



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**LEANDRO SILVA MORO**

**O POTENCIAL DA EXPERIMENTAÇÃO NO  
DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES COGNITIVAS E  
NA CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO(S) DE FÍSICA NO  
ENSINO FUNDAMENTAL**

**UBERLÂNDIA - MG**

**2013**

**LEANDRO SILVA MORO**

**O POTENCIAL DA EXPERIMENTAÇÃO NO  
DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES COGNITIVAS E  
NA CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO(S) DE FÍSICA NO  
ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGED) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação.

Linha de Pesquisa: Saberes e Práticas Educativas.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Kojoy Takahashi.

**UBERLÂNDIA - MG**

**2013**

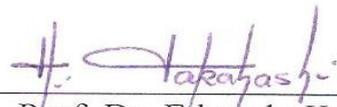
Leandro Silva Moro  
Moro, Leandro Silva, 1978-  
M867p  
2013

Orientador: Eduardo Kojoy Takahashi.  
Takahashi, Eduardo Kojoy.  
118 f. : il.

O potencial da experimentação no desenvolvimento de habilidades cognitivas e na construção de conhecimento(s) de física no ensino fundamental / Leandro Silva Moro

Física (Ensino fundamental) - Estudo e ensino. 2. Psicologia educacional.  
Mestre  
2013

BANCA EXAMINADORA



---

Prof. Dr. Eduardo Kojy Takahashi  
Universidade Federal de Uberlândia – UFU



---

Profª. Dra. Maria Inês Martins  
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC/MG



---

Profª. Dra. Elise Barbosa Mendes  
Universidade Federal de Uberlândia – UFU

*Aos que amo... Não seria justo (e nem possível) colocar em palavras o que vocês significam nesta trajetória e o que representam em minha vida, por isso, dedico a vocês esta Dissertação de Mestrado.*

*Em especial à minha querida mãe, meu referencial de perseverança e esforço. E mais, por assim como eu, sempre ter acreditado na construção desse sonho.*

*“Você pode conhecer o nome de um pássaro em todas as línguas do mundo, mas apesar disso não saberá absolutamente nada a respeito dele. Então, olhemos o pássaro para saber o que ele faz, é isso o que conta. Eu aprendi muito cedo a diferença entre saber o nome de alguma coisa e saber a respeito da coisa.”*

*Richard Feynman (1918 - 1988),  
físico norte-americano.*

## **AGRADECIMENTOS**

### **A Deus**

Pelos dons da vida e da inteligência e pela possibilidade de realizar este trabalho.

### **Ao Prof. Dr. Eduardo Kojy Takahashi**

Pela honrosa orientação que durante esta caminhada recebeu a mim e ao meu trabalho com disponibilidade, respeito e dedicação.

### **À Prof<sup>a</sup>. Dra. Elise Barbosa Mendes e ao Prof<sup>o</sup>. Dr. Marcos Daniel Longhini**

Pelas sugestões que contribuíram de forma decisiva com esta Dissertação de Mestrado durante o exame de Qualificação.

### **Aos Professores da Defesa**

Por aceitarem participar da banca examinadora, pela leitura da dissertação e pelas valiosas contribuições no momento da defesa deste trabalho.

### **A todos professores que tive ao longo da minha vida**

Pelos conhecimentos, apontamentos e posicionamentos compartilhados, os quais me ajudaram a tornar cidadão, professor e aprendiz de pesquisador.

### **Às amigas Hanny e Sorandra**

Pelo acompanhamento; pelas copiosas colaborações; pelo incentivo e pelos momentos compartilhados desde o curso de Especialização em Ensino de Ciências (2009 - 2010).

### **À querida amiga Maria Isabel**

Pelo entendimento das dificuldades da vida; pelas palavras sinceras; pela atenção, carinho e companhia amistosa nesta trajetória da minha vida.

### **Aos colegas da turma 2011 do Mestrado em Educação da FACED - UFU**

Pelas discussões, trocas de experiências e conversas nos corredores da universidade.

### **À diretora da escola pesquisada e às professoras da turma**

Por terem permitido a realização deste estudo, em minúcias, a participação e a colaboração dos seus alunos.

### **Aos alunos do 9º ano do ensino fundamental da escola pesquisada**

Pela disposição em participar desta pesquisa, tornando possível sua realização.

**À minha querida mãe Alaíne**

Por estar sempre ao meu lado dando-me apoio e incentivo, apesar de todas as dificuldades.

**Ao meu irmão amado, Fabrício**

Companheiro e amigo, que comunga comigo todas as vitórias.

**À vovó Lola (in memorian), a vovó Linda e ao vovô Nego (in memorian)**

Pela atenção, pelo carinho e apoio incondicional.

**Aos tios, primos e demais amigos**

Pelo apoio, incentivo e compreensão durante as minhas ausências.

**Aos alunos que tive e aos atuais**

Por terem contribuído para o meu desempenho pessoal e profissional e assim, me inspirarem tentar a tornar um professor e um ser humano melhor a cada aula.

**A todos**

Que estiveram/estão presentes em minha vida acadêmica ou não e que de alguma forma contribuíram com a consecução deste estudo, bem como, para com o meu crescimento pessoal e profissional.

**Registro aqui minha eterna gratidão!**

## RESUMO

Este trabalho evidencia que muitas pesquisas estão sendo realizadas no país e no mundo a respeito do processo de ensino-aprendizagem em Física, apoiadas em diferentes correntes construtivistas. Nesse sentido, o objetivo do mesmo consistiu em articular experimentos simples de maneira problematizadora e investigativa para estimular o desenvolvimento de algumas habilidades cognitivas, bem como a construção de conhecimentos relacionados à referida disciplina. Para tanto, se usou como referencial a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. A pesquisa foi realizada com quinze estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, divididos em dois grupos, pertencentes a uma escola pública municipal da cidade de Uberlândia, estado de Minas Gerais. No tocante à investigação, realizou-se uma experiência educativa que se desenvolveu ao longo de quatro aulas, que foram elaboradas segundo os Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco. A coleta de dados ocorreu em três etapas: primeiramente foram aplicadas a todos os estudantes algumas problematizações, com o título de Atividade Prévia; posteriormente foram realizados os experimentos (Flutua ou Afunda? e Será que a sacola agüenta?); e por fim, a Atividade Final, com questões relacionadas aos conteúdos trabalhados, porém diferentes. Os resultados obtidos sinalizam que as atividades realizadas permitiram incitar os estudantes e possivelmente elevar o nível do processo cognitivo, pois exigiu dos mesmos a capacidade de estabelecer relações entre o que sabiam no âmbito da Física e o que lhes era apresentado. Assim, considera-se que a experimentação contribui efetivamente no desenvolvimento de habilidades cognitivas, pois propicia uma atitude mais ativa dos alunos, permitindo que sejam desafiados e vivenciem algumas condições importantes para o processo de ensino-aprendizagem: manipulação de objetos e de ideias concomitantemente; invenção; descoberta pelos sentidos e raciocínio lógico; há um envolvimento maior dos discentes na aula, o que amplia a possibilidade de testar seus conhecimentos (suas hipóteses); cria-se um bom clima de ensino-aprendizagem, já que os alunos de certa forma ficam seduzidos, ao perceber que podem controlar algumas variáveis, em se tratando de fenômenos físicos.

**Palavras-Chave:** Experimentação. Ensino-Aprendizagem de Física. Habilidades Cognitivas. Aprendizagem Significativa. Ensino Fundamental.

## ABSTRACT

This work shows that many researches are being carried out in Brazil and abroad about the process of teaching and learning in physics, based on different constructivist approaches. Accordingly, the purpose of this work was to use simple experiments in a problematic and investigative way in order to stimulate the development of certain cognitive abilities, as well as the construction of knowledge in physics. We have used the Meaningful Learning Theory of David Ausubel as theoretical reference. The research was conducted with fifteen students in the 9th grade of elementary school, divided into two groups, belonging to a public school in the city of Uberlândia, Minas Gerais. Regarding the field of research, there was an educational experience that has been developed over four classes, which were prepared according to the Three Pedagogical Moments of Delizoicov, Angotti and Pernambuco. Data collection took place in three stages: first, it was applied some problematizations to all students, with the title of Previous Activity; later, the experiments were conducted (Float or Sink? Will the bag hold out?) and finally, the Final Activity, containing questions related to the contents worked, but different. The results indicate that activities permitted incite the students and possibly raise their level of cognitive process, because they required the students the capability to establish relationships between what they knew in the Physics and what was presented to them. Thus, it is considered that experimentation contributes effectively in the development of cognitive skills, since it provides a more active student, allowing that the student to be challenged and experience some important conditions for the teaching-learning process: simultaneous manipulation of objects and ideas; invention; discover by the senses and logical reasoning, a greater involvement of learners in the classroom, which enhances the possibility of test their knowledge, it creates a good climate for teaching and learning, since students are somehow seduced, to realize that he can control some variables when it comes to physical phenomena.

**Keywords:** Experiment. Teaching-Learning Physics. Cognitive Skills. Meaningfull Learning. Elementary School.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	13
CAPÍTULO 1: CONTEXTUALIZAÇÃO .....	15
1.1 - Considerações Iniciais.....	15
1.2 - Um pouco do Ensino-Aprendizagem de Física no Brasil .....	15
1.3 - Identificação do Problema.....	20
1.4 - Objetivos do Estudo .....	26
1.5 - Relevância do Estudo .....	27
CAPÍTULO 2: REVISÃO DE LITERATURA.....	29
2.1 - Considerações Iniciais.....	29
2.2 - Procedimentos da Revisão de Literatura.....	29
2.3 - Panorama do Tema.....	31
2.4 - Fundamentação Teórica .....	39
2.4.1 - A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel .....	39
2.4.2 - Aprendizagem Orientada para a Descoberta e por Recepção.....	42
2.4.3 - Condições para ocorrência de Aprendizagem Significativa.....	44
CAPÍTULO 3: METODOLOGIA.....	46
3.1 - Considerações Iniciais.....	46
3.2 - População e Amostra.....	46
3.3 - Cenário e Etapas da Pesquisa .....	47
3.4 - Metodologia das Aulas.....	52
3.5 - Abordagem Metodológica da Pesquisa .....	53
3.6 - Estratégias dos Experimentos.....	54
3.6.1 - Experimento: Flutua ou afunda?.....	56
3.6.2 - Experimento: Será que a sacola aguenta?.....	57
CAPÍTULO 4: APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS .....	59
4.1 - Considerações Iniciais.....	59
4.2 - Apresentação e Análise das Respostas da Atividade Prévia.....	59
4.3 - Apresentação e Análise das Respostas aos Experimentos .....	66
4.3.1 - Experimento: Flutua ou afunda?.....	67
4.3.2 - Experimento: Será que a sacola aguenta?.....	74
4.4 - Apresentação e Análise das Respostas a Atividade Final.....	81

CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	88
REFERÊNCIAS.....	97

## **APÊNDICES**

APÊNDICE 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	103
APÊNDICE 2 - ATIVIDADE PRÉVIA.....	105
APÊNDICE 3 - EXPERIMENTO: FLUTUA OU AFUNDA?.....	109
APÊNDICE 4 - EXPERIMENTO: SERÁ QUE A SACOLA AGUENTA?.....	112
APÊNDICE 5 - ATIVIDADE FINAL.....	116

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Periódicos Consultados .....	30
Quadro 2 - Trabalhos Consultados e Analisados .....	31
Quadro 3 - Síntese das Tarefas Executadas.....	48
Quadro 4 - Modelos Explicativos de Autoria dos Alunos do Grupo 1.....	72
Quadro 5 - Modelos Explicativos de Autoria dos Alunos do Grupo 2.....	79

## INTRODUÇÃO

A escolha do título dessa dissertação faz com que se reflita sobre o potencial da experimentação, a sua possível função no desenvolvimento de habilidades cognitivas, bem como a construção de conhecimento(s) de Física no ensino fundamental. Dentre os diversos trabalhos que se conhece e apontam nessa mesma direção, destacam-se: o desenvolvido por Pinho Alves (2002), que prima pela necessidade e importância de se realizar atividades experimentais como forma de se obter uma aprendizagem que seja significativa para os estudantes; e o de Borges (1997), segundo o qual por meio da experimentação os estudantes são desafiados a explorar, desenvolver e avaliar as suas próprias idéias.

Nesse sentido, considera-se que a realização de atividades experimentais pode favorecer significativamente o processo de ensino-aprendizagem de Física. Em decorrência disso, optou-se por utilizar experimentos de Física com materiais de baixo custo, acreditando-se que esses recursos/métodos podem contribuir com o processo de ensino-aprendizagem da disciplina.

Em continuação ao ancorar-se em Ausubel, Novak e Hanesian (1980) concebe-se as atividades experimentais na perspectiva construtivista. Isto é, devem ser pensadas e realizadas levando em conta os conhecimentos prévios dos discentes; o desejo dos mesmos de aprender; bem como potencial significativo das atividades utilizadas pelo docente em sala.

É nessa perspectiva que se procurou utilizar a experimentação no ensino-aprendizagem de Física. Como uma estratégia aberta às possibilidades de erro e acerto com o intuito de manter os alunos comprometidos com sua aprendizagem. Além disso, tentou-se levar os mesmos a perceberem a atividade experimental como um método para a resolução de situações-problema, das quais eles podem tomar parte diretamente, (re)formulando-as inclusive.

Sendo assim, o presente estudo está organizado em quatro capítulos, de maneira que cada um deles aborda diferentes aspectos, de acordo com as finalidades estabelecidas para os mesmos.

O capítulo 1, **Contextualização**, tem como propósito contextualizar e apresentar o estudo desenvolvido. Além disso, enuncia-se o problema de pesquisa, os objetivos e a relevância da investigação realizada.

O capítulo 2, **Revisão de Literatura**, dedica-se à apresentação de literatura específica diretamente relacionada com a experimentação em Física e aos processos de ensino-

aprendizagem. Também, são analisados alguns trabalhos considerados determinantes para o desenho da investigação, centrados no potencial da experimentação.

O capítulo 3, **Metodologia**, procura realizar uma descrição e uma fundamentação dos caminhos metodológicos utilizados: descrição do estudo; população e amostra selecionadas para o estudo; elaboração dos instrumentos de recolha de dados; estratégias dos experimentos realizados; e por fim, realiza-se uma comparação da metodologia da pesquisa com a dos artigos da Revisão de Literatura.

O capítulo 4, **Apresentação e Análise dos Dados**, destina-se a apresentação, análise e discussão dos dados obtidos, tendo em vista os objetivos estabelecidos para o estudo, no capítulo 1.

Por fim, faz-se as **Considerações Finais**, por meio das quais se procura expressar uma síntese dos resultados obtidos, bem como as limitações percebidas no presente estudo.

# CAPÍTULO 1

## CONTEXTUALIZAÇÃO

### 1.1 - Considerações Iniciais

Este capítulo pretende contextualizar o estudo realizado, assim como explicitar a sua relevância e pertinência no âmbito da temática ensino-aprendizagem de Física no Brasil.

Para tanto, procurou-se, em princípio, apresentar a estrutura geral da seção (1.1). Em seguida expõe-se um pouco do ensino-aprendizagem de Física no Brasil, (1.2): inclusão, ações voltadas para o desenvolvimento do mesmo e alguns traços de sua configuração atual. Consecutivamente exibem-se: a identificação do problema, (1.3); os objetivos do estudo, (1.4) e, finalmente, a relevância da pesquisa, (1.5).

### 1.2 - Um pouco do Ensino-Aprendizagem de Física no Brasil

Historicamente sabe-se que a Física tornou-se uma das primeiras ciências a se constituir, após o Renascimento, nos séculos XV e XVI (PIETROCOLA, 2005). Contudo, esta, como se conhece hoje, surgiu na Europa ocidental no século XVII, conforme assinala Menezes (2005), devido, principalmente, aos estudos de Galileu Galilei (1564 - 1642).

Há que se considerar, também, a existência de evidências nos trabalhos de Descartes, Newton e contemporâneos, da sistematização do conhecimento físico como forma de conceber o “mundo”, não em sua totalidade, mas em parte(s), pois tal disciplina investiga algumas facetas do mundo e, em contrapartida, exclui outras. Por exemplo, enquanto o movimento da Lua é objeto de estudo da Física, os sentimentos causados pela mesma nos enamorados, não o são (MENEZES, 2005).

Embora as ciências (Física, Química, Biologia entre outras), enquanto construções humanas, norteadas pelo método científico estruturado na experimentação e na matematização, já existam há pouco mais de quatro séculos (COSTA, 1997), o seu “ensino formal” (Física, Química e Biologia) no Brasil é relativamente novo, quando comparado ao de Português e Matemática, pois data do século passado (CANAVARRO, 1999). Para este autor, somente por volta de 1930, conforme o artigo 8º, Decreto-Lei nº 8.529 de 02 de janeiro de

1946<sup>1</sup>, ocorreu a inclusão do ensino de Ciências no ensino fundamental e nos anos 1960 no ensino médio, com exceção da Biologia que começou no início do século XX. No entanto, até a década de 1970, a Física era ensinada apenas aos estudantes que pretendiam ingressar em cursos superiores na área de Ciências. Conseqüentemente faz menos de 50 anos que tal disciplina passou a integrar o currículo do ensino médio no país (MINAS GERAIS, 2005).

