocar ao local de realização. Os grupos se precaveram até mesmo quanto a situações climáticas (chuva), organizando-se em outros ambientes.

Item 2 – Organização do material e montagem do experimento: desde o início ficou concordado que, nessa fase, os alunos seriam responsáveis por providenciar os materiais necessários para realização dos experimentos. Todos os alunos assim os fizeram, e

quando tinham dificuldade com algum material, procuraram avisar de antemão a professora pesquisadora, que os auxiliou na aquisição desses materiais.

Quanto à montagem, nem todos os grupos demonstraram desenvoltura, necessitando da professora pesquisadora para auxiliá-los. Foi perceptível que não se tratava de falta de interesse, ou mesmo que os alunos não tivessem tentado realizar seus experimentos antes de apresentar. Talvez esse embaraço ocorresse pelo fato de estarem apresentando, e mesmo que fosse aos colegas, ocasiões como essa podem causar constrangimentos.

Item 3 – Explicação do experimento para os colegas: esse foi um item em que houve um cuidado redobrado, pois se tratava da explicação do experimento e da associação desses experimentos aos conceitos antes estudados.

A maioria dos grupos explicou muito bem e relacionaram corretamente os conceitos estudados aos experimentos apresentados. No entanto, uma pequena quantidade dos grupos teve certa dificuldade, tanto com a explicação como com a associação dos conceitos. Porém, não foi algo muito sério, sendo sanada qualquer dúvida pela professora pesquisadora.

Item 4 – Compreensão dos colegas: a compreensão dos colegas se deu pela observação e participação nesse momento. Perguntas, observações, analogias, exemplos, dúvidas, eram constantemente citados pelos alunos durante a realização e explicação dos experimentos.

A participação dos colegas e o interesse pelos experimentos apresentados demonstravam de que maneira estavam compreendendo e buscando internalizar seu aprendizado. E tudo isso sendo anotado em seus Diários de Bordo.

A título de recapitulação segue o quadro com um breve resumo dessa fase em seus dias de realização.

QUADRO 04: Organização da realização dos experimentos na Fase 1 - Etapa 2.

1º Dia	Exp. 3 – depois de divididos os grupos e a introdução de conceitos acerca da água, os primeiros grupos, das duas turmas participantes, apresentaram a atividade experimental <i>Densidade de massa (ovo flutuando na água com sal e na água sem sal)</i> , trabalhando os conceitos de Densidade e Empuxo. Optaram por trabalhar fora da
--------	---

	<p>sala, próximo ao bebedouro, alegando que o experimento poderia causar sujeira na sala, por utilizarem materiais como sal e água. Todos os alunos reuniram-se em torno de uma mesa longa, onde o grupo que realizou o experimento se organizou e explicou para os colegas. Por ser o primeiro dia de demonstrações, os alunos mostraram-se um pouco agitados, porém logo se organizaram, tendo em vista a necessidade de participar do momento e compreender a atividade trabalhada. Um aluno, ao observar o experimento fez a seguinte observação: “<i>É por isso que as pessoas boiam no Mar Morto? Lá tem muito sal na água</i>”, referindo-se a situação em que as pessoas flutuam na água devido às altas concentrações de sal. Fizeram questionamentos ao grupo e anotaram as considerações no Diário de Bordo. A organização e estruturação do trabalho nas duas turmas foram semelhantes.</p>
2º Dia	<p>Exp. 7 – o segundo dia de experimentação, também por opção dos alunos das turmas envolvidas, ocorreu em ambiente externo à sala de aula, devido ao fato de trabalhar com água. O experimento <i>Influência da diferença de pressão sobre a velocidade (balão cheio de água com furos – equação de Bernoulli ou “xixi de Torricelli”)</i> teve a necessidade de ser repetido por algumas vezes, devido ao fato de alguns imprevistos com o material (o balão de borracha rompeu duas vezes). Uma aluna citou como exemplo de pressão hidrostática a água que sai da mangueira: “a água sai da mangueira com força. Se tentar tampar com o dedo, a água empurra o dedo”.</p>
3º Dia	<p>Exp. 1 – no terceiro dia os alunos conseguiram desenvolver dois experimentos, talvez pelo fato de estarem mais bem organizados entre si. O primeiro experimento desenvolvido nesse dia foi <i>Variação de pressão (vela no prato com água “colorida”)</i>, tratando de conceitos sobre pressão atmosférica. Os alunos de ambas as turmas participantes optaram por realizar em ambiente extraclasse pelos seguintes motivos: necessitavam de espaço com ampla visualização, o experimento poderia causar sujeira por utilizar água e corante e por utilizar combustão preferiram um ambiente aberto. Embora os alunos observadores apresentassem grande interesse na realização do experimento, boa parte apresentou dúvidas. Os grupos que apresentaram montaram o experimento corretamente e com todos os materiais necessários, explicando de maneira clara e precisa, respondendo aos questionamentos dentro do possível, com auxílio das professoras, regente e pesquisadora.</p> <p>Exp. 4 – no mesmo dia que o experimento descrito anteriormente foi realizado, grupos de ambas as turmas também realizaram suas atividades experimentais, os quais intitularam <i>Massa de ar (balança de balões)</i>, pois dentro dos conceitos relacionados ao Ar, o experimento abordava a massa do ar. Inicialmente os</p>

	<p>participantes estavam em ambiente externo. No entanto uma das turmas optou por realizar o experimento em sala por motivos climáticos (chuva). O experimento foi bem montado e bem explicado. Acredita-se que pelo fato de ser um experimento que sua demonstração deixa sua compreensão bem clara, não houve questionamentos por parte das turmas participantes, que se limitaram apenas em fazer anotações sobre o desenvolvimento do experimento.</p>
4º Dia	<p>Exp. 2 – este experimento, por trabalhar com materiais como vidro e material em combustão, a pedido dos alunos de ambas as turmas foi realizado em ambiente externo a sala de aula. Intitulado <i>Variação da pressão (ovo que entra na garrafa)</i> foi um experimento onde os alunos apresentaram curiosidade e interesse do princípio ao fim. Prova disso foi sua montagem, que não foi executada somente pelo grupo que estava responsável, mas por boa parte dos alunos observadores, que também auxiliaram. Esse comportamento de organização e auxílio foi observado nas duas turmas. Após a realização da atividade, muitas foram às considerações e exemplos cotidianos, além das anotações e ilustrações no Diário de Bordo.</p>
	<p>Exp. 5 – esse experimento foi realizado em sala por uma das turmas participantes também por questões climáticas (chuva). O experimento sobre <i>Volume de ar (compressão e expansão do êmbolo de uma seringa)</i> tratou do volume de ar, onde foi observada a compressão e expansão do êmbolo de uma seringa, observando a compressibilidade e expansibilidade do ar. Embora fosse um experimento simples de realizar por conter somente a seringa como material, a explicação dos grupos de ambas as turmas apresentou alguns entraves. Os grupos tiveram dificuldades de explicar porque realmente aquilo acontecia. Com o auxílio das professoras, regentes e pesquisadora os alunos foram compreendendo aos poucos, até que um aluno arriscou uma fala, onde citou como exemplo de ar comprimido os compressores de ar, como aparelhos de inalação.</p>
5º Dia	<p>Exp. 6 – esse experimento, o último realizado pelas turmas participantes na Fase 1 da Etapa 2, com o título <i>Pressão interna (copo de vidro com papel dentro virado dentro de uma vasilha contendo água)</i>, abordou a maneira como o ar ocupa espaço. Como o experimento necessitava de água para sua realização, os alunos de ambas as turmas participantes optaram pela realização fora de sala de aula. Mais uma vez utilizaram o ambiente do bebedouro, pelo espaço e mesas que oferecem ampla visão a todos. Enquanto os grupos faziam suas explicações, os alunos faziam seus apontamentos e suas anotações.</p>
	<p>Considerações – ao findar essa fase, a professora pesquisadora reuniu-se com os</p>

	alunos participantes para alguns esclarecimentos e agradecimentos, já recolhendo os Diários de Bordo disponíveis e combinando com os demais alunos de recolher os demais na semana seguinte ao final dessa fase.
--	--

Fonte: Autoria própria, 2018.

Os experimentos foram organizados em uma ordem distinta da apresentação (tabela 2). Porém essa organização não influenciou nas apresentações.

Abaixo, seguem algumas anotações acerca da compreensão e participação dos alunos, relacionados aos experimentos da Fase 1, coletadas dos Diários de Bordo. Lembrando que foram tomadas as falas mais representativas.

Experimento 1: Variação de pressão (vela no prato com água “colorida”)

A17 – “Quando a vela é acesa e coberta pelo vidro, uma vez que ela se apagar suga a água para dentro do vidro, devido a pressão atmosférica”.

Experimento 2: Variação da pressão (ovo que entra na garrafa)

A15: “o ovo entrou no vidro por causa da pressão dos gases dentro da garrafa”.

Experimento 3: Densidade de massa (ovo boiando na água com sal e na água sem sal)

A7: “a água pura tem menos densidade, ela fica leve, e o ovo não boia, mas após colocar sal ele ficou flutuando, pois ocorre um peso na água como ocorre no Mar Morto”.

Experimento 4: Massa de ar (balança de balões)

A30: “o balão cheio é mais pesado que o vazio, porque tem ar dentro dele, e o ar tem massa”.

Experimento 5: Volume de ar (compressão e expansão do êmbolo de uma seringa)

A17: “O êmbolo da seringa não consegue permanecer parado no lugar, pois ao ser tampado a saída de ar existe uma força que puxa o êmbolo de volta”.

Experimento 6: Pressão interna (copo de vidro com papel dentro virado dentro de uma vasilha contendo água)

A25: “o Ar ocupa lugar no espaço – a água não entra no recipiente porque o ar presente no copo não permite”.

Experimento 7: Influência da diferença de pressão sobre a velocidade (balão cheio de água com furos – equação de Bernoulli ou “xixi de Torricelli”)

A23: “No experimento do balão com água observamos que quanto mais profundo maior a pressão da água”.

4.2.4. Aspectos gerais da Fase 1 - Etapa 2

A Fase 1 foi encerrada com atividades de reflexão em sala de aula, cuja descrição foi contemplada no item anterior, em conjunto com a descrição dos experimentos. As interpretações dos estudantes, descritas em seus Diários de Bordo e apresentadas, em parte, nos itens anteriores, permitiram analisar alguns pontos que serão apresentados a seguir.