Segundo Delizoicov e Angotti (1994), é possível identificar que, nas décadas de 1950 e 1960, apareceram os primeiros modelos brasileiros de Ensino de Ciências, fortemente influenciados por padrões de outros países, como os Estados Unidos e a Inglaterra. E, com base em Krasilchik (2000), deve-se levar em conta a criação da Lei nº 4024, de Diretrizes e Bases da Educação, no ano de 1961, a qual deu maior ênfase às cargas horárias das disciplinas de Química, Biologia e Física.

Nardi (2007) mostra que a década de 1970 da mesma maneira é considerada um período importante para o desenvolvimento de ações voltadas para a melhoria do Ensino de Ciências (e Matemática) no país, em razão do surgimento de algumas associações, como: a Sociedade Brasileira de Física (SBF), a Sociedade Brasileira de Química (SBQ), a Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBIO) e a Sociedade Brasileira de Astronomia (SBA). Para o referido autor, a criação dessas sociedades representa uma nova forma de pensar o Ensino de Ciências, com o objetivo de melhorá-lo efetivamente, pelo menos em tese.

Ainda na década de 1970, em consonância com Pena e Freire Jr. (2003), nota-se o surgimento: do Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF, em 1970; das primeiras dissertações e teses em ensino-aprendizagem de Física no país, em 1972; e da Revista de Ensino de Física em 1979, a qual partir de 1992 passou a se chamar Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF). Convém ressaltar que, por meio da revisão de literatura deste estudo, percebeu-se que tal revista se tornou um dos grandes veículos de divulgação e de publicação de trabalhos na área de ensino-aprendizagem de Física no país.

Chama também a atenção o surgimento de outro periódico nos anos 1980, o Caderno Catarinense de Ensino de Física, em 1984, no momento atual intitulado Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF). A exemplo da RBEF, o CBEF também se configura como uma grande referência para a pesquisa em ensino-aprendizagem de Física no Brasil. As constatações acima justificam a consulta a tais periódicos para a realização da revisão, apresentada no próximo capítulo.

---

<sup>1</sup>Disponível em: <<http://www2.camara.gov.br/legin/fed/decllei/1940-1949/decreto-lei-8529-2-janeiro-1946-458442-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 20 fev. 2012.

Do mesmo modo, como forma de contribuição com o ensino-aprendizagem de Física, em 1986, teve início o Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), considerado pela SBF, atualmente, o principal espaço de interlocução entre os pesquisadores da área (SBF, 2012).

Conforme Nardi (2007, p.358) indica, “a própria maneira de fazer ciência vem se modificando.” Nos dizeres do autor, a partir dos anos 1980 tem-se visto os discursos em torno da interdisciplinaridade e das articulações entre Ciências e Cultura, como elementos a serem propostos no entorno da seleção de conteúdos e da definição de métodos de ensino-aprendizagem. O mesmo ainda complementa que, com o surgimento de grupos de ensino de Física nas universidades, muitos pesquisadores passaram a discutir sobre qual(is) conteúdo(s) e qual(is) ciência(s), deve(m)/precisa(m) ser ensinada(s)/aprendida(s).

Isso evidencia que o aparecimento e o desenvolvimento da pesquisa em ensino-aprendizagem de Física no âmbito dos programas de pós-graduação em educação em Ciências, bem como a sua disseminação em inúmeros congressos e revistas científicas, passam a ser as principais referências utilizadas em busca da produção de conhecimentos nesse campo do saber e do anseio pela melhoria do ensino-aprendizagem de Física (DELIZOICOV, 2007).

Nesse contexto, têm-se preponderado as influências de várias teorias cognitivistas e construtivistas, dentre as quais se destacam as de: Piaget (1896-1980), Vigotsky (1896-1934) e Ausubel (1918-2008). Mediante tal paradigma, grande atenção passou a ser dada ao processo de construção do conhecimento científico pelos alunos: crê-se que o conhecimento é produzido na intersubjetividade, articulada a uma capacidade comunicativa, por meio de interações. Diante disso, os alunos não são vistos como meros receptores de informações que são transmitidas pelo professor: sua cultura e visão de mundo são elementos relevantes nas interações que estabelecem com outros sujeitos e com os objetos, na sala de aula, no laboratório da escola, ou em outro lugar.

Desde então, inúmeras pesquisas estão sendo realizadas nesse campo e o modelo de ensino-aprendizagem por mudanças conceituais, núcleo de diferentes correntes construtivistas, tem sido discutido por vários estudiosos, como: Borges (2004), Insausti e Merino (2000), Sére (2002) e Silva e Zanon (2000). Apoiando-se nestes autores, defende-se a concepção de que a construção do conhecimento científico é resultado de diálogos e entendimentos entre sujeitos; trata-se de uma produção de sentido, por isso é um construto provisório, constantemente desafiado pelas demandas do cotidiano de cada indivíduo.

Assim sendo, pode-se dizer que os anos 1990 e 2000 são igualmente marcados por novas perspectivas, tendo em vista a realidade até então delineada. Corroborando com esta afirmativa, Nardi (2007) assegura que o aumento da produção acadêmica da área de Ciências favoreceu a fundação da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), em 1997, a qual se trata de uma sociedade civil, de caráter científico e educacional, sem fins lucrativos, cuja finalidade é promover, divulgar e socializar a pesquisa em Educação em Ciências por meio: de encontros de pesquisa e de escolas de formação de pesquisadores; da publicação de boletins, anais e revistas científicas; bem como atuar, como órgão representante da comunidade de pesquisadores em Educação em Ciências, junto a entidades nacionais e internacionais de educação, pesquisa e fomento.

Soma-se a isso outras contribuições ao ensino-aprendizagem de Física (embora não se limite a ele), como o aparecimento: da Revista Ciência & Educação (1995); da Revista Investigações em Ensino de Ciências (1996) e do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), em 1997. Vale destacar, ainda, que as duas revistas mencionadas também fazem parte do escopo da revisão de literatura deste estudo.

Nesse âmbito, acredita-se que a partir do esforço de pesquisadores preocupados em produzir novas possibilidades de ensino-aprendizagem de Física, atualmente a disciplina está incluída no currículo da Base Nacional Comum, na área de Ciências Naturais e suas Tecnologias, conforme as Diretrizes Nacionais para o ensino médio (BRASIL, 1998). E é componente curricular do Ensino de Ciências para o 9º Ano do ensino fundamental, que constitui a etapa escolar na qual, oficialmente, os alunos têm seu primeiro contato categórico com a disciplina propriamente dita.

Por isso, conjectura-se que a forma de abordagem da Física deve ter a intenção de levar os discentes a perceberem a(s) vantagem(ns) em aprender os seus conteúdos, haja vista que ao lançar mão de questionamentos e do levantamento de hipóteses, existe a possibilidade dos mesmos perceberem e (re)conhecerem algumas facetas do mundo e ampliarem a sua capacidade de ser cidadãos. No entanto, os estudantes podem seguramente ter contato com tais conhecimentos mesmo antes de ir à escola, a partir de suas interações com o ambiente em que vivem e com o seu entorno (museus; parques temáticos, creches, shoppings, etc.) e por meio de instrumentos e equipamentos de comunicação (celular, internet, televisão, e diversos outros objetos eletrônicos) com os quais interage.

Formalmente, no estado de Minas Gerais (MG), o ensino-aprendizagem de Ciências (Física e Química) para o 9º ano, é parte integrante de uma proposta curricular nomeada de Currículo Básico Comum (CBC) (MINAS GERAIS, 2007). O CBC está estruturado de

acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) e serve para que professores formulem seus planos de curso e de aula. Para as escolas da rede estadual de ensino de MG o uso dessa proposta é obrigatório. Nessa vertente, as escolas elaboram seus projetos de Ensino de Ciências para a referida série do ensino fundamental.

A esse respeito faz-se necessário acrescentar que, no CBC, os conteúdos de Física estão organizados a partir de modelos explicativos, em torno do conceito de energia. Percebe-se, além disso, que há uma descrição de fenômenos ligados ao cotidiano através da experimentação, como se vê:

no processo de produção da ciência, o uso de modelos destaca as seguintes características: a ciência combina imaginação, observação e experimentação; as idéias da ciência vão muito além do que é observável; a ciência não apenas descreve os fenômenos, mas produz teorias para explicar fenômenos conhecidos e prever outros ainda não observados; a ciência não é imutável e seus modelos são constantemente revistos e examinados à luz de novas idéias, observações e experimentos; os modelos em ciências constituem um modo organizado e estruturado de compreender a realidade. Um modelo científico, então, não é um sistema de proposições lógicas que se basta em si mesmo. Ele só faz sentido se o compreendermos como uma ferramenta para interpretar o mundo, e para extrair conseqüências dessa interpretação que possam ser examinadas empiricamente (MINAS GERAIS, 2007, p.47).

Todavia, atina-se para o fato de que, desde o início da incorporação da disciplina nos currículos escolares no Brasil, o ensino-aprendizagem de Física tem pouca ênfase dentro da educação básica, apesar da forte presença da tecnologia na vida das pessoas e do lugar central que a inovação tecnológica detém enquanto elemento de competitividade entre as empresas e as nações no cenário mundial (PIETROCOLA, 2005). Acrescenta-se a isso outras evidências da importância da Física: a mesma provê leis e teorias necessárias ao entendimento das demais ciências (das quais também depende); estimula saberes distintos de muitas outras áreas do conhecimento, como o raciocínio abstrato, mecânico, espacial e numérico e a capacidade de resolução de situações problemas.

Por outro lado, deve-se alegar que, mesmo sem ter acesso a uma educação considerada oficial, muitas pessoas semi-analfabetas conseguiam, e supõe-se que outras tantas ainda consigam criar e inventar artefatos que resolvem problemas diários em suas vidas: reutilizar objetos simples; construir ferramentas de trabalho como instrumentos de corte, de sustentação e transporte (sobretudo no meio rural); adaptar um motor, juntamente com uma peça cilíndrica, com a finalidade de limpar café, arroz; projetar dispositivos para captação e distribuição de água para consumo próprio e de outros animais (principalmente na zona rural); fazer instalações elétricas na residência etc.. Então, surgem alguns questionamentos naturais:

por que a educação científica formal não tem contribuído significativamente para a formação de pessoas mais criativas, inventivas e descobridoras? Qual é o problema da educação científica com relação à capacidade de estimular habilidades cognitivas e também práticas?

Por conta de questões dessa natureza e dos pressupostos levantados até então, acredita-se que uma maior ênfase na experimentação possa contribuir para o desenvolvimento de atitudes mais criativas. Não raro, alunos questionam durante a aula o funcionamento de diversos objetos e instrumentos, simples ou não, que fazem parte do seu cotidiano. Isso evidencia, em certa medida, não conseguirem interagir com tais materiais de forma profícua. Contudo, em se tratando do ensino-aprendizagem de Física, não se trata de disponibilizar um grande aparato tecnológico para a sala de aula ou para o laboratório, com o intuito reduzido de refutar questionamentos dessa natureza por meio de demonstrações. Sabe-se que muitos cientistas fizeram grandes descobertas com materiais considerados simples e que no mundo hodierno estão ao alcance de grande parte das pessoas.

Ademais, admite-se que a construção de experimentos exige que os estudantes sejam ativos, manipulem objetos, questionem, testem suas ideias prévias, usem a imaginação e a criatividade etc. Por isso, o desejo de estudar o potencial da experimentação no desenvolvimento de habilidades cognitivas e na construção de conhecimento(s) de Física no ensino fundamental.

### **1.3 - Identificação do Problema**

Parte-se do pressuposto de que toda pesquisa científica se insere em um contexto e possui sua(s) motivação(ões). Diante disso, é imprescindível explicitar que a idéia inicial deste estudo está ancorada na experiência profissional do autor do presente trabalho: professor de Física da educação básica, de nível médio e fundamental (há 6 anos); e do ensino superior (nos últimos 3 anos); bem como na convivência com o orientador da pesquisa durante a graduação e um curso de especialização em Ensino de Ciências. Tal vivência despertou no professor-pesquisador uma reflexão acerca do potencial da experimentação no desenvolvimento de habilidades cognitivas e na construção de conhecimento(s) de Física. Trata-se de uma inquietação que é compartilhada com o orientador da pesquisa e com outros professores (colegas de trabalho) e pesquisadores da área: Ramos e Rosa (2008); Pacca e Scarinci (2011); Silva e Pino (2010). Para todos estes, no âmbito da complexa tarefa de ensino-aprendizagem de Física (o que não é exclusividade desta) no Brasil é recorrente a

existência de algumas limitações ao ofício docente: dificuldade de empreender uma formação continuada, carência de infraestrutura nas escolas; baixa remuneração; falta de comprometimento dos discentes (e de alguns docentes também); não priorização da educação no país; inconsciência da sociedade sobre a real importância da educação no processo de desenvolvimento sustentável de uma nação etc.

Nesse sentido é inescusável esclarecer a adoção do termo composto “ensino-aprendizagem” e não os termos simples “ensino” e “aprendizagem”. Espera-se que no momento em que o professor se dispuser a ensinar, o mesmo deve ter também o intento de aprender. Por isso, conjectura-se que o educador não pode simplesmente dizer que ensinou, se os seus alunos não aprenderam, embora não seja o docente o único responsável por essa tarefa ou a única variável do processo. Há que se considerar também o desejo dos discentes de aprender ou não, o papel da escola com seus diversos ambientes e funcionários, a família, sociedade, os recursos e as políticas públicas para a educação.

Entretanto, ao fundear-se na experiência docente da sala de aula presume-se que a educação de maneira geral, é uma atividade capciosa, contínua, problemática e não se reduz ao processo de ensino-aprendizagem que ocorre apenas em uma escola. E como já se destacou os estudantes possuem algum tipo de conhecimento antes mesmo de chegarem à escola.

Embora, com frequência, pareça clara a preocupação do docente, da escola, e da própria família do discente com sua formação, a questão subjacente é que informar o aluno sobre a "obrigatoriedade" do conhecimento físico (ou da educação em geral) não o faz necessariamente compreender a real necessidade e a devida utilidade desse conhecimento no seu processo de desenvolvimento humano. O tempo que o sujeito passa na sala de aula ou no laboratório. Isso precisa fazer sentido, ter significado em sua vida cotidiana. Então, outra questão que merece consideração é: que detalhes, responsabilidades e conseqüências a educação em Física, neste caso, compreende na íntegra? Tal interrogação deveria fazer parte da práxis de todos os envolvidos no processo de educação, sobretudo da vivência na escola. Pensar em perguntas como essa pode ser uma forma de tentar perceber a importância da Física na vida de cada um.

Consonante com estas considerações, a pesquisa de Chaves e Shellard (2005) mostra que o ensino-aprendizagem de Física tem problemas, seja no que se refere a conteúdo(s), recursos e/ou métodos didáticos, pois tal matéria ensinada na escola de nível fundamental (como assunto de Ciências, explicitadamente a partir do 9º ano) e no ensino médio, está muito distante do ideal, que é possibilitar a construção de uma visão de mundo.

Como afirmam os autores citados

é hoje reconhecido que as dificuldades de se realizar um bom ensino de ciências escolar aumentam à medida que descemos no nível de escolaridade, e o ensino dos graus posteriores fica prejudicado quando a educação inicial foi deficiente. Mesmo que uma criança das primeiras séries não estude Física como tal, essa criança está formando suas estruturas de raciocínio lógico a partir do contato com a natureza e o cotidiano. Como Piaget nos diz em sua teoria dos estágios do desenvolvimento cognitivo, quanto mais rico e mais organizado esse ambiente, melhor a criança estará apta para o desenvolvimento do pensamento abstrato quando posteriormente for introduzida formalmente ao estudo de ciências (CHAVES; SHELLARD, 2005, p.232).

No que concerne à formação dos professores de Física, Chaves e Shellard (2005) chamam a atenção para o fato de que, pelo seu potencial formador, as universidades e faculdades precisam fazer uma revisão dos seus processos educacionais. Em outras palavras, necessita-se admitir que parte do problema de ensino-aprendizagem, neste caso de Física, está relacionada à formação de um número significativo de professores que

[...] não estão preparados para mostrar a Física como algo interessante: esse quadro exige mudanças, caso contrário a Física poderá cair numa relativa marginalização. [...] professores de formação incompleta e inadequada ensinam ciência para as crianças como se esta fosse um conjunto de vocabulários, de definições e ilustrações (IDEM, p.223, 233).