Durante a execução dos experimentos, foi observado que alguns alunos têm mais habilidade para montar, desenvolver e entender qual o objetivo a ser atingido no experimento, enquanto outros montam o experimento, mas têm dificuldade para explicar e compartilhar o que o experimento oferece. Outros, ainda, têm dificuldade em montar, mas compreendem qual o objetivo.

Há aqueles que possuem dificuldade em ambos, montagem e desenvolvimento. Embora o professor pesquisador tenha assumido a montagem e execução dos experimentos da Fase 1, houve bastante interação com os estudantes, os quais participaram, voluntária e ativamente, durante a preparação do ambiente experimental.

Depois de montado, cada grupo explicava seu experimento, informando se foi ou não de fácil compreensão, tanto a montagem quanto a realização. Embora alguns descrevessem certa dificuldade, houve uma boa relação com o experimento realizado, além de desenvoltura para explicar e manusear seu experimento. Diante da escolha dos alunos em participar ativamente, as professoras (pesquisadora e regente) estiveram presentes para auxiliar na realização, mas sem influenciar o desenvolvimento e as explicações de cada grupo.

O objetivo dessa fase foi analisar como está constituído o cognitivo do aluno, como ele se relaciona com seu objeto de estudo, de que maneira ele busca explicações para sanar suas dúvidas. Em nenhum momento os alunos queixaram-se de que estava

difícil, ou que não conseguiram fazer o experimento, ou que não apresentariam o experimento. Ou seja, o aluno buscou resolver seu problema, explicou sua construção, aprendeu e mostrou como fez. Moreira (2013) afirma que

“(…) não existe livro significativo, nem aula significativa, nem problema significativo, (…), pois o significado está nas pessoas, não nos materiais. É o aluno que atribui significados aos materiais de aprendizagem e os significados atribuídos podem não ser aqueles aceitos no contexto da matéria de ensino” (MOREIRA, 2013).

Ao analisar o desenvolvimento das atividades, foi possível perceber que a partir do momento que o aluno internalizou o experimento e o tomou como subsídio para a construção do seu aprendizado, dando significado ao procedimento proposto, ele o fez de maneira significativa.

4.3. ETAPA 2 - FASE 2

O intervalo de 4 meses e 25 dias entre as Fases 1 e 2 foi organizado para estar sincronizado com as férias escolares e mais um período solicitado pelos professores das disciplinas para o início do ano letivo. No primeiro instante, houve receio pelo intervalo. Porém, diante da situação, a Fase 2 foi organizada para iniciar com a recapitulação dos principais conceitos. Para tanto, foram utilizados todos os instrumentos: questionário de entrada e Diários de Bordo, tanto dos alunos, quanto do professor pesquisador. Em específico, nessa fase os alunos revisaram os conceitos estudados e os experimentos já realizados para, então, proceder com as atividades da Fase 2.

A seguir, serão apresentados detalhes das atividades realizadas durante a Fase 2.

4.3.1. Fase 2 - Conceitos Teóricos

A Fase 2 da Etapa 2 contemplou os conceitos trabalhados durante os momentos de recapitulação dos conteúdos desenvolvidos na Fase 1.

Foram diálogos que visaram estabelecer um processo de continuidade no ensino e aprendizagem. Houve uma recapitulação dos conceitos trabalhados na fase 1 com o propósito de continuarem a ser explorados na fase 2 através da realização de novas atividades experimentais.

Nesse sentido, houve ênfase em manter os alunos conscientes que seria uma continuidade, do trabalho anterior, sem cobranças demasiadas que ultrapassassem os seus limites.

4.3.2. Análise do roteiro para os Experimentos da Fase 2

Para análise dessa fase elaborou-se um roteiro ampliado, distinto daquele elaborado para a Fase 1, pois os experimentos agora seguiam outro procedimento de realização. Os objetivos dos pesquisadores para essa fase foram:

1. Organização da turma (grupos)
2. Observação dos materiais disponíveis
3. Identificação dos materiais para o experimento
4. Desenvoltura (montagem do experimento)
5. Explicação e aplicação de conceitos físicos
6. Compreensão dos colegas

O roteiro para análise foi baseado no planejamento das ações dessa fase. Vejamos a seguir como foi avaliado esse momento a luz desse roteiro.

Item 1 – Organização da turma (grupos): nessa fase, houve formação de grupos pelos próprios alunos que se organizaram e distribuíram-se em *quatro* grupos de *seis* integrantes em cada turma (as duas turmas envolvidas totalizaram 48 participantes e cada turma possuía 24 alunos).

Com essa atitude, pode-se observar a maturidade dos alunos ao observar a necessidade de estar organizados em grupos para a melhor realização dos experimentos.

Item 2 – Observação dos materiais disponíveis: Uma vez que os materiais necessários para a constituição dos experimentos estavam à disposição dos alunos, os mesmos ficaram à vontade para desenvolver seus experimentos. Os materiais utilizados foram fornecidos pela professora pesquisadora e dispostos aleatoriamente. Os alunos estiveram livres para tomar suas decisões e fazer suas escolhas, com os professores orientando e supervisionando as ações.

Embora esse momento tenha oferecido liberdade aos participantes acerca da tomada de decisões sobre seus objetos de estudo, alguns sentiram receio em manusear

os materiais dispostos, mas com iniciativa da maioria, os demais se sentiram seguros para começar a manipular e montar o seu experimento.

Item 3 – Identificação dos materiais para o experimento: A partir da orientação dada pela professora pesquisadora, incluindo as propostas de problemas a serem solucionados por observações dos fenômenos, os alunos observaram os materiais e tomaram a decisão pelos mais adequados para a realização do experimento a seu encargo. Tais decisões foram tomadas com fundamentos nas atividades experimentais e conceitos já adquiridos na Fase 1 dessa pesquisa.

Atitudes específicas dos estudantes foram fundamentais para a análise desse momento. Eles não apenas observavam e identificava qual material seria o mais adequado para a montagem de um experimento, mas já buscavam associar com os demais materiais disponíveis. Se fosse possível desenvolver algo combinando determinados materiais, tudo certo. Caso contrário, descartavam a possível combinação, partindo para outra, com materiais distintos dos anteriores.

Item 4 – Desenvoltura (montagem do experimento): depois de escolhidos e combinados os materiais possíveis para se montar o experimento, os alunos começaram a se montar.

Dos oito grupos nessa fase, pode-se observar que seis conseguiram montar com êxito um experimento. Os outros dois tiveram dificuldades, não somente nesse item, mas nos anteriores também.

O mais importante é analisar que houve tentativas, boas ou más sucedidas, mas cada grupo tentou montar um experimento. Não se pode esquecer que até chegarem ao experimento final, os grupos passaram por tentativas, onde erros e acertos estiveram presentes. No entanto, a professora pesquisadora esteve presente para não deixar que o desânimo tomasse conta.

Item 5 – Explicação e aplicação de conceitos físicos: uma vez montado o experimento com sucesso e observado que era possível sua realização, veio o momento da explicação.

Os experimentos da fase anterior serviram como subsídios para a realização destes. Os conceitos já observados, analisados e estudados foram ferramentas

importantes na construção e explicação do experimento. E isso se observou no momento da montagem, pois muitos diziam “não é possível aplicar ‘nada’ aqui”, referindo-se aos experimentos que não deram certo.

Uma vez que era possível a aplicação de conceitos já estudados na fase anteriores desses experimentos, agora desenvolvidos pelos alunos, foram sendo construídas as explicações. Devido ao fato de já estarem familiarizados com o ato de explicar aos colegas, essa ação foi mais tranquila que na Fase 1.

Item 6 – Compreensão dos colegas: de modo análogo a Fase 1, a compreensão dos colegas se deu pela observação e participação, acompanhada de questionamentos, observações, analogias, exemplos, dúvidas.

E essa participação e interesse pelos experimentos apresentados demonstra que a Fase 1 foi importante para que os estudantes analisassem a importância da atividade experimental no processo de construção do aprendizado. A Fase 2 teve uma participação maciça dos alunos, que buscaram compreender os experimentos não só associando-os com os conceitos trabalhados, mas com situações corriqueiras que vivenciam diariamente. E todas as considerações, mais uma vez, anotadas em seus Diários de Bordo.

Sendo assim, a título de recapitulação, um quadro resumo sobre os experimentos realizados na Fase 2 da Etapa 2.

QUADRO 05: Organização da realização dos experimentos na Fase 2 - Etapa 2

1º. Dia	No primeiro dia de experimentação, um grupo se habilitou a manusear primeiramente os materiais disponíveis, incentivando os demais colegas. Esse grupo, formado por alunos com maior desenvoltura e que apresentaram melhor assimilação dos conceitos trabalhados anteriormente, desenvolveu o primeiro experimento: <i>Densidade de massa - garrafa de plástico que boia e/ou afunda.</i>
	Ainda no primeiro dia, um segundo grupo se habilitou a realizar um experimento, também, estimulado pelo primeiro grupo. Dessa vez, seguindo a ideia do grupo anterior, manuseando e observando os materiais disponíveis, trabalharam com o conceito de Densidade e Empuxo, realizando o segundo experimento: <i>Variação de massa - submarino de garrafa de plástico.</i>
2º. Dia	No segundo dia, na primeira turma, o terceiro grupo, formado por alunos com compreensão dos conceitos, mas com dificuldades em manusear os materiais

	<p>fornecidos, tomou a frente da montagem, mesmo com o receio de “errar” (expressão dita por um aluno ao professor pesquisador, quando o grupo foi questionado sobre o porquê os integrantes não se aproximavam da mesa com os materiais). Vencendo esse obstáculo, realizaram o terceiro experimento, que tratou da pressão atmosférica: <i>Diferença de pressão entre dois ambientes - copo com água que prende a folha de papel.</i></p>
	<p>Na segunda turma a formação do grupo foi semelhante em relação aos participantes que apresentaram certa dificuldade com os conceitos, porém demonstraram maior segurança ao manusear e montar os experimentos. Mesmo assim, colegas do primeiro e segundo grupo auxiliaram os colegas na montagem.</p>
3º. Dia	<p>No terceiro dia, o quarto grupo foi responsável pela realização das atividades experimentais. No entanto, esse grupo era formado por alunos que apresentaram certa dificuldade na assimilação dos conceitos trabalhados. Porém, mesmo encontrando limitações na realização dos experimentos o fizeram, sendo auxiliados pelos demais colegas que já haviam desenvolvidos experimentos anteriores. Os integrantes montaram e explicou o quarto experimento, que tratava da pressão hidrostática: <i>Influência da diferença de pressão sobre a velocidade e alcance - Garrafa de plástico furada com água dentro.</i></p>
	<p>Ainda no terceiro dia, o quinto e último experimento foi realizado não por um grupo todo, mas somente por alguns participantes dos grupos. Na primeira turma quatro alunos montaram e demonstraram o experimento, enquanto na segunda turma apenas dois habilitaram-se em montar e demonstrar. Embora na segunda turma poucos participantes mostraram-se interessados em apresentar a atividade experimental, esses a fizeram com mais desenvoltura e segurança que os participantes da primeira turma. O último experimento tratou conceitos ligados ao volume do ar: <i>volume de ar - compressão e expansão do êmbolo de uma seringa.</i></p>

Fonte: Autoria própria, 2018.

A seguir, serão apresentados os experimentos sobre a Fase 2 e alguns comentários dos alunos em seus Diários de Bordo.

Experimento 1: Densidade de massa (garrafa de plástico que boia e/ou afunda)

A30 – “nesse experimento vi que a garrafa vazia boia porque é mais leve que a água, e o empuxo a jogam para cima. Quando está cheia de água ela afunda, porque fica mais pesada, pois sua massa agora é outra”.

Experimento 2: Variação de massa (submarino de garrafa de plástico)

A31 – “uma garrafa com uma mangueira que tem um balão na ponta é mergulhada na bacia de água. Depois, esse balão é cheio, e a água que estava dentro da garrafa sai, porque o ar ocupa espaço, ela fica menos densa e o empuxo ela empurra para cima”.

Experimento 3 – Efeitos da pressão atmosférica (copo com água que prende a folha de papel)

A13 – “enche o copo com água até a borda e cobre com a folha de papel. Apoie uma das mãos sobre o copo e vire-o. A folha não cai”. (ESSE ALUNO ILUSTROU O EXPERIMENTO).

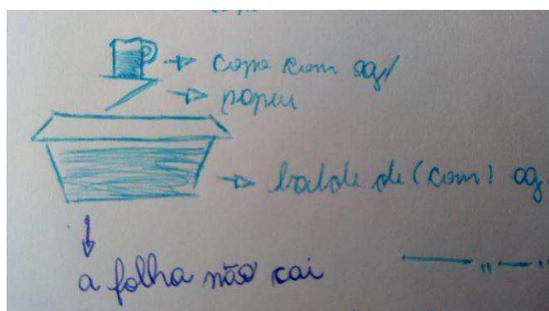


Figura 15 – Ilustração do experimento pelo aluno A13
Fonte: Autoria própria, 2018.

Experimento 4: Influência da diferença de pressão sobre a velocidade e alcance (Garrafa de plástico furada com água dentro)

A11 – “a pressão da água faz que no último furo a água saia com mais força”.

Experimento 5: Volume de ar (compressão e expansão do êmbolo de uma seringa)

A11 – “compressibilidade do Ar e incompressibilidade da água - o ar é compressível, pois tampando o orifício menor da seringa com o dedo e empurrando o êmbolo ele vai, mas volta um pouco. Com a água o êmbolo não sai do lugar, porque a água é incompressível”.

Os procedimentos adotados na Fase 2 auxiliaram no processo de ensino e aprendizagem, principalmente pela recapitulação dos conceitos apresentados na Fase 1 antes das aulas experimentais da Fase 2. A identificação dos materiais para execução dos experimentos permitiu maior liberdade nas ações dos alunos e, com isso, vários

estudantes fizeram conexão entre o conceito teórico e a montagem, observação e análise dos experimentos.

A seguir, serão apresentados os principais comentários sobre a Fase 2, incluindo as percepções sobre a postura dos alunos diante do método da aprendizagem por descoberta.

4.3.3. Aspectos gerais da Fase 2 - Etapa 2

Uma vez que todas as atividades da Fase 2 foram executadas, foi iniciada a análise geral dessa fase. É inevitável a interferência de todas as demais ações (Etapa 1 e Fase 1 da Etapa 2) no exame da Fase 2, uma vez que há uma relação entre todos os momentos da pesquisa.

A recapitulação dos conceitos aplicados na Fase 1 foi importante para a execução dos experimentos, uma vez que seriam utilizados para identificação dos materiais, montagem, observação e análise dos experimentos.

Durante as atividades experimentais, sob a orientação do professor pesquisador, os estudantes se sentiram livres para manusear os materiais. Essa vivência auxiliou na percepção de como é possível aprender através da experimentação.

As descrições dos alunos no Diário de Bordo, algumas apresentadas no item anterior, confirmam que os estudantes participaram ativamente no processo de ensino e aprendizagem, com a percepção, inclusive, da importância em utilizar conceitos para explicar os fenômenos observados. Como afirmam Darroz e colaboradores (2015), o que se espera do ensino de Física é que o estudante seja capaz de compreender o mundo no qual está inserido, não como um mero espectador, mas como um agente transformador.

Além da questão do manusear o objeto de aprendizado, outra questão foi a compreensão correta dos conceitos trabalhados. Alguns autores abordam a questão das metáforas no ensino e aprendizagem de Ciências, o que Bachelard (1996) caracteriza como obstáculos epistemológicos. No livro “A Formação do Espírito Científico”, Bachelard descreve os riscos dessas metáforas e analogias enquanto obstáculos para a formação do aprendizado científico. Andrade e colaboradores (2000) informam que:

“O trabalho de Bachelard neste livro sobre a formação do espírito científico contribuiu imensamente para a compreensão de como a forma da linguagem pode dificultar o trabalho do

cientista e constituir um obstáculo epistemológico ao pensamento científico” (ANDRADE, *et.al* 2000).

A proposta de incentivar os alunos a participar ativamente, desde a identificação dos materiais até a análise das observações, permitiu que os estudantes fossem sujeitos ativos do próprio aprendizado. Para Bachelard (1996), porém, “O conhecimento do real é luz que sempre projeta algumas sombras”. Dentre os procedimentos aplicados, observou-se uma situação a ser explorada com afinco e outra a ser evitada, que é respectivamente, estimular o aluno a ser um sujeito ativo de seu aprendizado e evitar que ele seja considerado como alguém que não possui qualquer conhecimento.

Na primeira situação foi percebida a importância em deixar o aluno ser o construtor do seu conhecimento, explorar as situações que lhe são oferecidas, com orientação adequada no processo de aprendizagem, em suas descobertas, direcionando-o no caminho correto, identificando os momentos adequados para atuar na indicação dos possíveis caminhos; a decisão última era do aluno.

Quanto à segunda situação, faz-se necessário evitar a consideração de que o aluno ainda não está preparado para compreender determinados assuntos. Afirma Jerome Bruner¹⁴ (1969, apud Moreira, 1999, p.81) que “é possível ensinar qualquer assunto, de uma maneira honesta, a qualquer criança em qualquer estágio de desenvolvimento”. No processo de ensino e aprendizagem, é importante estabelecer a confiança entre os sujeitos envolvidos antes do desenvolvimento mais aprofundado de conceitos ou da apresentação de novos conceitos.

Porém, o processo é lento e gradativo. Observar sua idade biológica e psicológica, bem como sua maturidade histórica é fundamental, pois será um desafio tratar com um aluno muito jovem, por exemplo, de cálculos avançados relacionados a conceitos da Física, pois o mesmo ainda não recebeu base para compreensão e realização de certas atividades. Caso ele aproveite os potenciais que possui e siga com perseverança nesse caminho, não cabe aos professores contê-lo em seus anseios.

Com o intuito de constatar as principais impressões dos estudantes que participaram desse projeto, foi proposto um questionário de saída como um dos instrumentos de diagnóstico das aulas oferecidas. A observação direta e os Diários de Bordo, tanto do professor pesquisador, quanto dos alunos, assim como os questionários,

¹⁴ BRUNER, J.S. *Uma nova teoria da aprendizagem*. Rio Bloch, 1969 (1ª edição).

foram outros instrumentos utilizados nessa pesquisa. A seguir, serão apresentadas as principais considerações sobre o questionário de saída.

4.3.4. Questionário de saída

Questionários podem ser utilizados como instrumentos de avaliação qualitativa do processo de ensino e aprendizagem. Nessa pesquisa, em particular, foram utilizados dois questionários: de entrada e de saída. O questionário de entrada, apresentado e analisado anteriormente, foi realizado com o intuito de complementar informação sobre o conhecimento prévio que os alunos traziam de suas experiências.

Neste item, serão apresentados os principais comentários sobre a análise do questionário de saída, cujo objetivo foi avaliar qualitativamente as respostas dos estudantes aos procedimentos didáticos adotados durante a execução do projeto.

Objetivou também analisar as observações e conclusões dos alunos acerca do trabalho com os experimentos em suas duas fases: primeiro de observação e assimilação de conceitos e segundo a montagem a partir dos materiais fornecidos pelo professor pesquisador e a aplicação dos conceitos adquiridos. Foi composto de quatro questões, sendo a primeira, terceira e quarta questões de múltipla escolha, enquanto a segunda questão foi mista, sendo parte múltipla escolha e parte dissertativa.

A primeira questão abordou a Fase 1 da Etapa 2 e foi questionado sobre a participação de cada estudante na realização dos experimentos, onde, separados em grupos, os alunos receberam os materiais para montagem específica do experimento sob sua responsabilidade, explicaram e descreveram suas observações, utilizando os conceitos trabalhados.

A tabela 7 apresenta a relação de alunos e suas respectivas opções de respostas.

TABELA 07 – Questão 1: Sobre o primeiro momento de realização dos experimentos, quanto a sua apresentação, marque a alternativa que você mais se identifica.

Montagem e desenvolvimento do experimento	Quantidade	Alunos
A – Montei o experimento com facilidade e tive facilidade em explicar e entender.	20 alunos (42%)	A2, A3, A7, A9, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A23, A26, A30, A32, A33, A34, A36, A37, A42, A47
B – Montei o experimento	16 alunos (33%)	A1, A4, A5, A6, A11, A20,

com facilidade, mas tive dificuldade em explicar e entender.		A22, A24, A27, A28, A29, A31, A39, A44, A46, A48
C – Montei o experimento com dificuldade, mas tive facilidade em explicar e entender.	2 alunos (4%)	A8, A18
D – Montei o experimento com dificuldade, e foi difícil explicar e entender.	3 alunos (6%)	A10, A21, A35
E – Não participei desse momento.	7 alunos (15%)	A19, A25, A38, A40, A41, A43, A45

Fonte: Autoria própria, 2018.