Agrega-se a isso os dizeres de Freire (2002):

[...] o educador que “castra” a curiosidade do educando em nome da eficácia da memorização mecânica do ensino dos conteúdos, tolhe a liberdade do educando, a sua capacidade de aventurar-se. Não forma, domestica. [...] A autonomia, a dignidade e a identidade do educando têm de ser respeitada, caso contrário, o ensino tornar-se-á inautêntico, palavreado vazio e inoperante (FREIRE, 2002, p.63, 69).

Freire (2002) argumenta ainda que a escola é a instância socializadora do conhecimento historicamente acumulado. Por isso, a sala de aula é local de humanização e é imprescindível que se coloque o professor, antes de qualquer coisa, como um agente humanizador. Afinal, alunos e professores estão inseridos em um dos processos mais vitais e fundamentais da humanização do ser: o momento em que ele pode apropriar-se do conhecimento e fazer deste, um instrumento de desenvolvimento de suas potencialidades e habilidades cognitivas.

Novamente, assim como muitos professores de Ciências do ensino fundamental e de Física do ensino médio e superior, avalia-se que uma melhoria significativa do ensino-aprendizagem de Física passa pela introdução de aulas práticas no currículo. Entretanto, deve-

se enfatizar que não basta ilustrar as aulas da disciplina com simples aplicações demonstrativas da Física ou levar os estudantes ao laboratório da escola ou para outro ambiente onde possam realizar atividades práticas e/ou investigativas para que as aulas sejam mais atraentes ou interessantes. Espera-se que o professor de Física, ao escolher uma atividade prática tenha em mente como irá proceder durante a consecução da mesma; quais ligações são possíveis de serem feitas com o cotidiano dos seus alunos. As atividades precisam ser desafiadoras e capazes de instigar os discentes a pensarem na construção e funcionamento dos artefatos com os quais se deparam e/ou interagem, para que, dessa maneira, possam fazer conexões com o “mundo” que os cerca.

Tais reflexões apontam na mesma direção dos estudos de: Valadares (2001); Valadares (2005); Laburú, Barros e Kanbach (2007); Barolli e Franzoni (2008); Abrahams e Millarb (2008) e Souza et al. (2009). Em resumo, estes trabalhos sinalizam que a atividade prática pode ser de fato relevante para o ensino-aprendizagem de Física, porque a experimentação propõe estimular os alunos a adotarem uma atitude investigativa, inventiva, crítica (por meio de comparações e confrontos de ideias), descobridora e empreendedora.

Assim, almeja-se que as atividades experimentais conduzidas como uma aprendizagem orientada para a descoberta, compatível com os teóricos Ausubel, Novak e Hanesian (1980), possam levar a uma “aprendizagem significativa”, pois envolvem a relação do fazer com a reflexão crítica, estimulando uma postura de associação entre os conhecimentos teóricos e práticos na sua realização. Em minúcias, confia-se que tarefas desta natureza podem ser classificadas como situações de aprendizagem significativa que auxiliam no desenvolvimento de habilidades cognitivas e na construção de conhecimentos de Física.

Com este propósito entende-se como habilidades cognitivas aquelas relacionadas à organização e ao uso do conhecimento (INEP, 1999), uma vez que tais habilidades devem indicar facilidade do estudante em lidar com algum tipo de informação. Ainda, tomando como referência o INEP (1999) e a concepção de habilidades cognitivas prima-se, pelas seguintes habilidades cognitivas: a resolução de problemas por meio do levantamento de hipóteses, que é inerente à atividade experimental e que por isso deve ser explorada; a capacidade de relacionar o problema com modelos físicos estudados a partir de comparações, generalização de uma situação a outra etc. Isso porque, segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980), assevera-se que a atividade proposta (seja qual for) deve considerar as idéias prévias dos estudantes a respeito da situação estudada, pois a aprendizagem significativa ocorre quando uma informação se relaciona intencionalmente a outras existentes na estrutura cognitiva dos aprendizes. Hodson (1988) também partilha dessa

ideia e acrescenta ainda que, em se tratando de atividade prática, deve-se levar em consideração também o tempo necessário para completar o propósito, as habilidades requeridas, bem como os aspectos ligados à segurança.

Diante disso, entende-se por atividades práticas não somente aquelas que necessitam de um ambiente específico, com equipamentos especiais para a realização de trabalhos experimentais, mas também aquelas que podem ser desenvolvidas em qualquer ambiente escolar, sem a necessidade de instrumentos ou aparelhos sofisticados (VALADARES, 2001; VALADARES, 2005). Logo, optou-se por trabalhar experimentos que utilizam materiais simples e de baixo custo, por serem mais acessíveis, isto é, são objetos ao alcance dos alunos.

Ora, isso não significa admitir, via de regra, que se pode propiciar o desenvolvimento de habilidades cognitivas e/ou adquirir uma compreensão de conceitos teóricos por meio de experimentos com materiais simples em alunos do 9º ano do ensino fundamental (ou de outra série subsequente). Mas, que as dimensões teórica e empírica do conhecimento científico não estão isoladas (VALADARES, 2001). Com isso, não se pretende contrapor o ensino experimental ao teórico, mas tem-se o objetivo de encontrar formas (que não são únicas e nem exclusivas) que evitem a fragmentação do conhecimento e, se possível, propicie indícios de aprendizagem significativa.

Todavia, há a necessidade de evidenciar, que é preciso superar as visões simplistas sobre a natureza das ciências (CHALMERS, 1993). As atividades em sala de aula ou no laboratório, na maioria das vezes e de acordo com Valadares (2001), não propiciam o levantamento de hipóteses e testes das mesmas pelos alunos, bem como outras formas de visualização e representação do problema proposto.

Vale lembrar também, que notórios físicos, como Galileu Galilei (1564-1642), Isaac Newton (1643-1727) e James Maxwell (1831-1879) não tinham à sua disposição um laboratório requintado para a época, e nem por isso deixaram de fazer grandes descobertas. Dessa forma, para a realização das atividades propostas neste estudo, também não é imprescindível a existência de um laboratório. Há que se levar em conta, ainda, a existência de uma postura deformada sobre a imagem do cientista na sociedade, a qual propala que o mesmo conhece tudo o que pesquisa e trabalha isolado em busca de verdades absolutas, ou que é uma pessoa completamente diferente das outras que se conhece com relação ao jeito ser.

Conforme Chalmers (1993), na forma dominante, a experimentação é compreendida e desenvolvida como modo de demonstrar teorias já estabelecidas. No entanto, teoria e prática não existem isoladamente, pois não é possível existir teoria sem prática (são interdependentes), e esta sem teoria parece vazia. E mais, frequentemente as aulas

experimentais visam apenas o desenvolvimento de habilidades de observação, comparação e anotação. Não há uma troca de conhecimentos entre professor e alunos, bem como uma sistematização do objeto específico de conhecimento. Esse fato pode decorrer da concepção que o professor de Física possui de ciências, ou da atividade científica.

Isso permite deduzir que uma pessoa constrói competências e desenvolve habilidades em função das situações que enfrenta com maior frequência (PIETROCOLA, 2005). Ela utiliza conhecimentos tácitos, experiências vividas, mas encontra soluções novas, abre um leque de perspectivas e altera as situações apresentadas. Desse modo, pode-se entender a “competência”, como sendo um processo criativo, em que se destaca a capacidade de continuamente improvisar diante de alguma situação. Logo, não existe competência no vazio, mas apenas a competência no ato. Pois, competência é colocar o que se sabe em um determinado contexto.

E habilidade?

Do ponto de vista etimológico, o conceito de habilidade está relacionado ao “saber fazer”. É a capacidade de aplicar e fazer uso do conhecimento. Competência diz respeito à capacidade do indivíduo em encontrar, de maneira eficaz, soluções para situações complexas. Está relacionado ao “saber como”. Sintetizar, julgar, identificar e correlacionar são, entre outras, características fundamentais para que um indivíduo consiga tornar-se competente. Ser competente pressupõe três aspectos: habilidade, que é a aptidão para a realização; conhecimento, que é a bagagem cognitiva, que pode ser adquirida via instrução; e atitude, que implica comportamento e aspectos sociais e afetivos (ZATTAR, 2008, p.11).

Merece salientar que a Matriz do Exame Nacional do ensino médio (ENEM) contempla a indicação das competências e habilidades gerais próprias dos discentes na fase de desenvolvimento cognitivo correspondente ao término da escolaridade básica, e pontua que:

competências são as modalidades estruturais da inteligência, ou melhor, ações e operações que utilizamos para estabelecer relações com e entre objetos, situações, fenômenos e pessoas que desejamos conhecer. As habilidades decorrem das competências adquiridas e referem-se ao plano imediato do ‘saber fazer’. Por meio das ações e operações, as habilidades aperfeiçoam-se e articulam-se, possibilitando nova reorganização das competências (INEP, 1999, p.7).

Posto isso, acredita-se que o docente precisa levar os seus alunos a tentarem descobrir a natureza dos objetos, considerando os sinais proporcionados pelas experiências de cada um. E a mediação didática deve facilitar este processo de ensino-aprendizagem, pois exige, necessariamente, a reconstrução de saberes. Porém, deve-se considerar que as explicações dos professores podem variar à medida que são questionadas pelos discentes, da mesma maneira que as dos cientistas que sofreram (e sofrem) alterações à medida que são criticadas e

validadas pela comunidade científica. Todos precisam estar sempre em busca de novas interpretações dos fenômenos com os quais se deparam, uma vez que a Física, bem como as outras Ciências, é uma construção permanente (PIETROCOLA, 2005).

Dessa maneira, entende-se por Ciência processos de busca por perguntas e respostas que estão inter-relacionadas. Tais processos resultam em modelos explicativos, uma vez que uma das tarefas que um cientista procura fazer com seu trabalho é justamente tentar construir modelos explicativos para os fenômenos da natureza, do universo, da realidade (CHALMERS, 1993).

Nesse íterim, a componente curricular Física, tratada na forma disciplinar (PIETROCOLA, 2005; PESSOA DE CARVALHO, 1998), pode ser insuficiente para a compreensão do contexto cultural complexo em que a pessoa vive. Ao admitir isso, emerge claramente a necessidade de superar a ideia de que o processo de ensino-aprendizagem reduz-se à transmissão e recepção de conhecimentos. Assim como, ultrapassa o paradigma de que os conhecimentos estão prontos, acabados, e que os alunos aprendem absorvendo-os a partir da fala do professor, considerado aquele que detém este tipo de conhecimento.

Tendo em vista esta realidade, bem como os pressupostos e o contexto esboçado do estudo, o problema orientador desta pesquisa foi o seguinte: *em que medida a experimentação propicia o desenvolvimento de habilidades cognitivas e a construção de conhecimentos de Física em alunos de uma turma do 9º ano do ensino fundamental, de uma escola pública municipal de Uberlândia-MG?*

#### **1.4 - Objetivos do Estudo**

Em linhas gerais, o presente estudo procura deslocar o núcleo das atividades dos estudantes da exclusiva manipulação de equipamentos, preparação, montagens e realização de medidas, para outras atividades que se aproximam mais do que se acredita ser “fazer ciências” (ABRAHAMS; MILLARB, 2008). Essas atividades envolvem mais a manipulação de ideias e interpretações sobre observações de fenômenos, do que de objetos, com o propósito de construir conhecimento(s) físico(s).

Por este motivo, ao longo da realização das atividades experimentais procurou-se dar ênfase à: análise e interpretação dos resultados; reflexão sobre as implicações destes; e avaliação da qualidade das evidências que suportam as conclusões obtidas. Desse modo, ancora-se na afirmação de Hassard (1992) (apud NOVAK, 2000): as atividades de “mãos na

massa” são deficientes; é imprescindível recorrer a experiências que envolvam “cabeça na massa”, ou seja, não basta manipular equipamento(s), é preciso levar os estudantes a manipularem ideias.

Em face disso, ao buscar estudar o potencial da experimentação no ensino fundamental com alunos do 9º ano de uma escola pública municipal de Uberlândia, MG, pretendeu-se em minúcias:

- articular experimentos de Física de maneira problematizadora e investigativa;
- utilizar atividades que envolvem conceitos de Física familiares aos alunos visando a ocorrência de aprendizagem significativa;
- permitir ao alunado perceber o papel do conhecimento físico no entendimento do “mundo” por meio da realização de experimentos simples;
- estimular o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos adolescentes por meio da realização de experimentos simples;

Nessa linha de pensamento, o presente estudo centra-se em uma proposta de ensino-aprendizagem de Física que enfatiza o desenvolvimento de habilidades cognitivas e a construção de conhecimentos da disciplina. Logo, buscou-se criar um ambiente propício à “aprendizagem orientada para a descoberta” ou “aprendizagem por descoberta dirigida”, no qual as situações que envolveram os conteúdos de Física foram problematizadas, com o intuito de incitar os educandos a: (re)formular hipóteses; tentarem justificar suas respostas; argumentarem e contra-argumentarem, de maneira que eles pudessem construir e (re)organizar os conceitos que possuam relacionados a disciplina em questão.

### **1.5 - Relevância do Estudo**

Com base nos pressupostos apontados e na aceção de tentar privilegiar uma aprendizagem significativa, confia-se na importância e na urgência pela utilização de atividades de Física que possibilitem aos discentes a construção do conhecimento a partir da interação permanente entre as suas concepções, informações e experiências com as quais se deparam.

Se as diretrizes de investigação e educação em Física (CBC e PCN's) almejam que os estudantes utilizem o conhecimento conceptual e processual, e assim percebam e compreendam o mundo físico, deduz-se que o recurso da experimentação é fundamental no

processo de ensino-aprendizagem, pois, desse jeito, os alunos são encorajados a explorar e testar as suas próprias ideias. Então, levando em conta a conseqüente e possível alteração que as atividades propostas poderão proporcionar nas concepções alternativas de alunos da turma de 9º ano do ensino fundamental, surge a necessidade de concretização desta investigação. E mais, para que se constitua um contributo, quer para o ensino-aprendizagem de Física, quer para a própria formação e prática pedagógica do professor-pesquisador e orientador em questão, no sentido de poder fornecer informações referentes à forma como as concepções e representações discentes podem evoluir ao longo da escolaridade básica.

Para além das referidas considerações, e imerso em uma óptica mais concreta e prática, este estudo investigativo poderá fornecer aos professores de Física de diferentes níveis, informações e conhecimentos relevantes acerca da potencialidade da experimentação no desenvolvimento de habilidades cognitivas e na construção de conhecimento(s) científico(s), acatando as concepções dos seus alunos no que diz respeito ao conteúdo programático e metodologia de ensino-aprendizagem, e conseqüentemente, estratégias desta natureza poderão ser melhor aplicadas em suas práticas pedagógicas.

Enfim, conforme se registrou no início deste capítulo, tentou-se fazer uma contextualização do estudo, a qual assenta as ideias ou vertentes que serviram de base à sua realização. A seguir, no capítulo 2, realizar-se-á a descrição de alguns trabalhos expressivos de natureza empírica, no âmbito da experimentação em Física, bem como se destacará o referencial teórico no qual se baseou a análise dos dados.

## **CAPÍTULO 2**

### **REVISÃO DE LITERATURA**

#### **2.1 - Considerações Iniciais**

A revisão de literatura consiste em um levantamento e análise dos aspectos abordados sobre o tema escolhido e o problema de pesquisa levantado. Dessa forma, buscou-se obter por meio desta revisão um suporte para o estudo realizado, pois a mesma permite situar este trabalho dentro da grande área de pesquisa da qual faz parte, o ensino-aprendizagem de Física.

Para tornar mais compreensível esta revisão, este capítulo está dividido em quatro seções e três subseções. Na primeira seção, (2.1), apresenta-se a estrutura geral do capítulo e os seus objetivos. Posteriormente, far-se-á uma descrição dos procedimentos da revisão de literatura (2.2). A terceira seção, (2.3), procura traçar um panorama do tema, por meio da compilação de seis artigos publicados no país e um no exterior. Porém, a comparação da metodologia desta pesquisa com a os artigos desta revisão será abordada no capítulo 3, seção 3.7, e o confronto dos resultados obtidos neste estudo com os dos referidos artigos, no capítulo 5. A quarta seção, (2.4), intitulada fundamentação teórica fornece um suporte teórico para o estudo em questão: Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Em seguida, faz-se uma divisão do referencial teórico em três subseções: (2.4.1) A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel; (2.4.2) Aprendizagem Orientada para a Descoberta e por Recepção; e por fim, o (2.4.3) esclarece as condições para ocorrência de aprendizagem significativa.

#### **2.2 - Procedimentos da Revisão de Literatura**

A revisão de literatura consistiu na busca por artigos, na base de dados do Portal Periódicos da Capes<sup>2</sup> e do Google Acadêmico<sup>3</sup>, por meio de palavras-chave (ou conceitos-

---

<sup>2</sup>Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br>>.