Analisando os dados da tabela 07 observa-se que 42% dos alunos afirmaram que a montagem da atividade, a explicação e o entendimento do experimento foram atividades fáceis. Esse entendimento está relacionado ao experimento apresentado pelo grupo que o aluno questionado fazia parte, pois foi importante analisar se houve aprendizado significativo para o aluno ou se somente o aluno foi mero reprodutor da atividade proposta.

Ainda, nessa análise, 33% afirmaram ter montado com facilidade o experimento proposto, porém encontraram dificuldades para explicar e compreender a atividade. Nesse caso, observa-se que se o aluno não compreendeu e não soube explicar seu experimento aos colegas, mas evitou fazer mera reprodução de interpretações, seja do livro didático, seja por outra fonte. A reprodução, sem reflexão, poderia se tornar sem efeito, tratando-se, segundo Moreira (2013), de uma aprendizagem mecânica, na qual não ocorre o aprendizado, de fato, mas pode ocorrer a memorização dos conceitos.

Ao analisar o Diário de Bordo dos alunos, um deles apresentou a seguinte expressão:

“experimento legal, mas muito difícil de fazer”.

Interpretando esse material, observou-se também que o aluno extraiu conceitos e compreendeu qual o objetivo do experimento. No entanto, apresentou dificuldades em sua montagem, o que foi observado durante as apresentações. Justamente por essa observação que o item C, questão 1, (tab. 7) foi elaborado, pois embora não houvesse

mais observações semelhantes analisadas, julgou-se necessário verificar a frequência com que ocorreu esse fato.

Somente três alunos mostraram dificuldades, tanto no processo de montagem, como compreensão e demonstração, resultado esse evidenciado no item D, questão 1, (tab. 7). Sete alunos não participaram desse momento do experimento.

A questão 2 abordou o desenvolvimento de cada um conforme a realização do trabalho, tanto no experimento que realizou, como na observação dos experimentos realizados pelos colegas, classificando como fácil, médio ou difícil (tabela 8).

TABELA 8 – Questão 2: Sobre seu desenvolvimento acerca dos experimentos, preencha o quadro abaixo:

Experimento	Conceito estudado	Entendimento			
		Fácil	Médio	Difícil	Não participei
<i>Exp. 1 – Variação de pressão (vela no prato com água “colorida”)</i>	Pressão atmosférica	19	18	4	7
<i>Exp. 2 – Variação da pressão (ovo que entra na garrafa)</i>	Pressão atmosférica	21	12	8	7
<i>Exp. 3 – Densidade de massa (ovo boiando na água com sal e na água sem sal)</i>	Densidade e empuxo	24	14	3	7
<i>Exp. 4 – Massa de ar (balança de balões)</i>	O ar tem massa	27	11	3	7
<i>Exp. 5 – Volume de ar (compressão e expansão do êmbolo de uma seringa)</i>	Compressibilidade, e Expansibilidade.	22	12	7	7
<i>Exp. 6 – Pressão interna (copo de vidro com papel dentro virado dentro de uma vasilha contendo água)</i>	O ar ocupa espaço	20	15	6	7
<i>Exp. 7 – Influência da diferença de pressão</i>	Pressão hidrostática	19	18	4	7

*sobre a velocidade
(balão cheio de água
com furos – equação
de Bernoulli ou “xixi
de Torricelli”)*

Fonte: Autoria própria, 2018.

A questão 2 abordou a montagem, o desenvolvimento e a compreensão do conceito, no qual o aluno estabeleceu seu aprendizado nos níveis fácil, médio e difícil. O nível fácil foi associado à compreensão da montagem, do desenvolvimento e do conceito. O nível médio foi relacionado ao experimento em que a compreensão da montagem, do desenvolvimento ou do conceito foi parcial. Já o nível difícil é referente à pouca compreensão da montagem, do desenvolvimento e do conceito.

Pode-se observar que a resposta de sete estudantes foi relacionada à não participação nos experimentos. Isso ocorreu porque, apesar da quantidade de alunos ser a mesma (48) nas duas fases (Fase 1 e Fase 2), sete estudantes saíram da escola, transferidos, e outros sete chegaram, integrando o projeto.

Esse fato não comprometeu as análises. Assim, na Fase 1, *sete* participantes afirmaram no questionário que não participaram. Isso foi devido à transição de entre os anos de realização do trabalho com os alunos, que teve início em 2016 e culminância em 2017, onde uma quantidade de alunos transferiu-se de escola ou de turno e alunos novos ocuparam seus lugares.

Ainda sobre a questão 2, as respostas dos estudantes mostram que os alunos podem apresentar compreensão maior ou menor do assunto quando o mesmo conceito for trabalhado em experimentos distintos. Esse resultado pode indicar o quanto os estudantes estão habituados à aprendizagem mecânica, a ponto de não identificar as mesmas leis agindo em experimentos distintos.

Cada atividade experimental abordou um conceito específico descrito na tabela 8. No entanto, dentro de uma atividade experimental é possível analisar uma infinidade de conceitos. Porém, a título informativo, somente um conceito foi explicitado. Outra característica a ser esclarecida é que a questão 2 abordou a compreensão das atividades experimentais não somente executada pelo grupo, mas quando foram apresentadas a todos pelos demais grupos.

Caso algum aluno expressasse incompreensão, nova atividade era realizada, mantendo os mesmos critérios, mas com mais atenção dos professores a estímulos para

que os próprios estudantes fizessem a observação adequada e a interpretação fundamentada nos conceitos trabalhados, construindo, assim, seu conhecimento.

Vale lembrar que todos os experimentos tiveram, depois da explicação dos alunos, a explicação do professor pesquisador. No entanto, foram consideradas as anotações que os alunos fizeram durante a realização dos experimentos, e não após os esclarecimentos do professor, o que torna as descrições autênticas do ponto de vista da construção do aprendizado.

As ilustrações dos experimentos, com detalhes sobre os materiais utilizados e anotações sobre outros conceitos presentes, como temperatura, oxigênio na formação da combustão, mostram que há desenvolvimento da compreensão acerca das atividades estudadas.

As respostas apresentadas na tabela 8 e os Diários de Bordo permitiram a análise de cada um dos experimentos da Fase 1, apresentada a seguir.

- **Experimento 1: Variação de pressão (vela no prato com água “colorida”)**

- **Conceito: Pressão atmosférica**

Observa-se que, para esse experimento, houve pouca diferença entre a quantidade de respostas para fácil compreensão (19 alunos) e para média compreensão (18 alunos). Uma minoria (4 alunos) mostrou difícil compreensão desse experimento. Além das respostas, anotações contidas nos diários de bordo mostraram que houve aprendizado efetivo com esse experimento. A título de exemplo foi uma anotação que dizia: “eu acho que quando a vela apaga a pressão do lado de fora do vidro empurra a água para dentro” (aluno A24). Outra fala já dizia: “a pressão de dentro do vidro puxa a água para dentro” (aluno A13). São expressões singelas, porém é importante afirmar que são alunos principiantes em linguagem científica. Sob o ponto de vista conceitual, o desenvolvimento desses alunos poderá lhes proporcionar uma linguagem mais erudita.

- **Experimento 2: Variação da pressão (ovo que entra na garrafa)**

- **Conceito: Pressão atmosférica**

Nesse experimento a diferença entre o fácil entendimento (21 alunos) e o médio experimento (12 alunos) foi maior. No entanto, 8 alunos responderam que o experimento foi de difícil compreensão. Embora este experimento e o anterior tratem dos mesmos conceitos, os experimentos eram totalmente distintos. Para a maioria dos

alunos, esse experimento foi totalmente novo. Isso porque o experimento anterior já havia sido visto por alguns alunos e até mesmo executado em outra situação (relato dos alunos). Os alunos relataram, em seus Diários de Bordo, relações que fizeram com situações cotidianas. Uma aluna escreveu: “se tampamos uma vasilha com algo quente dentro fica difícil abrir depois, devido à pressão”. Outro escreveu: “coisas quentes puxam para dentro da vasilha coisas que estão fora”. Embora essas falas não estejam escritas com cunho científico, as mesmas relatam de qual forma os alunos compreenderam o experimento e como descreveram sua compreensão.

- **Experimento 3 – Densidade de massa (ovo boiando na água com sal e na água sem sal)**

- **Conceito: Densidade e empuxo**

Nesse experimento, 24 alunos julgaram o experimento fácil, 14 alunos julgaram o experimento de média compreensão e 3 alunos a julgaram difícil. Esses resultados levam à observação que o experimento foi bem compreendido. Uma das respostas contidas em um diário de bordo foi uma comparação do experimento com um fenômeno natural: “o ovo boia na água com sal da mesma forma que as pessoas boiam no Mar Morto”. O aluno fez referência ao fenômeno da fácil flutuação dos corpos que acontece no Mar Morto, em Israel, onde as altas concentrações de sal existentes tornam a densidade da água maior que de alguns corpos.

- **Experimento 4: Massa de ar (balança de balões)**

- **Conceito: massa (de ar)**

Os estudantes mostraram boa compreensão sobre esse experimento, de acordo com valores apresentados: 27 alunos o consideraram fácil, 11 alunos o consideraram mediano e 3 o consideraram difícil. Embora os resultados falem a favor do experimento, não foi encontrado no diário de bordo anotações diferenciadas que pudessem mostrar alguma nova dedução ou mesmo exemplos do cotidiano do aluno. As anotações dos alunos foram somente sobre a compreensão do experimento: “O balão cheio é mais pesado, logo tem mais massa”. (aluno A30); “O ar tem massa, ele fica mais pesado, ou seja, o balão cheio pesa mais porque o ar tem massa” (aluno A47).

- **Experimento 5: Volume de ar (compressão e expansão do êmbolo de uma seringa)**

- **Conceito: Compressibilidade e Expansibilidade**

Esse experimento foi considerado pelos alunos como de certa dificuldade de compreensão, sendo feito com os alunos. Porém não mostrou resultados ruins: 22 alunos julgaram como de fácil compreensão, 12 alunos julgaram de média compreensão e 7 alunos o julgaram de difícil compreensão. Mesmo assim, além das descrições sobre a atividade experimental, os alunos exemplificaram com as situações cotidianas, que foram pesquisadas e propostas pelo grupo que realizou o experimento: “o êmbolo sem movimentou quando tapou o orifício de entrada e saída de ar devido a compressibilidade e expansibilidade do ar” (aluno A30); “o ar pode ser comprimido nos compressores de fazer pintura e encher pneus” (aluno A15).

- **Experimento 6: Pressão interna (copo de água virado contendo papel em uma vasilha contendo água)**

- **Conceito: O ar ocupa espaço**

Para esse experimento, 20 alunos consideraram fácil, 15 alunos o consideraram médio e 6 alunos o consideraram de nível difícil. A compreensão desse experimento mostrou-se efetiva através de exemplos interessantes relatados oralmente pelos alunos e, depois, transcritos para o diário de bordo: “o papel amassado dentro do copo, mesmo mergulhado dentro da bacia com água não ficou molhado, e isso aconteceu por que o ar ocupa espaço. Parece um filme que assisti, onde pessoas dentro da água viram um barco para baixo, entram embaixo e no espaço sem água as pessoas conseguem respirar para não morrer afogadas”. O aluno, antes de descrever o resumo do filme em seu material de anotação, relatou esse exemplo à turma assim que o experimento foi realizado, mesmo antes de se efetivar a explicação do fenômeno.

- **Experimento 7: Influência da diferença de pressão sobre a velocidade (balão cheio de água com furos – equação de Bernoulli ou “xixi de Torricelli”)**

- **Conceito: Pressão hidrostática**

Em relação a esse experimento, 19 alunos compreenderam com facilidade, enquanto 18 alunos obtiveram mediana compreensão e 4 alunos o consideraram difícil. Esse experimento foi realizado por vezes repetido, pela dificuldade em compreendê-lo.

A terceira questão tratou da relação dos alunos com os novos experimentos, executados durante a Fase 2, em que os alunos montaram os experimentos a partir de materiais fornecidos pelo professor pesquisador (dispostos aleatoriamente e em conjunto sobre uma mesa, sem qualquer identificação da relação experimento/conceito), utilizando os conceitos trabalhados e adquiridos no ano anterior. A tabela 9 apresenta a relação de estudantes e suas respectivas respostas.

TABELA 9 – Questão 3: Sobre o segundo momento de realização dos experimentos, marque a alternativa que você mais se identifica.

Montagem e desenvolvimento do experimento	Quantidade	Alunos
A – Montei o experimento com facilidade e tive facilidade em explicar e entender.	22	A2, A3, A4, A7, A9, A11, A13, A15, A16, A17, A18, A20, A24, A25, A26, A29, A36, A37, A39, A42, A44, A47
B – Montei o experimento com facilidade, mas tive dificuldade em explicar e entender.	15	A1, A5, A6, A8, A12, A21, A22, A23, A27, A31, A35, A38, A40, A46, A48
C – Montei o experimento com dificuldade, mas tive facilidade em explicar e entender.	8	A10, A14, A19, A28, A32, A33, A34, A45
D – Montei o experimento com dificuldade, e foi difícil explicar e entender.	3	A30, A41, A43
E – Não participei desse momento.	0	-----

Fonte: Autoria própria, 2018.

O item A mostrou que a boa parte dos participantes (22 alunos) montou e compreendeu o experimento com facilidade. Observou-se que, mesmo surpresos, os alunos buscaram participar desse momento. A facilidade dos grupos pode estar

relacionada ao desenvolvimento ao longo da Fase 1 e da recapitulação na Fase 2. A identificação dos materiais para utilizar nos experimentos levou um dos alunos a afirmar “experimentos com as ‘mesmas coisas’ que usamos antes”, onde o aluno faz alusão aos materiais utilizados na fase anterior.

O item B, com 15 respostas, mostrou que embora a montagem do experimento não fosse de grande complexidade, a explicação e compreensão, não foi tão trivial. Uma aluna mencionou durante a realização da atividade o seguinte:

“Montar não é difícil. ‘Tá’ tudo aí! Quero ver explicar”.

Embora essa aluna tenha participado da primeira fase, explicar tornou-se um desafio, uma vez que a mesma, embora soubesse o que fazer com o experimento, disse não conseguir associar qual conceito poderia ser aplicado. Essa aluna demonstrou a sensação de outros colegas que não se expressaram da mesma forma.

Ainda sobre esse momento, outras falas demonstraram vontade, mas insegurança.

“É fácil! Para quem participou na fase 1 e teve atenção as explicações”.

“Acho que não consigo. Mas ‘dá’ para tentar”.

O importante é que embora houvesse esse sentimento de não conseguir, errar, medo e/ou receio, grande parte passou por essa fase participando e associando aos experimentos os conceitos já estudados.

O item C, com menos respostas (8 alunos) mostrou que a montagem foi complexa, mas após a montagem a compreensão não foi tão complexa. Em observação à atitude dos alunos, pode-se analisar que isso se deve ao fato de alguns participantes não se sentirem seguros para manusear os materiais até chegar ao experimento final, mesmo que esses materiais já fossem de conhecimento da grande maioria e que alguns dos participantes tenha participado da Fase 1. Sendo assim, os participantes com dificuldade na montagem ou fizeram com receio ou esperaram a montagem final, ouvindo apenas a explicação dos demais colegas.

O item D mostrou uma pequena quantidade de alunos que apresentaram dificuldades na montagem e compreensão (3 alunos). Um dos alunos, que não participou da Fase 1, relatou:

“não consigo montar nem entender porque não participei de nada antes”.

Na Fase 2, todos os alunos presentes participaram desse momento. Porém pode-se observar que uma parte dos participantes, que apresentaram dificuldades nos procedimentos, não haviam participado da Fase 1. No entanto, buscaram compreender o processo participando dessa fase dentro das suas possibilidades, questionando e anotando suas compreensões e dúvidas em seu Diário de Bordo. Alguns alunos novos procuraram o professor pesquisador após as atividades para melhor compreensão do processo.

A quarta e última questão tratou da relação dos alunos com a situação de montar o seu experimento. O objetivo foi analisar como foi, para o aluno, manusear os materiais, relacioná-los com o experimento a ser desenvolvido, identificar o conceito a ser aplicado, o fenômeno observado. Nessa etapa, o aluno esteve mais integrado à atividade, pois ele próprio foi responsável por montar e desenvolver o experimento a ser realizado, sempre sob a orientação dos professores. O professor pesquisador apenas forneceu os materiais, tendo participação mínima na identificação das peças para montagem de cada experimento, auxiliando em alguma montagem complexa ou algumas expressões na explicação do aluno, conduzindo o ensino e aprendizagem a partir dos subsídios fornecidos pelos próprios estudantes.

A tabela 8, a seguir, apresenta indicativos do sentimento dos estudantes em cada etapa do desenvolvimento da atividade experimental.

TABELA 10 – Questão 4: No segundo momento você recebeu materiais para montar o experimento e conceitua-lo de acordo com a Física.

	Quantidade de alunos	
	SIM	NÃO
A – Você se sentiu a vontade para manusear os materiais?	30	18
B – Você conseguiu desenvolver com facilidade algum experimento?	36	12

C – Você conseguiu entender algum experimento desenvolvido pelos colegas?	43	5	
D – Você considerou esse momento significativo para seu aprendizado?	44	4	
	Somente aprendizagem	Somente diversão	Uma união de aprendizagem e diversão
E – Como você enxergou esse momento?	32	2	14

Fonte: Autoria própria, 2018.

O item A questionou sobre o aluno estar ou não à vontade para manusear os materiais. Uma quantidade significativa (18 participantes) não conseguiu inicialmente aproximar-se da mesa onde os experimentos estavam expostos, talvez por vergonha, medo ou insegurança. Essa barreira foi sendo rompida aos poucos com o auxílio do professor pesquisador, demonstrando que a aprendizagem pode ocorrer pela descoberta, redescoberta, manuseio, e pela proximidade máxima com os conceitos a serem estudados.

Dos participantes, 38 estiveram à vontade para o manuseio dos materiais, provavelmente por já terem desenvoltura nas etapas anteriores.

No item B, pode-se observar que, uma vez tendo barreiras rompidas, desenvolver o experimento foi mais amigável aos participantes (36 deles), pois eles já conheciam o processo. Porém, dessa vez seriam os próprios alunos os construtores de seus experimentos. Mesmo assim, ainda houve aqueles que encontraram dificuldades na construção (12 participantes). Um aluno disse a professora:

“e se der errado?”

Porém, um colega do mesmo grupo disse:

“faz de novo!”

Embora ainda persista o medo, alguns alunos compreendem que errar faz parte do processo de aprendizagem, e que o erro é natural do ser humano. Contudo, sua

correção é um passo importante no processo de construção do seu aprendizado. Assim, motivação e entusiasmo, tanto por parte da professora quanto por parte dos colegas é importante para o fim dessa insegurança. Como afirmaram Nascimento e Barbosa-Lima (2006):

“Métodos e técnicas são fundamentais para o professor que vai ensinar ciências (...) nas séries iniciais. Afinal, estamos trabalhando com crianças e para prender a atenção delas é necessário apresentarmos algo interessante” (NASCIMENTO E BARBOSA-LIMA, 2006, p.30).

O item C demonstrou a boa compreensão dos participantes (43 deles) sobre os experimentos executados pelos colegas, cujos procedimentos, resultados e conclusões foram explicados por eles. Observou-se que, além de assimilar o objetivo do experimento, enquanto observavam as explicações dos colegas os próprios alunos conseguiam abstrair os conceitos presentes, associando-os aos experimentos do ano anterior e exemplificando com situações cotidianas.

Apenas 5 participantes tiveram dificuldades neste item, e as causas possíveis podem ser:

- Dispersão: pois se tratando de uma atividade fora da sala de aula, esses alunos estiveram envolvidos com eventos aleatórios ao processo.
- Dificuldade de assimilação: mesmo participando do processo e tentando sanar dúvidas com questionamentos, por algum motivo a assimilação dos conceitos trabalhados foi de difícil compreensão.
- Medo/Receio de questionar: mesmo passando uma sensação de segurança e fazendo o possível para deixar os alunos mais a vontade com o trabalho desenvolvido, alguns ainda apresentam receio em questionar. Talvez isso esteja associado ao fato de os colegas o apontarem, fazendo brincadeiras e comentários de mau gosto, causando possíveis constrangimentos.

Isso é reforçado pelo item D, que questiona quão significativo esse momento foi para a construção do aprendizado do aluno. A maioria (44 participantes) considerou significativo esse momento. Como prova, em alguns Diários de Bordo ilustrações com rostinhos felizes em alguns experimentos indicavam simpatia pela atividade descrita ou, ainda, observações como:

“Legal”, “Interessante”, “Gostei”.

Esses comentários nos dão uma ideia de que o momento trouxe contribuições para o aprendizado dos envolvidos.

O último item (item E) está relacionado à participação dos alunos em todas as atividades. Vemos que 32 participantes consideraram “somente aprendizagem”.

Outros 2 participantes afirmam ser “somente diversão”; e, foi considerado por 14 participantes como “uma união de aprendizagem com diversão”.