<sup>3</sup>Artigos do periódico: International Journal of Science Education. Disponível em: <<http://www.tandf.co.uk/journals>>.

chave): experimentos de Ciências; experimentos de Física; atividade prática; atividade experimental; aulas experimentais; ensino-aprendizagem de Física; ensino-aprendizagem de Ciências. Ao encontrar o artigo, a consulta prosseguia nos índices da revista científica em que o mesmo se encontrava. Posteriormente, foi feita a leitura dos resumos dos artigos ali contidos, relacionados à temática pesquisada, para então, selecionar os trabalhos mais pertinentes para uma leitura detalhada. Entretanto, não se incluiu nenhuma dissertação de mestrado ou tese de doutorado relacionada ao problema em investigação. O fato de os artigos científicos serem privilegiados nesta pesquisa se justifica devido: aos mesmos conterem informações mais recentes sobre o assunto em questão; à maior rapidez da publicação de revistas do que de livros, dissertações e teses e à inclusão de resultados relevantes de trabalhos de teses e dissertações.

No ensejo, tentou-se, então, fazer um recorte dos artigos pesquisados, sendo objeto de consulta somente os que continham os conceitos-chave da pesquisa. Contudo, deve-se mencionar que, para a formulação do problema de pesquisa, foi feita a leitura completa de alguns livros relacionados ao tema da pesquisa, bem como a do referido documento oficial do estado de Minas Gerais sobre o currículo de Ciências, o CBC, o qual tenta balizar a educação pública estadual e municipal no estado. Soma-se ainda a consulta a outras obras referentes à pesquisa em educação, conforme se observa no próximo capítulo.

A seguir, destaca-se um quadro com nomes dos periódicos com disponibilidade das publicações *on-line* e que foram consultados na revisão e a quantidade de artigos encontrada em cada um deles.

**Quadro 1 - Periódicos Consultados**

PERIÓDICO	QUANTIDADE DE ARTIGOS ENCONTRADOS SOBRE O TEMA EM ESTUDO
Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, publicação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG);	14
Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), revista da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);	16
Investigações em Ensino de Ciências, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS);	20
Ciência & Educação, da Universidade Estadual Paulista (UNESP - Bauru / São Paulo);	08

PERIÓDICO	QUANTIDADE DE ARTIGOS ENCONTRADOS SOBRE O TEMA EM ESTUDO
Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), publicação da Sociedade Brasileira de Física (SBF);	08
International Journal of Science Education.	05

Fonte: o autor, 2013.

Nesse exame, foram encontrados setenta e um artigos pertencentes à grande área Ensino-Aprendizagem de Física, em que se encontra a pesquisa delineada. Destes, sete foram selecionados. Assim, verificou-se por meio de uma leitura integral que somente estes artigos seriam analisados no que tange à base teórica, metodologia proposta e objetivos/resultados. Em seguida, os dados coletados dos artigos foram organizados em uma tabela, para facilitar a comparação entre os artigos lidos. Por fim, julgou-se procedente a categorização dos artigos analisados para servir de base para uma análise e reflexão mais profícuas.

### 2.3 - Panorama do Tema

Para facilitar a visualização e leitura, o quadro seguinte busca sintetizar os trabalhos repertoriados, que propõem uma metodologia didática experimental no domínio da temática ensino-aprendizagem de Física, com ênfase na experimentação. Convém acentuar que a disposição dos artigos seguiu a sequência de leitura dos mesmos.

#### Quadro 2 - Trabalhos Consultados e Analisados

<p><b>01.</b> LABURÚ, Carlos Eduardo; SILVA, Osmar Henrique Moura; BARROS, Marcelo Alves. Laboratório caseiro pára-raios: um experimento simples e de baixo custo para a eletrostática. <b>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</b>, v. 25, n. 1, p. 168-182, abr., 2008.</p>	
<p><b>BASE TEÓRICA</b></p>	<p>- Visão construtivista do conhecimento: “A pedra angular de teoria construtivista é a ideia de que o conhecimento é fruto de construções ou elaborações da mente humana, em oposição a descrições objetivas ou cópias da realidade concreta” (Piaget, 1997, Bachelard, 1996, Vygotsky, 2000); - Lavoven et al. (2004) indicam que uma ênfase em equipamentos simples permite desmistificar o fenômeno criado pelo equipamento sofisticado.</p>

<b>METODOLOGIA/ AMOSTRA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proposta de atividade experimental de demonstração, de fácil montagem e de baixo custo, para trabalhar conceitos relacionados à eletrostática no ensino médio; envolve os conceitos de eletrização, indução elétrica, ionização e, particularmente, o efeito de pontas;</li> <li>- Possibilidade nova de utilização de um experimento, apresentando alternativas complementares de usá-lo e de aplicar os conhecimentos da Física para explicá-lo;</li> <li>- Não cita a amostra.</li> </ul>
<b>OBJETIVO(S)/ RESULTADOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Objetivos: este trabalho propõe um experimento simples e de baixo custo para demonstrar conhecimentos de eletrostática estudados no ensino médio e procura contribuir para tornar significativa a aprendizagem científica;</li> <li>Quanto aos resultados: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geralmente, as atividades dessa natureza podem ser realizadas em ambientes alternativos ao laboratório, como a sala de aula;</li> <li>- É importante que o próprio aluno construa seus experimentos para que possa aprimorar habilidades manuais;</li> <li>- Este tipo de atividade pode contribuir para despertar a atenção dos aprendizes, ao dar condições de verificar conteúdos abstratos, como os de eletrostática;</li> <li>- A atividade permite unir o assunto tratado a aspectos tecnológicos, de forma a promover a busca por uma alfabetização científica mais efetiva.</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>02. LABURÚ, Carlos Eduardo; SILVA, Osmar Henrique Moura; SALES, Dirceu Reis. Superações conceituais de estudantes do ensino médio em medição a partir de questionamentos de uma situação experimental problemática. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i>, v. 32, n. 1, p. 1402-1415, 2010.</b></p>	
<b>BASE TEÓRICA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De acordo com Buffler et al. (2001) e Gomes et al. (2008), as metas para o ensino de ciências podem ser divididas em duas categorias que abordam, de um lado, o conhecimento do tipo declarativo e, de outro, o conhecimento do tipo procedimental;</li> <li>- O conhecimento procedimental carrega uma concepção de atuação e de evidência que permite ao sujeito “julgar a qualidade dos resultados experimentais e, em última instância, informar se os resultados constituem ou não um novo conhecimento válido”.</li> <li>- Aprender física significa, então, não só aprender os seus conceitos de modo qualitativo, mas também envolver os aprendizes na determinação experimental de suas grandezas.</li> </ul>
<b>METODOLOGIA/ AMOSTRA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pesquisa de cunho qualitativo-interpretativo;</li> <li>- Exploração de atividade experimental: os procedimentos de medição dos alunos foram analisados segundo as categorias coleta, processamento e comparação de dados;</li> <li>- Utilizou-se também um questionário com a intenção de conduzir o estudante a repetir, no mínimo, cinco vezes o experimento;</li> <li>- Amostra: Doze estudantes do primeiro ano do ensino médio da rede pública de ensino, com idades que variaram entre 14 e 16 anos.</li> <li>- Os estudantes selecionados por conveniência foram voluntários, que se dispuseram a participar fora do horário normal das aulas.</li> </ul>

<p><b>OBJETIVO(S)/ RESULTADOS</b></p>	<p>- Objetivo: este estudo propôs engajar um grupo de alunos do ensino médio na obtenção de seus próprios dados experimentais, de modo a estimulá-los a refletir sobre uma problemática atividade de medição, dirigida por uma série de questões provocativas a respeito desse assunto;</p> <p>Com relação aos resultados notou-se que:</p> <p>- Cada estudante reagiu com uma trajetória característica, mas que todos rompem com a barreira do núcleo central do paradigma Pontual, baseada na medida única, exata e verdadeira;</p> <p>- A compreensão do tratamento experimental como um valor presumível da medida, no sentido de uma expectativa probabilística (provável) em que alguns estudantes venham a aplicar a noção de média aritmética, não significa dizer que eles estão construindo de forma original esta noção, mas que a estão resgatando, por exemplo, dos usos costumeiros que fazem dela para obter os resultados finais de suas avaliações anuais nas disciplinas escolares;</p> <p>- Do estudo empreendido, permanece algumas questões, como: é possível observar se os avanços conquistados são dependentes da natureza dos registros das representações semióticas fornecida pelo tipo de equipamento utilizado?</p>
<p><b>03. ABRAHAMS, Ian; MILLARB, Robin. Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. <i>International Journal of Science Education</i>. v. 30, n. 14, p. 1945 - 1969, 2008.</b></p>	
<p><b>BASE TEÓRICA</b></p>	<p>- Visão construtivista do conhecimento;</p> <p>- A finalidade fundamental do trabalho prático em ciência da escola é ajudar os alunos a fazerem ligações entre o mundo real dos objetos, materiais e eventos, e com o mundo abstrato do pensamento e idéias (Brodin, 1978; Millar et al., 1999; Shamos, 1960).</p> <p>- Modelo de eficácia com base no trabalho de Millar et al.; e Tiberghien: objetivos da tarefa prática; concepção e contexto da tarefa; realização da tarefa pelos alunos; e consequências da tarefa (o que os alunos aprenderam).</p>
<p><b>METODOLOGIA/ AMOSTRA</b></p>	<p>- Uma abordagem de estudo de caso;</p> <p>- Amostra: oito escolas estaduais secundárias foram pesquisadas, cujos estudantes possuíam idades entre 11-14 e 15-16 anos; total de aproximadamente 7720 participantes;</p> <p>- Foram observadas aulas de Física, Química e Biologia, num total de 25;</p> <p>- Notas de campo foram realizadas em cada aula observada; gravou-se entrevistas com o professor antes e depois da aula. A entrevista pré-aula foi usada para obter do professor o seu ponto de vista dos objetivos de aprendizagem da aula. Na entrevista pós-aula coletou-se reflexões do professor sobre a aula e o (in)sucesso da mesma;</p> <p>- Sempre que possível, as conversas com grupos de estudantes durante e após a aula também foram gravadas. Estas tinham o intuito de obter “insights” a respeito do pensar dos alunos sobre a tarefa.</p>
<p><b>OBJETIVO(S)/ RESULTADOS</b></p>	<p>- O estudo analisou a eficácia do trabalho prático em “aumentar” o conhecimento dos alunos e a compreensão, tanto do mundo natural como dos processos e práticas de investigação científica;</p> <p>- Constatação: separação aparente, no pensamento dos professores durante o planejamento, entre o ensino do conhecimento científico substantivo e dos</p>

<b>OBJETIVO(S)/ RESULTADOS</b>	procedimentos da investigação científica; - A ênfase maior dos professores estava na apresentação da tarefa e na manipulação dos objetos pelos discentes; - Pouquíssimo tempo era dado a discussão de ideias; - Papel do trabalho prático: ajudar os alunos a desenvolverem as ligações entre as observações e ideias. Mas, essas ideias devem ser introduzidas; - “A forma como a tarefa é apresentada aos estudantes e conduzida na sala de aula pelo docente, é que define o potencial de aprendizagem.”
<b>04. GOMES, Alessandro D.T.; BORGES, A. Tarciso; JUSTI, Rosária. Processos e conhecimentos envolvidos na realização de atividades práticas: revisão da literatura e implicações para a pesquisa. <i>Investigações em Ensino de Ciências</i>, v.13, n. 2, p.187-207, 2008.</b>	
<b>BASE TEÓRICA</b>	- Modelo SDDS (Scientific Discovery as Dual Search, Descoberta Científica como Pesquisa Dupla) que propõe que uma investigação pode ser considerada como um processo de resolução de problemas, subdividido em três sub-processos: formulação de hipóteses, experimentação e análise de evidências; - Klahr e Dunbar (1988): para a resolução de um problema prático identificam dois campos distintos, porém relacionados: o campo das hipóteses e o campo da experimentação.
<b>METODOLOGIA/ AMOSTRA</b>	- Revisão de Literatura.
<b>OBJETIVO(S)/ RESULTADOS</b>	- Este trabalho teve como objetivo fazer uma revisão das pesquisas que abordam os conhecimentos, as habilidades e os processos cognitivos mobilizados durante a realização de atividades práticas; - “[...] o processo da experimentação depende do conhecimento prévio do estudante. A maneira como ele conduz o experimento, os fatores que são selecionados para a investigação e aqueles que são controlados não são características objetivas, mas que decorrem da representação mental que o estudante tem da atividade em questão” (MILLAR; DRIVER, 1987, p. 50); - A compreensão isolada de diversos componentes que caracterizam o processo de experimentação não garante, necessariamente, a compreensão do processo como um todo.
<b>05. SOUZA, M. V. J. et al. Utilização de situação de estudo como forma alternativa para o ensino de física. <i>Revista Ensaio</i>. Belo Horizonte, v. 11, n.1, p. 1-15, 2009.</b>	
<b>BASE TEÓRICA</b>	- Indicações da teoria sócio-histórica de Vygotsky; - Uma proposta de aprendizagem "significativa"; - Ensino por Investigação: o ensino de Ciências deve favorecer nos alunos a capacidade de compreender os fenômenos do mundo, começando pelo contexto mais próximo dos mesmos, até o mais distante.
<b>METODOLOGIA/ AMOSTRA</b>	- Amostra: 320 alunos das oito turmas da primeira série do ensino médio; - Utilização de materiais de baixo custo; - Aplicação de questionário para levantamentos das concepções prévias dos estudantes (antes) e confirmação da construção de conceitos (após); - A sistematização dos trabalhos: encontros de estudo e planejamento das

<b>METODOLOGIA/ AMOSTRA</b>	<p>atividades; visita in lócus; coleta e organização de materiais; montagem de experimentos com aparelhagens alternativas; leitura de textos sobre a temática; produção textual, tais como jornal, cartilha etc.; relatórios das atividades desenvolvidas no laboratório; apresentação das produções desenvolvidas pelos estudantes em eventos;</p> <p>- Todas as aulas foram gravadas em vídeo e ao final de cada aula os estudantes realizavam uma avaliação;</p> <p>- A disciplina desencadeadora da situação foi a Física. Mas, houve a presença conjunta dos professores de Física, Biologia e Química.</p>
<b>OBJETIVO(S)/ RESULTADOS</b>	<p>- O presente estudo teve como objetivos identificar a potencialidade de situações de estudo para o processo de ensino-aprendizagem das Ciências, em especial da Física, perceber se essa metodologia favorece ações interdisciplinares e se é capaz de motivar os alunos.</p> <p>No que diz respeito aos resultados destaca-se que:</p> <p>- A situação de estudo permitiu desenvolver formas de interação interdisciplinar nas dinâmicas das atividades propostas, no qual o resultado final foi qualificado pela qualidade e quantidade dos trabalhos produzidos pelos estudantes – cartilha, jornal, painéis etc.;</p> <p>- Ao trabalhar com a situação de estudo (rio Capibaribe), os estudantes puderam exprimir suas idéias, questionar o saber estabelecido, construir significações e resgatar o prazer de estudar e aprender;</p> <p>- A contextualização propiciou utilizar dimensões presentes na vida pessoal, social e cultural dos alunos. Tais dimensões trabalhadas de forma global, indissociável uma da outra e relacionadas ao contexto escolar, constituem-se em um desafio a todos os envolvidos no processo de ensino-aprendizagem;</p> <p>- As aulas se desenvolveram no contexto da situação de estudo e muitos conceitos puderam ser significados e ressignificados: peso <math>\times</math> massa; força <math>\times</math> aceleração; e outros.</p>
<p><b>06.</b> LABURÚ, Carlos Eduardo; SILVA Osmar Henrique Moura. O laboratório didático a partir da perspectiva da multimodalidade representacional. <b>Ciência &amp; Educação</b>, v. 17, n. 3, p. 721-734, 2011.</p>	
<b>BASE TEÓRICA</b>	<p>- O referencial da multimodalidade representacional aludida por Tyler, Prain e Peterson (2007) e Prain e Waldrup (2006): o discurso científico tem a propriedade de integrar diferentes modos de representar o raciocínio, processos e descobertas científicas;</p> <p>- Aprendizagem significativa.</p>
<b>METODOLOGIA/ AMOSTRA</b>	<p>- Revisão de Literatura: este trabalho dá continuidade às reflexões existentes na literatura da área de educação científica que tratam do papel desempenhado pelo laboratório didático no ensino das ciências.</p>
<b>OBJETIVO(S)/ RESULTADOS</b>	<p>- Este trabalho procura dar continuidade às reflexões existentes na literatura da área de educação científica que tratam do papel desempenhado pelo laboratório didático no ensino das ciências e defende-se a importância desse espaço, na escola, para apropriação, consolidação e aprimoramento dos conceitos científicos;</p> <p>- A estimulação do modo representacional experimental deve ser observada como imperativa para o ensino das ciências, não apenas por retratar a natureza epistemológica do conhecimento científico, mas por carregar uma</p>

<b>OBJETIVO(S)/ RESULTADOS</b>	característica pedagógica cognitivamente singular, que, em combinação com outros modos e formas representacionais, apoia, complementa e aprimora a formação do pensamento científico; - Os autores defendem o laboratório didático como um espaço escolar para mobilizar, instigar e explorar a inteligência dos aprendizes especificamente ligada ao fazer e ao agir.
<b>07. SILVA, Daniela Rodrigues da; PINO, José Del. Aulas de ciências na oitava série do ensino fundamental: uma proposta de projeto curricular como processo em construção. <i>Ciência &amp; Educação</i>, v. 16, n. 2, p. 447- 464, 2010.</b>	
<b>BASE TEÓRICA</b>	- Visão construtivista do conhecimento.
<b>METODOLOGIA/ AMOSTRA</b>	- Imerso no contexto da escola pública estadual, o presente trabalho é resultado de um estudo de caso realizado com a 8ª série do ensino fundamental, na disciplina de ciências; - Amostra: trinta alunos, que, na sua maioria, já frequentava a escola desde as séries iniciais; - Proposta pedagógica diferenciada, desafiadora, com o uso de estratégias metodológicas diversas, justificadas por um planejamento curricular flexível e contextualizado com a realidade em estudo; - Aplicação de um questionário, o qual permitiu à professora ter uma visão inicial das principais características daquele grupo com o qual iria trabalhar e a indicação dos temas gerais que iriam constituir o projeto curricular: esportes, corpo humano e doenças.
<b>OBJETIVO(S)/ RESULTADOS</b>	- Este trabalho procurou apresentar o planejamento e o desenvolvimento de um projeto curricular construído enquanto processo, com o intuito de organizar estratégias metodológicas, entre elas a resolução de problemas, e completar, assim, uma proposta pedagógica com pressupostos construtivistas; - Acredita-se que um novo projeto curricular pode ser construído almejando um equilíbrio entre o contexto onde será desenvolvido e as exigências que constituem o sistema de ensino do qual a escola faz parte; - Entende-se o professor como um interlocutor reflexivo entre a realidade da escola e o que é imposto pelo sistema educacional; - Ao planejar e desenvolver um novo projeto curricular, o professor inicia também um processo de reconstrução do papel do aluno; - Para que o professor consiga compreender o seu fazer e analisar o contexto em que atua, este precisa ter consciência das suas limitações e buscar, na interlocução entre teoria e prática, elementos que o ajudem a refletir sobre seu fazer.