No início era uma preocupação nossa de que os alunos considerassem esse momento como de mera diversão. No entanto, os próprios alunos demonstraram, no decorrer da pesquisa, que esse trabalho estava sendo relevante na construção de seu aprendizado e que não se tratava de uma brincadeira.

Esse fato culminou com as respostas apresentadas no último item (E). A maioria considerou como um momento de somente aprendizagem (32), enquanto uma quantidade significativa (14) a considerou como uma junção de que é possível realizar um trabalho de conhecimento significativo sem que o mesmo se torne entediante, e uma minoria o considerou de mera diversão.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho teve seu foco na construção de conceitos sobre Hidrostática e Hidrodinâmica em aulas experimentais cujo público alvo foi de jovens do 6º ano do Ensino Fundamental II. O método empregado não teve qualquer relação com “tentativa e erro” ou experiências de ensino apenas para preencher carga horária na escola, mas foi fundamentado em trabalhos científicos.

Assim sendo, estava inserida no planejamento uma etapa, mesmo que breve, de diagnóstico a respeito das ações a serem executadas junto aos alunos. Para isso, um diagnóstico de aprendizagem por descoberta foi realizado durante uma oficina, cujo público era professores, principalmente de Ciências.

Por aprendizagem por descoberta, há a compreensão de não ser pelo fato de aprender um conceito sem ter qualquer base ou conhecimento anterior, mas a construção do conhecimento pelo próprio sujeito aprendente, o qual participa ativamente de todo o processo de seu desenvolvimento, estimulado, pelos professores facilitadores, a identificar os meios e caminhos para alcançar os objetivos propostos.

Na oficina citada anteriormente os resultados mostram que houve dificuldades no início das atividades, quando coube a cada grupo de professores a identificação dos materiais a serem utilizados na montagem e execução do experimento para que as análises pudessem ser feitas com consistência.

Pelo estímulo dos facilitadores, tais dificuldades se transformaram em desafios que, uma vez superados, permitiriam aos participantes alcançar um nível mais aprofundado de conhecimento. Os resultados observados demonstraram que houve, de fato, o desenvolvimento de seus conhecimentos e foram alcançados novos patamares de conhecimento. Uma vez constatados, na prática, que o método permitiu o aprendizado efetivo, então poderia ser aplicado a outros grupos de pessoas, independentemente da idade.

Porém, sendo o método dependente de conhecimentos prévios, em alguns casos é importante inserir previamente a conceituação de grandezas a serem trabalhadas experimentalmente. Esse foi o procedimento adotado para os alunos do 6º ano.

Primeiro, houve um trabalho de reconhecimento do público para identificação dos conhecimentos prévios e geração de afinidade e afetividade; a partir dos conhecimentos prévios, foram trabalhados os conceitos; na sequência, houve o desenvolvimento dos conceitos por meio da aplicação em experimentos; em seguida, foi

feito um diálogo sobre os principais conceitos adquiridos; após um período, ao retornar com o grupo de alunos, foi feita uma recapitulação dos conceitos e das atividades anteriores; então, novos experimentos, com os mesmos conceitos, foram realizados, mas, desta vez, coube aos próprios alunos identificar, dentre inúmeros materiais expostos, os mais adequados para eles desenvolverem a conceituação; por fim, houve um diálogo sobre todas as fases, encerrando o processo.

Os resultados obtidos mostraram que é possível trabalhar com a experimentação mesmo que sejam alunos bastante jovens. Essa proposta pode facilitar a introdução e compreensão de conceitos físicos. Os dados apontam que, no início do trabalho, as concepções sobre fenômenos físicos eram diferentes dos conhecimentos adquiridos ao longo do processo. Não que as concepções anteriores fossem errôneas, porém carentes de maiores informações de cunho científico. Nesse sentido, o método pode facilitar a construção do conhecimento, permitindo que saberes sejam complementados a partir das vivências anteriores, as quais não podem ser desprezadas.

Moreira descreve que “aprendizagem significativa não é sinônimo de aprendizagem ‘correta’”. Ou seja, embora construída uma concepção através de observações cotidianas do aluno, o professor não desconstrói esse conhecimento, mas auxilia, transformando esse conhecimento, até então imaturo, em subsídios para a compreensão dos fenômenos aprendidos fora da escola, mas de maneira científica.

Dessa forma, descreve Lopes (1993) que:

“(…) a aprendizagem não possui o caráter a ela atribuído nos bancos escolares: perfeita imagem dos que se sentam para passivamente ver e ouvir” (LOPES, 1993, p.324).

As técnicas didáticas utilizadas para o desenvolvimento de conceitos de Física permitiram que os participantes da oficina e os estudantes do Ensino Fundamental II tivessem acesso a seus conhecimentos prévios e construíssem conceitos mais elaborados e precisos, o que pode ser observado por meio das descrições dos estudantes em seus Diários de Bordo.

A título de exemplo dessa construção pode-se citar o aluno A7, que na Fase 1 conceituou densidade como uma “força da atmosfera”, enquanto que na Fase 2 o conceito de densidade foi a “relação entre sua massa e seu volume”.

A experimentação se mostrou uma ferramenta ampla que pode ser explorada de diversas formas. Cada experimento propiciou a possibilidade da construção de um

conceito novo, um modo novo de conceber e compreender ciência, e as anotações feitas pelos alunos, no momento das apresentações, contribuiu para que cada aprendiz fosse internalizado de forma significativa.

Isso pode ser visto nos registros: “quanto mais denso é o objeto, maior facilidade de afundar, e menos denso é mais fácil boiar” (aluno A29); “a garrafa está cheia de água, o balão enche de ar e a garrafa flutua, como quando a pessoa está na piscina, e o pulmão enche de ar, ela flutua para a superfície da água” (aluno A14).

A liberdade dos alunos para identificar e escolher os materiais, em determinada etapa do projeto, foi de relevância para a aprendizagem reflexiva e profunda. Não houve somente simples aprendizado de conceitos, mas construção dos conceitos por meio da visualização dos fenômenos, com orientação direta pelo professor aos alunos: “o empuxo é uma força que faz os objetos menos densos serem empurrados para a superfície” (aluno A24); “quando enchemos a garrafa com água, ela afunda, pois adquire massa, e quando só tem ar, ela flutua”. (aluno A21).

Esse momento mostrou que a aprendizagem se dá pela descoberta através da proximidade com o objeto estudado. O manusear, buscar, investigar, questionar, modificar o processo de construção conceitual é que dá sentido ao aprender do estudante.

Também, pode-se abstrair dos dados os motivos que levam professores a não realizar ou pouco realizar o trabalho experimental com os alunos: falta de ambiente adequado, material indisponível, tempo insuficiente para elaboração de uma aula experimental e sua aplicação, entre outros. Esses empecilhos vêm atrapalhar o processo que dá suporte ao aprendizado do aluno, e auxilia o processo de iniciação científica e introdução aos conceitos científicos.

Sendo assim, o trabalho experimental torna-se um facilitador no processo de ensino aprendizagem, não só pelo seu caráter lúdico, focado apenas na parte visual da experimentação, mas pelo seu caráter pedagógico, didático, mostrando a real essência do experimento através de seus passos: análise do material, montagem, manuseio, observação, resultados, conclusões e assim proporcionando o aprendizado.

Os resultados mostraram, ainda, que o processo foi efetivo com relação ao desenvolvimento dos conceitos apresentados. Porém, o prazo estabelecido para o processo, embora adequado, é incompatível com o calendário escolar. Esse projeto utilizou algumas aulas de cada turma, não comprometendo os demais conteúdos.

Contudo, o aperfeiçoamento desse processo, quando utilizado usualmente nas aulas, se faz necessário. Vale lembrar que o experimento é facilitador da construção conceitual e que sua utilização, regularmente nas aulas de ciências, facilita a aprendizagem significativa de conceitos.

6. REFERENCIAL

AMARO, A.; PÓVOA, A.; MACEDO, L. A arte de fazer questionários. **Faculdade de Ciências da Universidade do Porto**. Porto, Portugal. 2005.

ANDRADE, B. L.; ZYLBERSZTAJN, A.; FERRARI, N. As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 2, n. 2, p. 182-192, 2000.

ANDRADE, M. L. F.; MASSABNI, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 17, n. 4, 2011.

ARAÚJO, A. B. **O Uso da Experimentação Como Instrumento de Ensino de Física na Formação Continuada de Professores**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais) Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso. 64f. Cuiaba, MT.

AUSUBEL, D.P. **Educational psychology: a cognitive view**. (1ªed) Nova York, Holt, Rinehart and Winston, 1968, p.685.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BOGDAN, R.C. BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Porto. Portugal. Porto Editora. 1994. 338f

BRITO A. F., MATOS A., BARREIRA C., PESSOA T., TAVARES C., **Caça ao tesouro: uma aprendizagem pela descoberta**. Atas do X Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia. Braga: Universidade do Minho, 2009.

BRUNER, J.S. **Uma nova teoria da aprendizagem**. Rio Bloch, 1969 (1ªedição).

CAMPOS, B. S. *et al.* Física para crianças: abordando conceitos físicos a partir de situações-problema. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 1402, 2012.

CARNEVALLE, M. **Jornadas.cie: ciências. 6º ano. São Paulo: Saraiva** 2012.

CASTRO, P. A. P. P.; TUCUNDUVA, C. C.; ARNS, E. M. A importância do planejamento das aulas para organização do trabalho do professor em sua prática docente. **Revista Científica de Educação**, v. 10, n. 10, p. 49-62, 2008.

CHAVANNES, I. **Aulas de Marie Curie**. São Paulo: Edusp, 2007.

CHAVES, R.; PINTO, C. Atividades de trabalho experimental no ensino das ciências: um plano de intervenção com alunos do ensino básico. **Enseñanza de las Ciencias**, n. Extra, 2005.

DARROZ, L. M.; ROSA, C. W.; GHIGGI, C. M. Método tradicional x aprendizagem significativa: investigação na ação dos professores de física. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 5, n. 1, p. 70-85, 2015.

DUARTE, M. C. Analogias na educação em ciências contributos e desafios. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 1, p. 7-29, 2016.

FÍSICA, Só. **Empuxo**. 2017. Disponível em <<http://www.sofisica.com.br/conteudos/Mecanica/EstaticaeHidrostatica/empuxo.php>> Acesso em 18 Out. 2017.

GALAGOVSKY, L.; ADURIZ-BRAVO, A. Modelos y analogias en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didático analógico. **Enseñanza da las ciências**. v.19, n.2, p.231-242, 2001.

GASPAR A., **Museus e centros de ciências - conceituação e proposta de um referencial teórico**. 1993. Tese. (Doutorado em Didática). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. 118f. São Paulo, SP.

GASPAR A., MONTEIRO I. C. C., Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.10, n.2, p. 227-254, 2005.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química nova na escola**, v. 10, n. 10, p. 43-49, 1999.

GOMES, H. J. P.; OLIVEIRA, O. B. Obstáculos epistemológicos no ensino de ciências: um estudo sobre suas influências nas concepções de átomo. **Ciências & Cognição**, v. 12, p. 96-109, 2007.

GUIMARÃES, C. C. Ensinando Física de forma significativa nas séries iniciais: um desafio possível. **Caderno de Física da UEFS**, v. 05, n. 01 e 02, p. 49-57, 2007.

KANBACH, B. G.; LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M. Razões para a não utilização de atividades práticas por professores de física no ensino médio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, v. 16, 2005. **Anais**.

LABURÚ, C. E.; BARROS, M. A.; KANBACH, B. G. A relação com o saber profissional do professor de física e o fracasso da implementação de atividades experimentais no ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 3, p. 305-320, 2016.

LONGHINI, M. D.; NARDI, R. Como age a pressão atmosférica? Algumas situações-problema tendo como base a história da ciência e pesquisas na área. **Caderno brasileiro de ensino de física**, v. 26, n. 1, p. 7-23, 2009.

LOPES, A. R. C. Contribuições de Gaston Bachelard ao ensino de ciências. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 11, n. 3, p. 324-330, 1993.

LORENZETTI, L. **Alfabetização científica no contexto das séries iniciais**. 2000. Dissertação (Mestrado em Educação) Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina. 143f. Florianópolis, SC.

MARSULO, M. A. G.; SILVA, R. M. G. Os métodos científicos como possibilidade de construção de conhecimentos no ensino de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.4, n.3, 2005.

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Educação. **Orientações Curriculares: Área de Ciências da Natureza e Matemática: Educação Básica**. Mato Grosso - Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso. Cuiabá: Defanti, 2010.

MONTEIRO, M. A. A.; TEIXEIRA, O. P. B. O ensino de física nas séries iniciais do ensino fundamental: um estudo das influências das experiências docentes em sua prática em sala de aula. **Investigações em ensino de Ciências**, v. 9, n. 1, p. 7-25, 2004.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem** – São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. **Revista brasileira de ensino de física**. São Paulo, v. 22, n. 1, p. 94-99, 2000.

MOREIRA, M. A. Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 4, n. 1, 2011.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas V e unidades de ensino potencialmente significativas. **Pontifícia Universidade Católica do Paraná**, Material de apoio, 2013.

MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. Sobre o ensino do método científico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.10, n.2, p.108-117, 1993.

MUNDO, Manual do: **Canal do You Tube**. 2016. Disponível em <www.youtube.com/watch?v=c9utVkJBN9w>. Acesso em 05 Nov. 2016

MUNDO, Manual do: **Canal do You Tube**. 2016. Disponível em <www.youtube.com/watch?v=v0TCHKHcB8k>. Acesso em 05 Nov. 2016

NASCIMENTO, C.; BARBOSA-LIMA, M. C. O ensino de física nas séries iniciais do ensino fundamental: lendo e escrevendo histórias. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 6, n. 3, 2006.

NETO, J. M. *et al.* **Pesquisa em ensino de física do 2. grau no Brasil: concepção e tratamento de problemas em teses e dissertações**. 1990. Dissertação (Mestrado em Educação – Área de concentração: Metodologia de Ensino) Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas. 296f. Campinas, SP.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A.; SILVEIRA, F. L. A Física na formação de professores para as séries iniciais. **Revista brasileira de ensino de física**. Vol. 14, n. 2, p. 106-112, 1992.

PAULO, I. J. C.; MELLO, I. C. **Filosofia da Ciência**. Cuiabá: UAB, 2009.

PINHEIRO, T. F. *et al.* **Sentimento de realidade, afetividade e cognição no ensino de ciências**. 2003. Tese (Doutorado em Educação) Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina. 245f. Florianópolis, SC.

PORTELA, C. D. P.; HIGA, I. O ensino de física nas séries iniciais do Ensino Fundamental: uma experiência na formação de professores. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO-EDUCERE, VII, **Anais**. 2007. p. 2652-2662.

QUÍMICA, Só. **Princípio de Arquimedes**. 2017. Disponível em <<http://www.soq.com.br/conteudos/ef/agua/p5.php>> Acesso em 28 Set. 2017.

QUÍMICA, Só. **Propriedades do Ar**. 2018. Disponível em <<http://www.soq.com.br/conteudos/ef/ar/p3.php>> Acesso em 05 Mar. 2018.

RINALDI, C. **Características do perfil atual e almejado do professor de Ciências de Mato Grosso: Subsídios para o estabelecimento do status epistemológico da Educação Ética**. 2002. Tese (Doutorado em Educação) Instituto de Educação, Universidade Federal do Mato Grosso. 325f. Cuiabá, MT.

ROBILOTTA, M. R. O cinza, o branco e o preto – da relevância da história da ciência no ensino da física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 5, p. 7-22, 1988

ROSA, C. W.; PEREZ, C. A. S.; DRUM, C. Ensino de física nas séries iniciais: concepções da prática docente. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 3, p. 357-368, 2007.

ROSA, C. W.; ROSA, A. B.; PECATTI, C. Atividades experimentais nas séries iniciais: relato de uma investigação. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 6, n.2, p.263-274, 2007.

ROSITO, B. A. O ensino de ciências e a experimentação. **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**, 3 eds., p. 195-208, 2008.

SANTOS, D. B.; INFANTE-MALACHIAS, M. E. Utilização do modelo didático analógico (MDA) no ensino de ciências: uma experiência sobre a estrutura da terra. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.8, p.20, 2013.

SANTOS, R. F. **A História da Ciência Viabilizando a Contextualização do Ensino de Física**. Cuiabá, 2017. 104p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Universidade Federal de Mato Grosso.

SCARINCI, A. L.; PACCA, J. L. A. O professor de física em sala de aula: um instrumento para caracterizar sua atuação. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.14, n.3, p.457-477, 2009.

SCHROEDER, C. Uma proposta para a inclusão da Física nas séries iniciais do Ensino Fundamental. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.1, n.1, p. 23-32, 2006.

SÉRÉ, M.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no ensino da física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, p. 31-43, 2004.

SIGNIFICADOS. **Significado do Conhecimento Científico: O que é o Conhecimento Científico**. 2018. Disponível em <<https://www.significados.com.br/conhecimento-cientifico/>>. Acesso em 29 Abr. 2018.

SIGNIFICADOS. **Significado do Diário de bordo: O que é o Diário de bordo**. 2018. Disponível em <<https://www.significados.com.br/diario-de-bordo/>>. Acesso em 27 Jun. 2018.

SOUZA, P. H. **Física Lúdica: práticas para o ensino Fundamental e Médio**. São Paulo: Cortez, 2011.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2008. Disponível em <<http://files.pibid-unibr-sao-vice.webnode.com/200000248-45cf446c4d/PENSAMENTO%20E%20LINGUAGEM%20DE%20VYGOTSKY.pdf>> Acesso em 09 Mar. 2018.

WATANABE, G.; KANAMURA, M. R. D. Uma abordagem temática para a questão da água. In: 10º ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 2006, Londrina (PR), **Anais**, Londrina (PR), 2006.

ZANON, D. A. V.; FREITAS D. A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. **Ciências & Cognição**, v.10, p.93-103, 2007.

ZIMMERMANN, E.; EVANGELISTA, P. C. Q. Pedagogos e o ensino de física nas séries iniciais do ensino fundamental. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 2: p. 261-280, 2007.

ANEXOS

ANEXO A - SIMULAÇÃO DA DETERMINAÇÃO DO RAIOS DA TERRA (MEDINDO A TERRA)

Medindo a Terra

Objetivo

O objetivo deste experimento é possibilitar o cálculo do diâmetro da Terra a partir de materiais simples, do dia a dia, usando como referência o método utilizado por Eratóstenes.

Contexto

Eratóstenes (276 – 194 a.C) foi diretor na Biblioteca de Alexandria, grande matemático e contemporâneo de Arquimedes, para o qual, por diversas vezes, enviou cálculos matemáticos, entre eles o cálculo geométrico, para que Eratóstenes pudesse analisar e compartilhar de alguma ideia, uma vez que o acervo de obras na Biblioteca de Alexandria lhe oferecia as melhores informações que podia obter naquela época.

Deste acesso proporcionado pelo cargo ocupado na biblioteca, Eratóstenes acreditava que a Terra tinha sua forma circular e em suas leituras encontrou afirmações de que durante o ano acontecia o solstício de verão, período este em que se tinha o dia mais longo do ano. No dia de solstício em Siene os raios solares ao meio dia são verticais, pois se notava a ausência de sombra e que no mesmo horário em Alexandria os raios solares faziam um ângulo de aproximadamente $7,2^\circ$ com a vertical. Como Eratóstenes era conhecedor da distância direta entre as cidades de Siene e Alexandria, estas informações foram o suficiente para fazer o cálculo que determinou o diâmetro da Terra.

Ideia do experimento

A ideia do experimento é fazer com que os envolvidos consigam, utilizando os materiais dispostos e fazendo uso da descrição acima, simular o diâmetro da Terra.

Material a ser utilizado

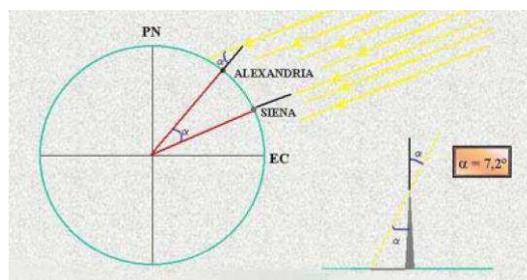
- 1 bola de isopor;
- 1 régua de 30 cm;
- Bocal (preparado para o experimento)
- 2 palitos de dentes;
- 30 cm de fio de barbante;
- Lápis e caneta;
- Folha A4.

Montagem

- Montar a bola de isopor;
- Fixar os dois palitos de maneira que estes fiquem alinhados na vertical;
- Posicionar a luminária de mesa sobre os palitos de maneira que apenas um deles faça sombra;
- Medir a distância entre os dois palitos;
- Medir o comprimento da sombra do palito

Comentários

Todos os dados devem ser anotados, a partir das informações coletadas faça o cálculo de maneira que seja possível encontrar o diâmetro da Terra.