Fonte: o autor, 2013.

Acredita-se que o quadro anterior é autoexplicativo. Entretanto, pressupõe-se ser necessário identificar regularidades, contradições, ou avanços no domínio conceitual e metodológico, bem como, quanto aos objetivos compreendidos e resultados alcançados.

Referente à base teórica, novamente nota-se o predomínio de modelos construtivistas de aprendizagem: Lavoven et al. (2004) apud Laburú, Silva e Barros (2008) dão ênfase à manipulação de equipamentos simples para o ensino-aprendizagem de Física, e ancora-se na teoria de que o conhecimento é resultado de composições da mente humana (artigo 01); já Buffler et al. (2001) e Gomes et al. (2008), apud Laburú, Silva e Sales (2010) (artigo 02) indicam duas categorias para o ensino-aprendizagem de Ciências: o conhecimento do tipo declarativo (vinculado aos conceitos científicos, aos entendimento dos fenômenos e às relações entre grandezas físicas e teorias); e o conhecimento do tipo procedimental (o qual se refere a problemática sobre como os estudantes agem no encaminhamento de uma medição e no julgamento dos resultados obtidos); soma-se a isso o modelo SDDS (Scientific Discovery as Dual Search, que quer dizer Descoberta Científica como Pesquisa Dupla), o qual propõe que uma investigação pode ser considerada um processo de resolução de problemas, subdividido em três sub-processos: formulação de hipóteses, experimentação e análise de evidências (artigo 04); há também indicações das teorias sócio-histórica de Vygotsky (artigo 05) e da aprendizagem significativa de Ausubel (artigos 05 e 06) e do referencial da Multimodalidade Representacional, aludida por Tyler, Prain e Peterson (2007) e Prain e Waldrip (2006) (artigo 06); de acordo com este referencial, o discurso científico tem a propriedade de integrar diferentes maneiras de representar o raciocínio, processos e descobertas científicas; por fim, destaca-se o trabalho publicado por Abrahams e Millarb (2008), que embasam seu estudo nas ideias de Brodín (1978) e Millar e et al. (1999), as quais realçam a finalidade fundamental do trabalho prático (artigo 03).

Destes modelos construtivistas chama a atenção: Laburú, Silva e Barros (2008) ao utilizarem materiais simples e de baixo custo para a realização de experimentos feitos pelos próprios alunos, assinalam a possibilidade de aprimoramento de habilidades manuais do mesmo. Isso infere que a ênfase do ensino experimental está mais nos processos cognitivos e de ação com os objetos que nos equipamentos sofisticados, ou no local específico destinado à realização de atividades práticas.

Corroborando neste sentido, Gomes, Borges e Justi (2008) ao enfatizarem a relevância das idéias prévias dos alunos. Estes últimos autores afirmam que, por meio da interação de idéias (hipóteses), é possível que os diversos componentes que caracterizam o processo de experimentação podem permitir a compressão do processo como um todo pelos alunos.

Destaca-se também o trabalho de Souza et al. (2009), embora não sejam os únicos que adotam uma metodologia de ensino-aprendizagem que utiliza materiais e instrumentos do

universo cotidiano dos estudantes com o intuito de significar/ressignificar conceitos básicos da Física por meio da interação entre os mesmos.

No entanto, Laburú e Silva (2011) vão além, ao propor o laboratório didático a partir da perspectiva da Multimodalidade Representacional. Segundo estes pesquisadores, a ação experimental sobre e com os objetos do mundo natural e instrumentação envolvida deve ser ponderada como uma modalidade representacional que deveria compor o espectro multimodal de representações de ensino, com o objetivo de tornar o discurso e as ideias científicas mais integradas e significativas.

Outra publicação, a de Abrahams e Millarb (2008), reforça tais premissas ao enfatizar que não basta a ação com os objetos; é imprescindível que os discentes trabalhem as idéias. Em outras palavras, as atividades práticas não podem ser reduzidas à realização de uma tarefa, em que há a simples manipulação de objetos; todavia, deve suscitar a imaginação dos alunos por meio da observação e de suas idéias.

Ainda nesse âmbito, Silva e Pino (2010) ousam, por meio de um estudo de caso com alunos da 8ª série do ensino fundamental, ao empregarem uma metodologia de ensino-aprendizagem flexível e inovadora, ancorada no contexto dos alunos e com a participação destes na elaboração de tal metodologia. Assim, tentaram buscar um equilíbrio a partir da reflexão da atuação docente e da ação dos discentes.

Por outro lado, Laburú, Silva e Sales (2010) ressaltam que o ensino-aprendizagem de Física deve ir além de aprender os seus conceitos de modo qualitativo, mas deve envolver os aprendizes na determinação experimental de suas grandezas e na discussão dos seus resultados, a partir de cálculos de médias e aproximações.

Concernente aos resultados parece haver um consenso de que a ação do docente deve ser repensada a fim de proporcionar uma participação mais efetiva dos estudantes desde a proposição do problema até a sua solução. Isso deve ocorrer de modo que haja uma ênfase nos processos que estimulam o uso de conhecimento conceitual e procedimental.

Portanto, cabe ao docente pensar, planejar e desenvolver um projeto curricular dentro do contexto de seus estudantes. Assim, espera-se que o docente possa dar início a um processo de reconstrução do papel dos alunos, os quais podem passar a refletir o que lhes é apresentado na escola e conseqüentemente também podem ver e entender a escola como um lugar atraente e curioso, em que podem aprender a partir de suas próprias ações, e por meio das interações com os colegas, bem como com todo ambiente escolar.

## 2.4 - Fundamentação Teórica

### 2.4.1 - A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel

Para o desenvolvimento desta investigação, aportou-se na Teoria da Aprendizagem Significativa proposta por David Ausubel (1918 - 2008) na década de 1970. Tal teoria procura explicar os mecanismos internos que ocorrem na mente humana com relação ao aprendizado e à estruturação do conhecimento. Para Ausubel, o termo “estrutura cognitiva” tem o significado de uma estrutura hierárquica de conceitos (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Nessa passagem é curioso notar que Ausubel era psicólogo e suas preocupações versavam sobre a sala de aula, estando dessa forma, mais próximas de uma teoria de ensino-aprendizagem do que de uma teoria psicológica (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

De acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa, os conhecimentos prévios, *subsunçores*<sup>4</sup>, dos aprendizes são imprescindíveis para garantir a assimilação de novos conceitos e de proposições na estrutura cognitiva dos mesmos, para a construção de significados ou de estruturas mentais que permitam (re)descobrir outros conhecimentos, caracterizando, dessa maneira, uma aprendizagem verdadeiramente significativa e eficiente (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Em Física, por exemplo, se o conceito de força existe na estrutura cognitiva dos discentes, tal conceito servirá de subsunçor para novas informações referentes a certos tipos de forças, como peso e tração.

Desse modo, acredita-se que os novos conhecimentos, ao interagirem com subsunçores específicos, modificam-nos, e os mesmos modificados tendem a tornarem-se mais abrangentes e podem servir de âncora para a aquisição de outras informações, propiciando a ocorrência da aprendizagem significativa.

Ausubel, Novak e Hanesian (1980) depreendem que esse processo recebe o nome de reconciliação integrativa, pois propicia uma integração do significado do novo conceito, ou da nova proposição, na estrutura cognitiva existente. Esses teóricos ainda sugerem levar em conta que, num processo de ensino-aprendizagem, também pode acontecer o aprofundamento

---

<sup>4</sup> Ponto de ancoragem, conhecimentos pré existentes na estrutura cognitiva e que fazem uma espécie de ponte com o “novo conceito”, dando origem ao subsunçor modificado que será incorporada a estrutura cognitiva do aprendiz.

de conceitos estudados, o que chamam de princípio da diferenciação progressiva, como resultado de uma “negociação” de significados.

Seguindo esses posicionamentos, e com base nas características do trabalho experimental, acredita-se que a ênfase em habilidades cognitivas (levantamento e teste de hipóteses, estabelecimento de comparações e generalizações) voltadas para a construção de conhecimentos, pode representar um processo de reelaboração de um conhecimento mais significativo para os alunos. As ideias emergentes, no momento da realização da experiência, integram percepções, conhecimentos e representações das pessoas envolvidas na aula, permitindo que diferentes saberes sejam conjugados no processo de construção do conhecimento.

Pode-se, então, inferir que ocorre aprendizagem significativa de um determinado conceito, quando este se relaciona de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária (não aleatória) com outros conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980). Em suma, Ausubel defende que o ensino-aprendizagem deve partir do que o sujeito sabe e não do que o mesmo não sabe.

Em contrapartida, quando o conteúdo escolar ensinado/apreendido não se “liga” a algo conhecido, ocorre a chamada aprendizagem mecânica, isto é, as novas informações são “aprendidas” sem interagir com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva dos alunos. Subentende-se que os alunos, em Física, ao realizarem a simples memorização de fórmulas, leis e conceitos, estão realizando uma aprendizagem mecânica, pois não buscam estabelecer relações com conhecimentos anteriormente aprendidos.

Nos dizeres de Ausubel, Novak, Hanesian

[...] a aprendizagem significativa é mais eficaz devido às vantagens inerentes à relação substantiva e não arbitrária das novas ideias com as ideias relevantes, estabelecidas na estrutura cognitiva, uma quantidade maior de material é incorporada mais facilmente e torna-se mais disponível imediatamente após a aprendizagem (mais aprendizagem ocorre) (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 113).

Contudo, pelas leituras efetuadas, percebe-se que Ausubel, em sua teoria, não estabelece a distinção entre aprendizagem significativa e mecânica como sendo uma dicotomia, e sim, como uma dimensão da aprendizagem em que se pode passar de um extremo para outro de modo contínuo. Quando um indivíduo adquire informações numa área completamente nova, ocorre a aprendizagem mecânica, até que alguns elementos de conhecimento, novas informações na mesma área, existam na estrutura cognitiva e possam servir de âncora (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Os referidos autores sustentam a ideia de que, se os aprendizes não conseguiram resolver um problema, isso não significa, que eles tenham somente memorizado os princípios e conceitos relevantes à solução do problema, pois implica também certas habilidades, além da compreensão, e procedimentos previamente adquiridos. Por isso, é possível pensar que as habilidades cognitivas indicam facilidade em processar informação (por exemplo, testar e relacionar idéias) e, para que se transforme em competências, será necessário investimento em experiências de ensino-aprendizagem. Contudo, isso implica em reorganização de esquemas disponíveis no estoque de conhecimentos de cada pessoa.

Por outro lado, de acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1980), podem ocorrer três tipos de aprendizagem significativa:

- Representacional (ou de Representações) - é basicamente uma associação simbólica primária, que atribui significados a símbolos isolados como, por exemplo, quando o professor mostra a um aluno um fio, pergunta o que é aquilo e o este responde “fio”. Constitui o tipo mais elementar de aprendizagem significativa.
- Conceitos - é a aprendizagem do significado dos conceitos, isto é, dos seus atributos criteriosais, como o significado de uma palavra, massa, por exemplo. No entanto, os autores mencionados estabelecem uma distinção entre a formação e a assimilação de conceitos. O primeiro ocorre predominantemente em crianças em idade pré-escolar, tendo como característica a aquisição indutiva e espontânea de ideias genéricas. O outro é concebido como uma forma dominante da aquisição de conceitos comum em estudantes em idade escolar ou adultos; o aprendizado de novos significados conceituais se dá por meio do contato com os atributos essenciais e as relações destes com ideias relevantes estabelecidas na estrutura cognitiva do discente.
- Proposicional - necessita do conhecimento prévio de conceitos e símbolos. Visa promover uma compreensão sobre ideias expressas por meio de grupos de conceitos que formam uma proposição. Desta forma, vários níveis de abordagem devem ser contemplados pelo material, como por exemplo, o entendimento da importância da eletricidade em uma casa.

Ausubel, Novak e Hanesian (1980) ponderam que a estrutura cognitiva humana (constituída pelo que o indivíduo sabe) é altamente organizada e hierarquizada, na qual informações mais específicas estão ligadas a conceitos mais gerais. Por isso, o processo cognitivo pode ser visto como uma constante reorganização de conceitos e informações novas, que interagem com ideias prévias na estrutura cognitiva, de tal forma que, no final do

processo de assimilação, não é possível discernir o conceito inicial do que foi incorporado. Logo, a assimilação de conhecimentos ocorre sempre que uma nova informação interage com outra existente na estrutura cognitiva.

Para os autores o processo de assimilação não é ponto final da aprendizagem significativa, pois a interação entre um conhecimento anteriormente apresentado e um novo possibilita a aquisição de novos significados, e pode resultar na modificação de ambos e ainda dar origem a um novo produto interacional, com novo significado.

Tal visão pode ser exemplificada pelo fato de que a maioria das disciplinas escolares é constituída de conceitos que, combinados, apresentam um novo significado na forma de proposições. Pelo exposto, nota-se que é exigido muito mais do que aprender os significados dos conceitos componentes para se aprender uma proposição.

Quanto ao valor explicativo da assimilação, Ausubel, Novak e Hanesian (1980) supõem três maneiras diferentes para aumentar o poder de fixação de conhecimento por meio da assimilação. Em primeiro lugar, quando se torna apoiada “a uma forma modificada de uma ideia existente altamente estável na estrutura cognitiva, o novo significado altera o equilíbrio” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 107) dessa última. Em segundo lugar, “este tipo de ‘apoio’, continuando durante o armazenamento da relação não arbitrária, original, entre a nova idéia e a idéia estabelecida, também protege o significado da interferência exercida pela idéias posteriormente encontradas” (IBID, p. 107). E em terceiro lugar, “o fato de a nova ideia significativa ser armazenada na relação com a(s) ideia(s) particular(es) mais relevante(s) na estrutura cognitiva” (IBID, p. 107).

Diante disso, na prática, acredita-se que tanto a aprendizagem significativa, como a mecânica, podem ocorrer por meio dos seguintes métodos, isto é, como a informação é interiorizada: por recepção ou por descoberta, sendo que, no caso escolar, geralmente tal descoberta não ocorre de forma autônoma por parte dos alunos, e sim sob orientação do docente. Assim, adota-se a concepção de “Aprendizagem Orientada para a Descoberta” que é mais apropriada do que a “Aprendizagem por Descoberta Autônoma”, conforme proposto por Ausubel, Novak e Hanesian (1980).

#### **2.4.2 - Aprendizagem Orientada para a Descoberta e por Recepção**

Ausubel, Novak e Hanesian (1980) propõem que, na Aprendizagem por Recepção, o que deve ser aprendido é exposto pelo professor aos aprendizes em sua forma final

(proposição a ser compreendida ou memorizada), e os mesmos podem, ou não, conseguir estabelecer ligações a conceitos prévios relevantes existentes em sua estrutura cognitiva.

Por outro lado, na Aprendizagem Orientada para a Descoberta, o conteúdo principal a ser aprendido deve ser descoberto pelos estudantes, por meio “de proposições que representem ou a solução para problemas sugeridos ou sequência de etapas para a sua solução” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 51). Tal conduta discente deve ser mediada pela atuação do docente, que deve questionar e orientar os alunos, ajudando-os a aprender. Entretanto, ainda que use tal método, a aprendizagem só é significativa se o conteúdo “descoberto” estabelecer ligações a subsunçores relevantes efetivos da estrutura cognitiva dos alunos.

De acordo com a concepção ausubeliana, em se tratando de aprendizagem de conteúdo de Física, por exemplo, o que for descoberto pode se tornar significativo, da mesma forma que aquilo que for apresentado aos estudantes na aprendizagem receptiva.

No entanto,

do ponto de vista do processo psicológico, aprendizagem por descoberta significativa é obviamente mais complexa do que a aprendizagem receptiva significativa. Envolve uma experiência prévia na solução de problema antes que o significado emerja e possa ser internalizado (AUSUBEL, 1961 apud AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Pode-se notar que, no caso da experimentação em Física, em particular, a atuação do docente é de fundamental importância em aula, afim de que se possa orientar os estudantes em suas descobertas. Se o objetivo das aulas práticas for simplesmente o de fazer com que os estudantes aprendam um determinado conteúdo por recepção, isso poderia ser empreendido por uma aula expositiva.

Assim, o processo de estimular a descoberta do conhecimento a ser aprendido deve ser em nosso entendimento, o principal diferencial das aulas práticas. Embora, deve-se considerar que o ensino-aprendizagem seria ineficiente, se os alunos tivessem de redescobrir todos os conteúdos para que a aprendizagem fosse significativa (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980). Dessa maneira,

[...] a aprendizagem pela descoberta não é simplesmente um método primário exequível de transmissão de grandes corpos de conteúdo da matéria (para alunos que são capazes de aprender conceitos e princípios mediante o ensino expositivo) para justificar o grande aumento de tempo e despesas que envolve (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 434).

Como especificado no Capítulo 1, dentre os objetivos do Ensino de Ciências nesta perspectiva de aprendizagem, figuram o desenvolvimento de habilidades cognitivas, bem

como o de estratégias de investigação e de cooperação. Os aprendizes não pensam a partir de quadros de referência teóricos, mas, sobretudo por observar e acreditar no que veem (CHALMERS, 1993).

Desse ponto de vista, o método da “Aprendizagem Orientada para a Descoberta” pode ser especialmente adequado a certas finalidades como, por exemplo, a aprendizagem de procedimentos científicos em certa disciplina, como no caso da Física, porém, para a aquisição de grandes corpos de conhecimento, pode não ser factível. Desse modo, o que se espera é que a experimentação possibilite aos estudantes realizarem: levantamento de hipóteses e testá-las; comparações; generalizações e a busca de soluções de situações problemáticas que conduza à reestruturação de seus conhecimentos.

Outro ponto que merece destaque também é que nas situações informais (fora da escola), boa parte dos problemas do cotidiano dos alunos também é enfrentada e resolvida por meio da Aprendizagem por Descoberta Autônoma e por Recepção, podendo ocorrer concomitantemente, na mesma tarefa de aprendizagem ou não. “Concluída a aprendizagem por descoberta, o conteúdo descoberto torna-se significativo da mesma forma que o conteúdo apresentado torna-se significativo na aprendizagem receptiva” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 20 - 21).

### **2.4.3 - Condições para Ocorrência de Aprendizagem Significativa**

Segundo a Teoria de Ausubel no âmbito das estratégias de ensino-aprendizagem, para que as mesmas propiciem uma aprendizagem significativa, algumas condições necessitam ser observadas (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980):

- identificar o que o estudante já sabe, isto é, a estrutura em que irão ancorar os novos saberes;
- o aluno precisa estar disposto a aprender. É necessário que o aprendiz queira relacionar o(s) novo(s) conhecimento(s) de maneira: (i) não arbitrária, isto é, que a nova informação não se relacione com qualquer aspecto da estrutura cognitiva, mas com os subsunçores; e (ii) substantiva (não literal), isso significa incorporar à estrutura cognitiva do aprendiz a substância do novo conhecimento e não as palavras usadas para expressá-lo;

- o conteúdo a ser ensinado/aprendido necessita ser potencialmente significativo. “Os fatores mais significativos que influenciam o valor, para o aprendizado, dos materiais de ensino, referem-se ao grau em que estes materiais facilitam uma aprendizagem significativa” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 293). Para os autores aludidos, o material potencialmente significativo deve apresentar uma ordem lógica. Acredita-se que as atividades experimentais empreendidas nessa pesquisa são potencialmente significativas, por: considerar que os conteúdos são tradicionalmente discutidos nesse nível de escolaridade; perceber que os estudantes já possuem alguns subsunçores necessários para que ocorra a aprendizagem significativa dos conteúdos sobre conceitos básicos da mecânica (força, massa, velocidade, peso etc);

Entretanto, não se tem a ilusão de que, via de regra, essas variáveis por si só, garantam uma aprendizagem significativa, pois é imprescindível considerar o papel do professor, como mediador da comunicação entre sujeitos; propiciando a negociação e apropriação de significados.

Há outra questão importante segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980): o hábito de decorar não representa o maior perigo da aprendizagem receptiva significativa, mas sim a ilusão de acreditarem que compreenderam determinado assunto, quando na verdade aprenderam apenas conjuntos vagos e confusos de verbalismos.

Tendo esse referencial teórico como base, procurou-se tecer uma metodologia de aula que pudesse, de algum modo, levar os discentes a manifestarem uma disposição para relacionar, de modo não arbitrário e não literal, o que estava sendo proposto com o que estava presente em sua estrutura cognitiva, com o intuito de desenvolver habilidades cognitivas e propiciar uma aprendizagem significativa de alguns conceitos de Física.

## **CAPÍTULO 3**

### **METODOLOGIA**

#### **3.1 - Considerações Iniciais**

Este capítulo tem como propósito apresentar a trajetória da pesquisa. Tenta-se evidenciar algumas considerações sobre as estratégias metodológicas que foram adotadas e suas implicações na pesquisa educacional com abordagem qualitativa.

No sentido de torná-lo mais organizado, compreensivo e funcional, o capítulo foi dividido em seis seções e duas subseções: na primeira, faz-se as considerações iniciais a respeito da apresentação da estrutura geral do capítulo (3.1); em seguida, procura-se descrever a população e amostra utilizadas, bem como os critérios que presidiram à sua escolha (3.2); na sequência, descreve-se o cenário e as etapas da pesquisa (3.3); na seção (3.4) fundamenta-se a abordagem metodológica das aulas; e na (3.5) descreve-se a metodologia da pesquisa ; a sexta (3.6) trata das estratégias dos experimentos e está dividida em duas sub-seções, a (3.6.1) ocupa-se do experimento: flutua ou afunda? E a subseção (3.6.2) aborda o experimento: será que a sacola aguenta?

#### **3.2 - População e Amostra**

A escolha da turma foi feita pela professora de Ciências que ministrava aulas teóricas por ser a sua melhor turma de 9º ano, dentre as sete existentes na escola.

De acordo com a docente, a turma pesquisada iniciou o ano estudando conteúdos de Química, e no segundo semestre, estavam sendo trabalhados conteúdos de Física. No momento da apresentação da pesquisa aos discentes, a professora relatou que estava iniciando a apresentação de “conceitos e equações básicas da cinemática”. Porém, ao final da coleta de dados das atividades, quando questionada sobre o andamento dos conteúdos, a mesma asseverou que os estudantes estavam “aprendendo força”. Considera-se relevante destacar que todos os alunos possuíam livros de Ciências, do 9º ano, oferecidos pela Secretaria Estadual de Educação de Minas Gerais (SEE-MG).

A pesquisa em questão foi realizada em uma sala de aula<sup>5</sup> constituída por 33 alunos do 9º ano do ensino fundamental, porém somente 15 manifestaram interesse em participar do estudo do começo ao fim. Os demais desistiram em diferentes momentos, ou não quiseram participar desde a apresentação da proposta.

Outro aspecto que também chama a atenção é que, embora a maioria dos participantes da pesquisa seja do sexo feminino (76,47%), o pequeno percentual de participação dos meninos (23,53%) não ocorreu devido ao pequeno quantitativo destes, mas sim porque muitos meninos desistiram de participar da pesquisa.

### **3.3 - Cenário e Etapas da Pesquisa**

A pesquisa foi realizada em uma escola municipal da cidade de Uberlândia/MG, localizada em uma região considerada não central da cidade e atende a estudantes de todos os anos do ensino fundamental, divididos em dois turnos: manhã (7º, 8º e 9º ano) e tarde (demais anos), totalizando aproximadamente 900 alunos. Os alunos, em sua maioria, vivem no entorno da escola e participam da comunidade local.

Quanto à adoção do CBC pela escola municipal pesquisada, a diretora alegou que o utiliza porque segue uma recomendação da Superintendência Regional de Ensino (SRE) de Uberlândia-MG.

No tocante à investigação, realizou-se uma experiência educativa que se desenvolveu ao longo de quatro aulas, elaboradas segundo os Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV, ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2007). São eles: Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento. A primeira aula correspondeu à Problematização Inicial, as duas seguintes constituíram a Organização do Conhecimento (sendo uma aula para cada grupo) e a quarta correspondeu à Aplicação do Conhecimento.

Vale salientar que o uso dessa estratégia de ensino-aprendizagem está em consonância com a ideologia do professor-pesquisador, assim como com a teoria que fundamenta esta pesquisa, a Aprendizagem Significativa de Ausubel.

No que se refere à aplicação das atividades experimentais, seguiu-se a metodologia de trabalho adotada pela escola, com a divisão da sala de aula em dois grupos (grupo 1 e grupo 2) para as aulas práticas, sem a alteração dos componentes de tais grupos. Em uma semana

---

<sup>5</sup> A professora foi convidada a participar da pesquisa, mas não realizou nenhuma das atividades propostas.

uma parte da turma de 9º ano realizava atividade prática e na semana seguinte, a outra parte que havia participado de aula teórica. Isso era possível porque a turma possuía uma professora para as aulas teóricas e outra para as práticas, e estas ocorriam exclusivamente no laboratório. Para que as docentes e a diretora da escola pudessem estar cientes de todas as etapas do estudo, cada uma delas recebeu uma cópia do projeto de pesquisa aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFU.

Enfatizou-se, naquele momento, que as atividades a serem desenvolvidas não teriam apenas o intuito de se colocar em prática o conteúdo que fora anteriormente estudado, nem se constituiriam uma forma de demonstração de uma teoria, mas sim, desenvolver habilidades cognitivas por parte dos estudantes e, assim, buscar soluções para viabilizar a aprendizagem significativa.

Com relação ao local de realização das atividades experimentais, também se seguiu a rotina da escola, fazendo-se uso do laboratório da instituição, embora se acredite que as atividades experimentais trabalhadas poderiam ter sido efetuadas em qualquer ambiente da escola, inclusive na sala de aula.

Por conseguinte, as duas atividades práticas foram realizadas no laboratório, enquanto que as demais atividades (Quadro 3) ocorreram com toda a turma na própria sala de aula, com a presença da professora (de teoria) em alguns momentos, como ouvinte. Embora tal professora fosse considerada a professora principal da turma, e tivesse sido convidada a participar da pesquisa e assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), a mesma não foi considerada sujeito da pesquisa, pois ela não desenvolveu nenhuma atividade, porque ficou envolvida com outras ocupações de seu trabalho docente, nem tampouco disponibilizou seus planejamentos para serem consultados. Por outro lado, a professora de laboratório também foi convidada, mas não assinou o TCLE. Entretanto, em vários momentos se aproximou das atividades e questionou alguns alunos.

Diante das considerações tecidas até então, apresenta-se a seguir um quadro (Quadro 3) contendo uma síntese das tarefas executadas pelos pesquisadores na referida escola, durante este estudo.

**Quadro 3: Síntese das Tarefas Executadas**

<b>TAREFA 01</b>	- Apresentação da PESQUISA à diretora, à professora e aos estudantes de uma turma do 9º da Escola Municipal Professor Otávio Batista Coelho Filho.
<b>DATA/DURAÇÃO</b>	- 05/10/2011;

<b>DATA/ DURAÇÃO</b>	- Das 09h 00min às 09h 50min.
<b>PROCEDIMENTOS</b>	- Apresentação dos PESQUISADORES; - Conversa inicial com a diretora, as professoras e os estudantes do 9º ano; - Diálogo inicial e percepção de todas as partes envolvidas; - Exibição do projeto de pesquisa pelos pesquisadores; - Convite aos discentes para participarem da pesquisa.
<b>ALGUMAS CONSIDERAÇÕES</b>	- Considerou-se em princípio boa a recepção dos alunos, da diretora e das professoras diante da proposta de pesquisa; - A partir desse momento, foi necessário realizar uma possível revisão da metodologia da pesquisa para se adequar ao tempo oferecido pela instituição de ensino pesquisada.
<b>TAREFA 02</b>	- Validação da Atividade Prévia (Apêndice 02) e da Atividade Final (Apêndice 05).
<b>DATA/ DURAÇÃO</b>	- 06/10/2011; - Das 09h 00min às 11h 20min.
<b>PROCEDIMENTOS</b>	- Aplicação de cada uma destas ATIVIDADES em outras duas turmas indicadas pela professora de Ciências e que não participariam da pesquisa, sendo uma atividade para cada turma; - Cada uma das atividades foi respondida por apenas uma sala, e de maneira individual, em um intervalo de tempo de até 50 minutos.
<b>ALGUMAS CONSIDERAÇÕES</b>	- As Atividades Prévia e Final foram validadas antes de serem consideradas ferramentas confiáveis de recolha de dados pelos pesquisadores e algumas modificações na linguagem e formulação dos materiais foram realizadas. Diante disso, esperou-se que se os participantes errassem a resposta a uma pergunta, isso deveria acontecer por falta de conhecimento acerca do conteúdo, e não por entender a pergunta de maneira incorreta ou não entendê-la.
<b>TAREFA 03</b>	- Apresentação do TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) (Apêndice 05).
<b>DATA/ DURAÇÃO</b>	- 10/10/2011; - Das 10h 40min às 11h 20min.
<b>PROCEDIMENTOS</b>	- Apresentação e Entrega do TCLE para: as professoras; os alunos (o que deveria ser levado para o responsável).
<b>ALGUMAS CONSIDERAÇÕES</b>	- Documento exigido pelo Comitê de Ética da UFU-MG, sendo considerado um dos documentos mais importantes de um protocolo de pesquisa com seres humanos.
<b>TAREFA 04</b>	- Recolhimento do TCLE.
<b>DATA/ DURAÇÃO</b>	- 17/10 /2011; - Das 09h 00min às 09h 50min.