ANEXO B - DETERMINAÇÃO DA ACELERAÇÃO GRAVITACIONAL DA TERRA (PÊNDULO SIMPLES)

Pêndulo Simples

Objetivo

Neste experimento, o objetivo é possibilitar o cálculo de “g” a partir da oscilação de um pêndulo simples.

Contexto

O estudo relacionado ao Pêndulo Simples teve o seu início através de observações, feitas por Galileu, do movimento de uma lâmpada ao oscilar devido ao vento, cujo conjunto de observações resultou em sua obra “Duas Novas Ciências”, onde ele descreve: *As velocidades adquiridas pelo mesmo corpo descendo ao longo de planos de inclinações diferentes são iguais quando as alturas desses planos são iguais.* Além de Galileu, Isaac Newton também desenvolveu estudo sobre o pêndulo e realizou aplicações a partir da observação das oscilações para obter o valor da força gravitacional.

O movimento de oscilação do pêndulo acontece quando um corpo pendurado por um fio é puxado para algum lado saindo da posição em que ele está perpendicular ao solo e em repouso, e em seguida solto. Ele irá mover-se, ou seja, oscilará. Esta descrição caracteriza o pêndulo simples que estudaremos, sendo este modelo apropriado para descrever um movimento de oscilação com amplitude pequena.

Ideia do experimento

Possibilitar a compreensão do MHS (Movimento Harmônico Simples), identificar a partir deste a tração, a força peso, a amplitude e ângulos. Em seguida, determinar o valor da aceleração da gravidade.

Material a ser utilizado

- Barbantes de vários tamanhos;
- Cronômetro;
- Folha A4;
- Lápis e caneta;
- Pequenos pesos;

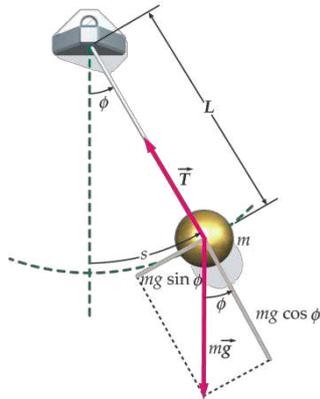
Montagem

- Fixar uma das extremidades do barbante de maneira que fique suspenso do chão;
- Fixar na outra extremidade um peso;
- Zerar o cronômetro.

Comentários

Após a montagem é preciso lembrar que a marcação do período de oscilação é contada

com o peso após ser solto e retomar a sua posição inicial.



ANEXO C - SIMULAÇÃO DA IDENTIFICAÇÃO DA MATÉRIA FUNDAMENTAL POR MEIO DE LUZ (IDENTIFICANDO OBJETOS)

Identificando objetos

Objetivo

Neste experimento temos como objetivo, a partir do padrão RGB viabilizar a compreensão dos efeitos do espalhamento da radiação X pela matéria.

Contexto

Por volta do século XVII, Isaac Newton deu início aos seus experimentos com prismas, que possibilitou o estudo sobre refração e dispersão da luz, observando a decomposição da luz branca em várias cores (frequências). Foi neste período que alguns modelos mecânicos surgiram para auxiliar e viabilizar a compreensão da propriedade da luz, como o próprio prisma usado por Newton, assim como espelhos e até mesmo recipientes transparentes (vidro). Neste último, destacou-se Roger Bacon que ao observar a luz através de um copo com água pode perceber o espectro visível. James Clerk Maxwell, no século XIX, fez a sua contribuição ao mostrar que um raio luminoso é uma onda progressiva de campos elétricos e magnéticos.

As cores vermelha (**Red**), verde (**Green**) e azul (**Blue**) são as componentes primárias do padrão RGB. A partir da evolução de estudos relacionados à luz, podemos mencionar o raio X, que fora descoberto no final do século XIX por Roentgen, que ao estudar a radiação proveniente de tubos de raios catódicos observou a emissão de raios penetrantes de natureza desconhecida e, mais tarde, verificou que tal radiação nada mais é do que radiação eletromagnética de comprimentos de onda entre 0,1 Å a 100 Å.

Ideia do Experimento

Os efeitos visuais observados neste experimento podem fornecer uma ideia do que ocorre nos efeitos de refração na análise de materiais por raios X. As diferentes frequências (R, G e B) observadas neste experimento proposto poderão ser utilizadas para identificar os objetos dentro dos potes e, assim, associar os fenômenos de refração da luz visível à refração de raios X, não por semelhança, mas por conceito.

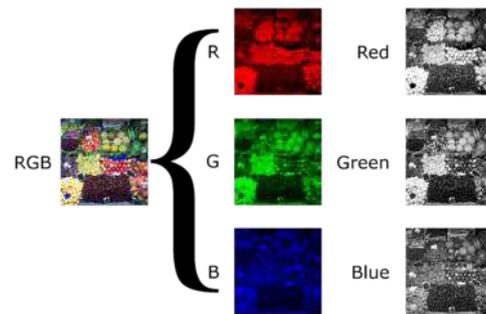
Material a ser utilizado

- 03 potes de vidro transparentes;
- 03 folhas de papel celofane (vermelho verde e azul);
- Cola ou fita adesiva;
- Folha A4
- Lápis e caneta;

- Objetos de cores variadas.

Montagem

- Pegar cada um dos potes e envolvê-lo em um papel celofane e fixar as extremidades com cola ou fita adesiva;
- Distribuir os objetos dentro de cada pote.



ANEXO D - REFRAÇÃO DA LUZ (ARCO-ÍRIS NO DVD)

Arco-íris no DVD.

Objetivo

O objetivo deste experimento é decompor várias fontes de luz, mostrando de quais cores elas podem ser formadas.

Contexto

A luz normal, também chamada de luz branca, é a formada por componentes de luz de todas as cores. Só podemos perceber que cada objeto tem sua cor porque quando luz branca incide sobre ele, este reflete a cor que o pigmento consegue emitir. Por exemplo, um objeto de cor azul, apesar de estar recebendo todas as cores, só reflete a componente azul; um objeto branco reflete todas as componentes e não absorve nenhuma; um objeto preto absorve todas as cores e não reflete nenhuma.

Isso acontece devido a Dispersão Cromática, fenômeno associado à Refração: quando um feixe luminoso é formado por vários raios de luz de distintos comprimentos de onda o ângulo de refração é diferente para cada raio, espalhando o feixe incidente.

Ideia do experimento

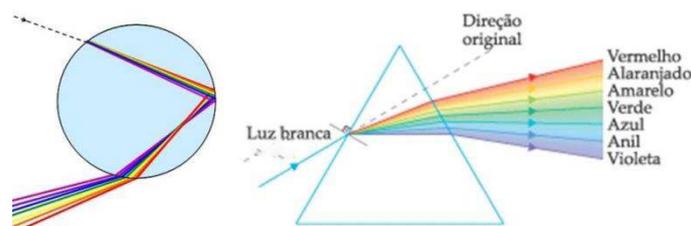
A luz refletida em um DVD (preparado para o experimento) sofre refração. Como a ideia é ver vários tipos de fontes de luz, serão utilizadas fontes distintas, e assim observar a decomposição de cada fonte à medida que é aproximada do DVD.

Material a ser utilizado

- DVD (preparado para o experimento)
- Fontes de luz (fogo, lâmpada fluorescente, lâmpada de LED e luz negra)
- Bocal (preparado para o experimento)
- Celular (lâmpada), fita durex e marcador de CD de cor azul, para fazer a luz negra.

Montagem

- Construir a luz negra com a lâmpada do celular
- Instalar a fontes de luz que se utilizam do bocal
- Refletir as fontes de luz no DVD



APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS

Questionário de entrada sobre conhecimentos prévios sobre Ciência.

Aluno nº _____ Idade: _____ Sexo: () masculino () feminino

Sempre estudou em escola Pública? () sim () não

Estuda no bairro que reside? () sim () não

1 – Em sua opinião, o que é Ciência?

2 – Você acredita que existe ciência em tudo? _____

3 – O que você acredita que seja a Física?

4 – Existem em nosso cotidiano diversos fenômenos físicos. Descreva dois que você acredita ser um fenômeno físico.

- _____
- _____

5 – Descreva como você acredita que ocorrem os fenômenos físicos abaixo.

- A formação do arco íris

- Queda dos objetos

- Água em estados físicos diferentes

- As árvores que parecem “correr” quando nos locomovemos.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO FINAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS

Questionário de saída sobre a realização dos experimentos com os alunos.

Aluno nº _____ Idade: _____ Sexo: () masculino () feminino

1 – Sobre o primeiro momento de realização dos experimentos, quanto a sua apresentação, marque a alternativa que você mais se identifica.

- a) () montei o experimento com facilidade e tive facilidade em explicar e entender.
- b) () montei o experimento com facilidade, mas tive dificuldade em explicar e entender.
- c) () montei o experimento com dificuldade, mas tive facilidade em explicar e entender.
- d) () montei o experimento com dificuldade, e foi difícil explicar e entender.
- e) () não participei desse momento

2 – Sobre seu desenvolvimento acerca dos experimentos, preencha o quadro abaixo:

Experimento	Conceito estudado	Entendimento			
		Fácil	Médio	Difícil	Não participei
<i>Ovo que entra na garrafa</i>					
<i>Vela no prato com água</i>					
<i>Ovo na água com sal e na água sem sal</i>					
<i>Balança de balões</i>					
<i>Seringa</i>					
<i>Copo com papel dentro da bacia com água</i>					
<i>Balão cheio de água com furos (“Xixi de Torricelli”)</i>					

3 - Sobre o segundo momento de realização dos experimentos, marque a alternativa que você mais se identifica.

- a) () montei o experimento com facilidade e tive facilidade em explicar e entender.
- b) () montei o experimento com facilidade, mas tive dificuldade em explicar e entender.
- c) () montei o experimento com dificuldade, mas tive facilidade em explicar e entender.
- d) () montei o experimento com dificuldade, e foi difícil explicar e entender.
- e) () não participei desse momento

4 – No segundo momento você recebeu materiais para montar o experimento e conceitua-lo de acordo com a Física.

- a) Você se sentiu a vontade para manusear os materiais?
() sim () não
- b) Você conseguiu desenvolver com facilidade algum experimento?
() sim () não
- c) Você conseguiu entender algum experimento desenvolvido pelos colegas?
() sim () não
- d) Como você enxergou esse momento?
() somente aprendizagem
() somente diversão
() uma união de aprendizagem e diversão
- e) Você considerou esse momento significativo para seu aprendizado?
() sim () não