<b>PROCEDIMENTOS</b>	- Recolhimento de todos os TCLE; - Esclarecimentos de eventuais dúvidas dos alunos quanto à participação na pesquisa.
<b>PROCEDIMENTOS</b>	
<b>ALGUMAS CONSIDERAÇÕES</b>	- Alguns pais ou os responsáveis tomaram conhecimento da pesquisa e assinaram o TCLE autorizando o menor, quando foi o caso, a participar da pesquisa.
<b>TAREFA 05</b>	- Aplicação da ATIVIDADE PRÉVIA aos participantes da pesquisa; Considerado o primeiro momento pedagógico, Problematização Inicial. Neste momento foram apresentadas situações reais, que possivelmente faziam parte do universo temático dos estudantes. Tais situações se relacionavam com o tema e com os conteúdos que seriam trabalhados, durante as atividades práticas.
<b>DATA/ DURAÇÃO</b>	- 31/10 /2011; - Das 09h 00min às 09h 50min.
<b>PROCEDIMENTOS</b>	- A atividade Prévia foi respondida individualmente, em sala de aula e no intervalo de tempo de até 50 minutos.
<b>ALGUMAS CONSIDERAÇÕES</b>	- As concepções só seriam socializadas e discutidas ao final da atividade e no decorrer da pesquisa para que naquele momento cada um pudesse expressar sem influência do colega; - Procurou-se assim identificar os conhecimentos prévios de cada aluno. Mesmo que este tivesse dúvidas sobre as questões que lhe eram dirigidas, enfatizou-se que era importante que ele explicitasse sua maneira de pensar sobre o assunto.
<b>TAREFA 06</b>	- Divisão da classe em dois grupos (Grupo 01 e Grupo 02).
<b>DATA/ DURAÇÃO</b>	- 07/11/2011; - Das 09h 00min às 09h 50min.
<b>PROCEDIMENTOS</b>	- Confirmação da divisão da turma existente na disciplina Ciências, em dois grupos; - Um grupo construiu um experimento proposto pelos pesquisadores, enquanto que o outro pode escolher um dentre três que lhes foram apresentados, porém sem que ambos os grupos soubessem disso.
<b>ALGUMAS CONSIDERAÇÕES</b>	- Como não seriam aplicados todos os quatro experimentos a intenção de permitir que um dos grupos pudesse escolher um experimento, era tentar verificar se isso influenciaria na motivação de algum dos grupos.
<b>TAREFA 07</b>	- Construção do EXPERIMENTO: FLUTUA OU AFUNDA? (Apêndice 03) Considerado o segundo momento pedagógico, Organização do Conhecimento. Nesta etapa foram trabalhados os conteúdos necessários para a solução dos problemas levantados e relacionados à problematização inicial.
<b>DATA/ DURAÇÃO</b>	- 21/11/2011;

<b>DATA/ DURAÇÃO</b>	- Das 09h 50min às 11h 20min.
<b>PROCEDIMENTOS</b>	- Construção do Experimento simples com materiais de baixo custo; - O grupo 1 realizou o experimento investigativo proposto pelos pesquisadores. - Cada aluno, organizado em dupla, recebeu um material contendo as questões investigativas e as respondeu à medida que a dupla construía o artefato;
<b>ALGUMAS CONSIDERAÇÕES</b>	- Todos os dados obtidos do processo de execução das atividades (relatos, fotos, filmagens, anotações) foram transcritos, para serem analisados;
<b>TAREFA 08</b>	- Construção do EXPERIMENTO: SERÁ QUE A SACOLA AGUENTA? (Apêndice 04) Também considerado o segundo momento pedagógico, Organização do Conhecimento, porém para o Grupo 2.
<b>DATA/ DURAÇÃO</b>	- 28/11/2011; - Das 09h 50min às 11h 20min.
<b>PROCEDIMENTOS</b>	- Construção do Experimento simples com materiais de baixo custo; - O grupo 2 realizou o experimento investigativo escolhido pelo próprio grupo, dentre três propostos pelos pesquisadores. - Cada aluno recebeu um material contendo as questões investigativas e as respondeu à medida que a dupla construía o artefato.
<b>ALGUMAS CONSIDERAÇÕES</b>	- Todos os dados também obtidos durante o processo de execução das atividades (relatos, fotos, filmagens, anotações) foram transcritos, para serem analisados.
<b>TAREFA 09</b>	- Aplicação ATIVIDADE FINAL aos participantes da pesquisa. Considerado o terceiro momento pedagógico, Aplicação do Conhecimento. Nesta etapa outras situações diferentes da problematização inicial foram abordadas de forma a serem compreendidas com base nos mesmos conceitos.
<b>DATA/ DURAÇÃO</b>	- 30/11/2011; - Das 09h 50min às 10h 40min.
<b>PROCEDIMENTOS</b>	- A Atividade Final assim como a Atividade Prévia foi respondida individualmente, em sala de aula e em no máximo 50 minutos; - Tratou-se de questões relacionadas aos conceitos trabalhados durante as atividades e lançados inicialmente na Atividade Prévia.
<b>ALGUMAS CONSIDERAÇÕES</b>	- Com isso espera-se obter uma possível indicação do(s) conhecimento(s) assimilado(s) pelos participantes, sobre os conteúdos trabalhados durante as aulas.

Fonte: o autor, 2013.

### 3.4 - Metodologia das Aulas

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram trabalhadas aulas que abordaram parte de conteúdos de Mecânica: movimento, força e equilíbrio de corpos, dentro e fora da água.

A dinâmica didático-pedagógica foi fundamentada pela perspectiva de uma abordagem temática conhecida como os “Três momentos pedagógicos”, a qual passou a ser disseminada a partir dos anos 1980. Tal dinâmica, abordada inicialmente por Delizoicov em sua dissertação de mestrado no ano de 1982, busca promover a transposição da concepção de educação de Paulo Freire para o espaço da educação formal (DELIZOICOV, ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2007). Segundo estes autores cada um dos momentos possui funções específicas e diferenciadas, embora estejam inter-relacionados. A seguir, procurou-se discorrer sobre cada um desses momentos:

- **Problematização Inicial:** apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas. Nesse momento pedagógico, os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, a fim de que o professor possa ir conhecendo o que eles pensam. A finalidade da problematização inicial na abordagem temática freireana é a de preparar a introdução do conceito científico no momento seguinte, isto é, na organização do conhecimento. Ambiciona-se conscientizar os alunos da necessidade de outros conhecimentos para a compreensão da situação-problema, ou seja, os conceitos científicos já selecionados para serem abordados na organização do conhecimento (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2007);
- **Organização do Conhecimento:** momento em que, sob a orientação do docente, os conhecimentos necessários para a compreensão do tema e da problematização inicial são estudados. No entanto, para que os discentes compreendam cientificamente as situações problematizadas, o papel do professor na *organização do conhecimento* consiste em desenvolver diversas atividades. O professor deverá questionar até o ponto em que os alunos irão perceber que as informações que eles sabiam sobre determinado tema não são suficientes, sendo necessária a busca de mais conhecimento. Espera-se que, neste momento, sejam agregados os significados desejáveis e necessários à palavra que representa o conceito sistematizado, que foi introduzido na problematização (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2007);

- **Aplicação do Conhecimento:** momento que se destina a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelos alunos, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo, quanto outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento. No entanto, o processo da significação conceitual tem início na problematização (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2007).

Adiante se expõe a metodologia da pesquisa em questão, a qual se julga apropriada ao estudo empreendido.

### 3.5 - Abordagem Metodológica da Pesquisa

Segundo Moroz e Gianfaldoni (2006), o conhecimento científico é uma forma de conhecimento e a pesquisa científica tem suas características próprias. Dessa maneira, a pesquisa científica divide-se em dois grandes campos: a pesquisa empírica e a pesquisa teórica, sendo que o tipo de dado utilizado é o fator determinante do tipo de pesquisa. Entre os diferentes tipos de pesquisa empírica, existem as denominadas pesquisas descritivas, na qual os investigadores utilizam uma abordagem qualitativa, pois abordam o “mundo” de maneira minuciosa.

Nesse sentido, a pesquisa que aqui se delinea é empírica, descritiva e possui uma metodologia que privilegia a abordagem qualitativa. Utiliza-se esta abordagem, pois sua principal característica é a sua natureza interpretativa e permite uma diversidade de enfoques para compreender o objeto de estudo. Para Bogdan e Biklen (1994), a investigação qualitativa "exige que o mundo seja examinado com a idéia de que nada é trivial, que tudo tem potencial para constituir uma pista que nos permita estabelecer uma compreensão mais esclarecedora do nosso objeto de estudo" (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 49).

Por isso, parte-se do pressuposto de que as pessoas agem em função de suas percepções, crenças, sentimentos, valores; e mais, que seus comportamentos possuem sentido(s), significado(s) que não se dá a conhecer de modo imediato, necessitando ser desvelado.

Como destacam Bogdan e Biklen (1994):

o objetivo dos investigadores qualitativos é o de melhor compreender o comportamento e experiências humanos. Tentam compreender o processo

mediante o qual as pessoas constroem significados e descrever em que consistem estes mesmos significados (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 70).

Em linhas gerais, tais autores entendem como pesquisa qualitativa aquela que envolve a obtenção de dados descritivos, obtido no contato direto do pesquisador com a situação estudada, e que enfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes.

Ressalta-se ainda que esta opção metodológica da pesquisa decorreu do problema que se propôs investigar, e o mesmo dirigiu as ações, uma vez que a questão de pesquisa foi o motor do trabalho. Contudo, coube a nós a revisão constante dos caminhos e o questionamento dos instrumentos de coleta de dados. Isso infere também que as análises oriundas do material coletado estão carregadas de sentido e de intencionalidades dos mesmos, pois não há como adotar uma postura neutra ou imparcial.

Por ter tais características, Lüdke e André (1986) assinalam que o material obtido em pesquisas com esta abordagem necessita ser rico em descrições de pessoas, situações e acontecimentos, incluindo a transcrição de entrevistas ou gravações de aula e extratos de vários tipos de documentos para permitir uma amplitude analítica.

A partir da transcrição na íntegra<sup>6</sup> das falas dos alunos gravadas em vídeo e dos registros de suas idéias e conhecimentos escritos segue uma análise dos dados obtidos, conforme apresenta o capítulo 4.

### **3.6 - Estratégias dos Experimentos**

É de salientar que Hodson (2000) aponta algumas reservas no que tange à eficácia da experimentação, tal como é usualmente implementada em muitas aulas de Física: meramente ilustrativa, resumindo-se a experimentos tipo “receita”; o conteúdo, na maioria das vezes, é fornecido pelo professor, restringindo a construção pessoal de significados, pelos discentes.

O autor também sugere a necessidade de repensar a abordagem experimental, assinalando que se o docente tem intenção de explorar as suas enormes potencialidades, é imprescindível deixar claro o(s) objetivo(s) a ser(em) atingido(s), selecionando uma atividade adequada.

---

<sup>6</sup> Os dados transcritos passaram por pequenas correções lingüísticas, porém, não eliminando o caráter espontâneo das falas.

Como se pretende que os alunos aprendam significativamente, parece ser necessário propiciar situações problema que os ajudem na construção de significados dos conceitos de Física envolvidos. Por isso, acredita-se que as atividades experimentais trabalhadas neste estudo possuem características (material potencialmente significativo) que podem favorecer a aprendizagem significativa. O material elaborado para ser potencialmente significativo deve estar baseado num processo de ancoragem, que facilite a aprendizagem e propicie a aquisição de significados por meio da interação entre as idéias, de forma não arbitrária (não aleatória) e não literal (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

É nesta perspectiva que a experimentação deve ser entendida como uma atividade investigativa e facilitadora de aprendizagem significativa. Em outras palavras, utiliza-se o recurso da experimentação numa perspectiva que propicie a “Aprendizagem Orientada para a Descoberta”.

No entanto, ao escolher uma atividade prática (ou um modelo de avaliação), seja ela qual for, é preciso pensar em quais habilidades podem ser apreciadas/desenvolvidas; e mais, qual a melhor forma de apreciar tais habilidades (ABRAHAMS; MILLARB, 2008). Em decorrência disso, vale salientar que a construção dos instrumentos de coleta de dados é uma tarefa capciosa, pois exigiu um tratamento dinâmico, moroso e intenso. Isso implica dizer que houve várias versões antes de se chegar à final, em anexo.

Convém ressaltar que além dos questionamentos impressos para os dois experimentos “Flutua ou Afunda?” e “Será que a sacola aguenta?”, foram propostas problematizações verbais, alicerçadas nas concepções levantadas na Atividade Prévia, com o desígnio de permitir aos discentes compreenderem que a atividade científica: é complexa; requer levantamento de hipóteses que se fundamentam em ensaios de acertos e erros; é processual e inacabada.

Outro ponto que merece destaque nesse momento da atividade pedagógica denominado Organização do Conhecimento é que,

em síntese, a abordagem dos conceitos científicos é ponto de chegada, quer da estruturação do conteúdo programático quer da aprendizagem dos alunos, ficando o ponto de partida com os temas e as situações significativas que originam, de um lado, a seleção e organização do rol de conteúdos, ao serem articulados com a estrutura do conhecimento científico, e, de outro, o início do processo dialógico e problematizador (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2007, p. 194).

Na sequência, faz-se um detalhamento dos objetivos de cada uma das atividades experimentais trabalhadas e de como as mesmas foram desenvolvidas.

### 3.6.1 - Experimento: Flutua ou Afunda?

Este experimento foi realizado pelo grupo 1, composto pelos alunos, cujos pseudônimos<sup>7</sup> são: Elis e Cida (e Bel); Sol e Jac; Yan e Teo.

Como este grupo era constituído por sete estudantes, a aluna Bel não tinha com quem fazer dupla e perguntou se poderia ficar numa mesa com uma das duplas, o que foi permitido. Contudo, a mesma acabou realizando a atividade quase que sozinha, pois, observou-se que interagiu muito pouco com as colegas.

No início, os pesquisadores explicaram a atividade e enfatizaram que todos deveriam pensar na etapa anterior realizada. Procurou-se esclarecer que um artefato é qualquer objeto construído pelo homem: uma mesa, uma caneta, uma casa ou um brinquedo são exemplos. Então, como o objetivo da atividade era fazer com que construíssem um objeto e assim pudessem levantar hipóteses e manipular as ideias a fim de compreender alguns conceitos de Física, não se sabia o que seria construído, razão do nome artefato.

Em continuação, foi entregue uma folha com questões norteadoras da atividade, para que pudessem compreender melhor a proposta. Ou seja, a atividade experimental “Flutua ou Afunda?” continha questões problematizadoras que objetivavam auxiliar, durante o percurso, a resolução do problema proposto, bem como a elaboração de um modelo explicativo para o problema proposto na atividade experimental. Coube ao pesquisador motivar e mobilizar os alunos a buscarem soluções para o problema, por meio de problematizações verbais, baseadas nas concepções levantadas na Atividade Prévia, para que pudessem relacionar as situações conhecidas com a situação problema proposta: “Flutua ou Afunda?”

Os discentes participaram da aula em dupla (sendo cada um com suas questões) e, à medida que iam manipulando o material, também respondiam as questões, observavam e registravam o que ocorria: se flutuou ou afundou.

Para a realização desse experimento foram utilizados: um recipiente com água (balde ou bacia, por exemplo), uma folha de papel alumínio de aproximadamente 30 cm de lado e bilocas (bolinhas de gude).

Deve-se destacar que, a partir dessas questões impressas, surgiram várias hipóteses e novos questionamentos relacionados, por exemplo, à massa, à forma, ao tamanho, ao peso, à presença de ar etc.

---

<sup>7</sup> Para efeito desta pesquisa os participantes foram reconhecidos com nomes fictícios, e que não possuem nenhuma relação com seus nomes verdadeiros. Assim, em ambos os grupos os nomes dos alunos foram trocados por pseudônimos para que os mesmos não pudessem ser identificados.

Por fim, tal atividade teve como objetivos:

- compreender as variáveis envolvidas na flutuação de corpos: massa, peso, formato (área de contato do artefato com a água) etc;
- entender que objetos de diferentes formas e com a mesma massa podem ter comportamentos diferentes na água (flutuar ou afundar);
- verificar que objetos podem vir a flutuar ou afundar na água variando sua forma e/ou sua a distribuição de massa;
- perceber que a água exerce uma força (empuxo) de baixo para cima sobre os corpos, o que tende a impedir que os mesmos afundem na água.

### **3.6.2 - Experimento: Será que a sacola aguenta?**

Como descrito, tal experimento foi trabalhado com o grupo 2, constituído pelas seguintes duplas: Vini e Leo; Ket e Carol; Fran e Bia; Tati e Cris.

No que diz respeito às estratégias adotadas para a realização da atividade, não houve nenhuma modificação em relação à empregada no grupo 1. Porém, esta turma foi constituída por um aluno a mais. Assim como a atividade experimental “Flutua ou Afunda?”, o experimento “Será que a sacola aguenta?” continha questões problematizadoras com o mesmo intuito e a aplicação da mesma contou com estímulos do professor-pesquisador.

Dispostos também em dupla, para a realização desse experimento os alunos utilizaram os seguintes materiais: diversas garrafas PET de 1,5 e 2,0 litros cheias de água e sacolas plásticas de supermercado, aparentemente idênticas. Ao começar a ler o material norteador da prática os participantes eram direcionados a pegar uma sacola e colocar alguns objetos e/ou mercadorias dentro da mesma, levando em consideração a capacidade da sacola (5 Kg). Na sequência, deveriam tentar elevá-la até certa altura lentamente e relatar o que observavam e entendiam.

Nessa atividade os estudantes depararam-se com os conceitos de força (peso, tração), massa, velocidade e aceleração, tendo sido todos levantados na Atividade Prévia, porém em outras situações.

Cabe salientar também que a atividade teve os seguintes objetivos:

- compreender as condições de equilíbrio de um corpo;
- entender o conceito de força e suas características;
- identificar a atuação das forças na situação proposta;

- explicar por que ao levantar rapidamente uma sacola de supermercado cheia, a mesma pode sofrer algum dano.

Também, de maneira semelhante ao grupo 1, ao responderem os questionamentos verbais e os contidos na folha da atividade, muitos estudantes conseguiram levantar algumas hipóteses que apontavam para a resolução do problema proposto: “Será que a sacola aguenta?” Embora, muitos discentes tenham dito em princípio que se tratava de algo bastante trivial, ao se depararem com os questionamentos, tiveram dificuldades em se expressar. No próximo capítulo são apresentadas algumas ideias (faladas e escritas) que este e o outro grupo expressaram durante a realização de seu experimento.

Neste capítulo apresentou-se todo o processo pelo qual foi desenvolvida a pesquisa, com levantamento bibliográfico das características metodológicas do estudo e objetivos das atividades realizadas. A seguir, no capítulo 4, expõe-se os dados obtidos e o que representam.

## **CAPÍTULO 4**

### **APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS**

#### **4.1- Considerações Iniciais**

Conforme referido na seção anterior, o foco deste capítulo é apresentar e analisar os resultados da investigação efetuada na tentativa de atingir os objetivos definidos no Capítulo 1. Para tanto, explicita-se a estrutura geral do capítulo (4.1), e posteriormente mais três seções e duas subseções: (4.2), apresentação e análise das respostas da Atividade Prévia; (4.3), apresentação e análise das respostas aos experimentos; (4.3.1), experimento: Flutua ou Afunda?; (4.3.2), experimento: Será que a sacola aguenta?; (4.4), apresentação e análise das respostas à Atividade Final.

Desta maneira, empenhou-se na exploração dos registros dos alunos (escritos e falas gravadas) enquanto suporte representacional de dados e informações relevantes no contexto da experimentação em Física.

#### **4.2 - Apresentação e Análise das Respostas da Atividade Prévia**

Em princípio, o maior desafio desta atividade de diagnóstico foi construir interrogações focalizadas em uma aprendizagem significativa. A intenção foi apresentar questionamentos aos participantes do estudo, para que pudessem demonstrar suas concepções prévias com relação a alguns conceitos trabalhados posteriormente, e considerados importantes pelos elaboradores do currículo (CBC de MG, versão 2007) nesta etapa escolar. Isso não significa que a intenção do estudo restringe-se ao determinado por tal documento, pela escola, ou pela professora. Mas, desde o princípio da investigação apostou-se na possibilidade de que a proposta metodológica adotada poderia ser importante no processo de ensino-aprendizagem de conteúdos de Física.

Tal estratégia caracterizou-se por questões que exigiam que os alunos expressassem conceitos físicos presentes nas atividades experimentais e que não exigiam aplicações diretas de fórmulas, mas privilegiavam aspectos qualitativos dos conhecimentos da Física. Ratificase, então, que a composição deste instrumento de coleta de dados, por meio de

problematizações, em minúcias, pretendia estimular a imaginação dos alunos, ao tentar proporcionar um desafio constante na sala de aula, o que se acredita ser um ambiente fértil de ensino-aprendizagem. Acompanhando a posição de Ausubel, Novak e Hanesian (1980), crê-se que, a partir do material denominado Atividade Prévia, os estudantes podem incorporar detalhes progressivamente mais diferenciados.

Isso evidencia torna-se indispensável não só identificar e interpretar as ideias e representações alternativas dos alunos acerca de algum tema, mas também criar situações facilitadoras e/ou propícias à explicitação dessas ideias. Assim, ao se identificar as concepções prévias (*subsunçores*) dos alunos, procurou-se propor a construção de experimentos simples que pudessem levá-los a conflitarem suas concepções com a nova atividade defrontada.

Mesmo assim, acredita-se que o docente deve querer ir além e tentar decidir pelas estratégias e metodologias a aplicar, concebendo atividades de ensino-aprendizagem como facilitadoras da reestruturação das concepções espontâneas dos discentes; contudo, compete aos alunos a (re)construção de conceitos, sejam estes quais forem.

Porquanto, considera-se a Atividade Prévia uma espécie de organizador das concepções espontâneas, com a intenção de facilitar a aprendizagem significativa. Assim, esta atividade esteve em busca de subsunçores (densidade, força, equilíbrio, massa, peso, velocidade, etc.) que pudessem servir de base aos próximos conhecimentos. E mais, apostou-se que tal atividade pudesse estabelecer um elo entre o que os estudantes sabiam e o que deveria aprender na sequência do desenvolvimento do projeto de pesquisa em questão, de maneira significativa.

Neste primeiro momento pedagógico esperou-se que os estudantes sentissem como são necessários novos conhecimentos, que não possuíam, para obter respostas para as problematizações (GEHLEN; MALDANER; DELIZOICOV, 2012).

No entanto, vale ratificar que para Ausubel, Novak e Hanesian (1980), a aprendizagem mecânica pode acontecer quando o indivíduo adquire informação numa área de conhecimento totalmente nova para ele. Dessa maneira, os subsunçores podem ter origem em uma aprendizagem mecânica.

Outro ponto a destacar é que, após a aplicação da Atividade Prévia, algumas questões foram discutidas em sala de aula com os alunos. E, em seguida, procurou-se fazer uma leitura flutuante destas concepções alternativas, para que, durante a realização dos experimentos, os professores pesquisadores pudessem questioná-los novamente, e houvesse a possibilidade de incorporar detalhes do conhecimento físico progressivamente mais diferenciado.

Com o intuito de apresentar as concepções prévias identificadas no estudo, as respostas dos alunos foram organizadas de acordo com a ideia que cada questão da Atividade Prévia representava:

- a ideia de **indicação de limite de velocidade** como: quilometragem, o que difere dos conhecimentos científicos, indicada por apenas uma participante (Sol); uma velocidade qualquer, sem caracterizar uma situação de limite para trafegar pela via com segurança; uma velocidade constante (Tati); e por fim, aquela que coaduna com o rigor científico (a maioria das menções), o que mostra compreender a ideia representativa de velocidade máxima. Requisito necessário, isto é, subsunção imprescindível para que possa propiciar uma aprendizagem significativa do conceito de velocidade;
- relação entre força e movimento, ilustrada pela situação: **se uma moto a 80 Km/h for freada pelo condutor, a mesma para instantaneamente?** Embora, naquele momento os alunos ainda não tivessem estudado a Primeira Lei de Newton ou Lei da Inércia, alguns deles possuíam noção da manifestação dessa lei no dia a dia. Isso foi inferido a partir do fato de que esperam que um corpo em movimento tenda a continuar em movimento por mais algum tempo, ainda que “deslizando”, “derrapando” ou “desgovernado”, para depois parar (Sol, Cida, Elis, Yan, Jac, Ket, Fran, Leo, Bia, Cris, Vini, Carol, Bel). Esses foram os subsunções identificados. Enquanto outros (Teo, Tati) não conseguiram associar tal situação a nenhuma outra similar, que possam ter visto (na primeira folha da Atividade Prévia, na televisão ou na internet), ou ouvido contar por alguma pessoa. Neste caso, era esperado que os discentes percebessem a partir do texto da atividade e do questionamento proposto, que o excesso de velocidade (associado ou não a outras causas) leva à elevada e nada honrosa estatística de mortes por acidentes de trânsito no Brasil;
- sobre a **importância de obedecer aos limites de velocidade**: esta questão estava diretamente relacionada às anteriores. Todos foram unânimes ao afirmar a importância de obedecer aos limites de velocidade, tendo em conta a segurança e a prevenção de acidentes, com exceção de dois, que apesar de considerarem importante, atribuem isso a simples existência de tais limites.

Contudo, nem todos conseguiram associar isso à grandeza 70 Km/h trazida na primeira questão;

- quanto à **determinação das causas de um acidente de trânsito pela polícia**: somente Elis e Ket conseguiram expressar claramente algumas das evidências que a polícia levará em conta: posição e estado do(s) carro(s). Ninguém mencionou as marcas deixadas na pista. Embora, (Tati, Fran, Sol, Bel, e Yan) de maneira correta, associaram: o consumo de bebidas alcoólicas, o uso de celular e o excesso de velocidade (presentes no texto da Atividade Prévia e no noticiário em geral) como possíveis causas de um acidente; por fim, a presença de testemunhas também aparece como uma pista para desvendar a ocorrência de um acidente (Leo, Vini e Cris). Percebe-se que os estudantes conseguem de alguma forma relacionar conteúdos de Física com situações do cotidiano;
- outro aspecto relevante refere-se ao **significado das grandezas 30 Kg e 50 Kg**. Como, na linguagem cotidiana, massa e peso possuem o mesmo significado, aproximadamente metade (Elis, Jac, Bel, Ket, Fran, Carol e Tati) dos sujeitos também entende dessa forma, acredita-se, por influência da cultura. Ainda assim, confia-se que os discentes possuem subsunçores (massa e peso) necessários para questões subseqüentes e para as atividades posteriores (experimentos). Porém, na Física, o peso é a força da gravidade e a massa nesse caso a grandeza que representa a quantidade de matéria. Uma posição distinta foi a interpretação das grandezas como sendo largura, por Teo, levando a se pensar que a quantidade de massa do corpo de uma pessoa indica a largura do mesmo;
- procurou-se também sondar a ideia de **afundamento de corpos na água**. Elis, Yan, Cris e Tati focaram a massa ou o peso (subsunçores detectados) como o fator determinante para o afundamento, em detrimento da relação entre a massa e o volume do corpo (densidade), considerando apenas que a adolescente que possuía maior massa ou peso afundaria primeiro. Ou, ainda, o fato de a adolescente “que menos possuir habilidade de boiar ou nadar” afunda primeiro, nos dizeres de Fran. Entretanto, apenas uma aluna de cada grupo, Sol (Grupo

1) e Carol (Grupo 2), mencionaram a grandeza física densidade (subsunçor) como uma variável responsável pelo afundamento de corpos na água e a existência da força peso, que atrai o corpo da adolescente para o centro da Terra, por isso ela afunda. Embora não tenha conseguido dizer corretamente que o corpo de maior massa possivelmente possuía uma proporção de gordura maior, cuja densidade é menor que a da água. Já o magro, como tinha a mesma altura, comparativamente com todos os tecidos de seu corpo, deveria possuir uma proporção de osso e de pele maiores, sendo estes tecidos mais densos que a água (CARVALHO, 2005). Logo, deste ponto de vista, a densidade média da adolescente de 30 Kg é maior e, conseqüentemente, ela tende a afundar primeiro. As respostas de Cris, Bel, Leo e Bia chamam a atenção, porque, segundo eles, afunda primeiro a adolescente de 30 Kg, pois esta tem menos oxigênio, embora tal gás seja menos denso que a água;

- com o escopo de complementação da questão anterior, o ponto proposto seguinte abordava o mesmo assunto, porém na perspectiva da **flutuação de corpos na água**, para fomentar mais conhecimentos vivenciados pelos estudantes. Como na pergunta anterior, destaca-se algumas concepções emergentes que possivelmente fazem parte do dia a dia desses discentes, como: a presença de gases (oxigênio e gás carbônico) no interior dos corpos, os quais são menos densos que a água (Elis, Cida, Teo, Ket, Leo, Cris, Vini e Bia); a intuição errônea de Fran, segundo a qual o corpo fica mais leve quando está na água, por isso não afunda; e o fato de a pessoa saber nadar (Tati). Contudo, existe a interação da água com o corpo submerso (força peso e empuxo, que devem estar equilibradas para que ocorra a flutuação), o que ninguém mencionou; por fim, a variável densidade (subsunçor revelado) foi considerada responsável pela flutuação de corpos na água por Carol e Jac;
- novamente, outra questão que, com seus subitens, exigiu que os alunos transpusessem seus conhecimentos espontâneos no que se refere: à percepção do **formato diferenciado dos dentes**: todos, sem exceção, notaram que existe(m) diferenças(s); quanto à existência de **relação do formato dos dentes com a função dos mesmos**, somente a aluna Elis alegou não saber; no entanto,

alguns deles (Cida, Leo, Sol, Yan, Bia, Carol, Cris e Vini) conseguiram associar as funções de cortar, morder ou triturar (subsunçores observados) ao formato dos dentes. No caso da **relação do formato e função dos dentes com algum instrumento ou ferramenta que possuíam em casa**, dos quinze alunos, sete (Elis, Ket, Sol, Jac, Teo, Tati e Bia) não conseguiram identificar objeto algum. Alguns reconheceram a faca, a tesoura, o alicate e a pinça como objetos que também cortam, ou atravessam algo, assim como os dentes fazem com os alimentos. Outras duas concepções sobressaíram: a primeira, a associação da função dos dentes com o bico de bebê, talvez pelo fato de a criança morder o bico, mesmo que o bico não seja capaz de cortar, nem triturar nada. A segunda aponta objetos “como duas portas do armário e as duas portas do guarda-roupa”. De alguma forma, há sentido no fato de que parece estar subentendida a presença dos conceitos de força e pressão nos atos de abrir e fechar as portas mencionadas, assim como ocorre na interação dente e alimento;

- agora, trabalhando explicitamente com o conceito de força a partir do entendimento da **função dos cabos laterais de uma ponte**, percebeu-se que todas as respostas incorporavam de maneira generalista a grandeza força como agente físico capaz de sustentar e equilibrar um corpo (subsunçores identificados), embora a força também seja capaz de colocar um corpo em movimento, alterar ou cessar seu movimento, bem como provocar deformações no mesmo (BONADIMAN, 2000);
- finalmente, para melhor avaliar as ideias dos alunos sobre o assunto força, questionou-se, ainda, o **porquê dos cabos estarem esticados a partir de todos os lados da ponte**. Sabe-se que várias são as manifestações de força no dia a dia das pessoas e uma delas é a denominada força de tração ou força de tensão, a qual é evidenciada pela presença de fios, cabos ou cordas esticados (BONADIMAN, 2000). Mesmo que os discentes não tenham conseguido se expressar em linguagem física correta, novamente, pelas suas respostas percebeu-se intuitivamente que, para todos, com exceção de Jac (que alegou “para decorar aponte”), o peso maior de um lado fazia com que a ponte caísse.

Embora tenham se limitado a dizer “para segurar cada parte da ponte” (Carol) ou “para segurar ela com proporção” (Sol), notou-se a ideia de que as forças aplicadas ao monumento precisam estar equilibradas. O que confirma a existência de pré-requisitos para a aprendizagem significativa. Ainda com relação aos cabos, há a necessidade de que estejam tensionados, exerçam forças de mesma intensidade e direção inclinada, porém, em sentidos opostos para dar sustentação e ajudar a manter o equilíbrio da construção.

Com alusão aos aspectos abordados, confirma-se a identificação das concepções prévias, errôneas ou não, que os estudantes podem ter sobre alguns conteúdos da Mecânica, contrapondo às concepções cientificamente aceitas pela ciência física.

Por conta dessa situação, a dinâmica da Problematização Inicial implica em uma postura diferente do professor durante a aula que, segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007), deve manter a dialogicidade todo o tempo, indagando e instigando os estudantes a participarem da aula.

Nesse sentido, avalia-se que o envolvimento dos aprendizes com a problematização foi relevante, principalmente pelo fato de perceberem a presença de aspectos da Mecânica em alguns fenômenos de seu cotidiano e, desse modo, terem sua atenção despertada para o estudo do conteúdo.

No entanto, Ausubel, Novak e Hanesian (1980) elencam algumas situações em que pode ocorrer o desvio cognitivo. Para os autores, trata-se de um obstáculo à formação considerada correta da representação de um conceito para determinado grupo social. São elas: quando dois ou mais rótulos conceituais são usados para expressar o mesmo conteúdo (ideia âncora); quando o mesmo rótulo conceitual é usado para expressar mais de um conceito; ou, ainda, quando conceitos parecidos, cujas diferenças não foram explicitadas, podem ser percebidos e memorizados como sendo idênticos.

Para ilustrar, vale realçar que, pelas respostas dos estudantes à Atividade Prévia, verifica-se que os mesmos possuem o conhecimento de alguns rótulos conceituais, como: quilometragem (entendida como velocidade); agente necessário para manter um corpo em movimento (força); peso (sinônimo de massa); espaço (como posição); algo que faz um corpo boiar (gás); grandeza que depende do meio onde o corpo se encontra (densidade); simples habilidade de boiar ou nadar (equilíbrio). Para Ausubel, Novak e Hanesian (1980), o uso dos conceitos e dos rótulos conceituais possui um papel importante na concatenação do

pensamento. Por isso, tais rótulos podem ser utilizados na construção de conhecimentos científicos por meio das atividades idealizadas.

Outra face da questão do levantamento das concepções alternativas dos alunos encontra-se no trabalho de Almeida, Cruz e Soave:

[...] obviamente, apenas conhecer tais concepções, identificá-las e tentar promover a mudança conceitual, não garante a aprendizagem significativa dos conteúdos de Física. Entretanto, possibilita, entre outras coisas, o desenvolvimento de materiais e tarefas potencialmente significativas para facilitar a aprendizagem (ALMEIDA, CRUZ, SOAVE, 2007, p. 67).

Assim, as atividades experimentais foram desenvolvidas ponderando os conceitos existentes na estrutura cognitiva dos alunos e que foram percebidos pelo professor-pesquisador. Ausubel, Novak e Hanesian (1980) defendem que os novos conteúdos a serem apreendidos seriam ancorados nesses conhecimentos prévios. Portanto, a partir da análise dos dados obtidos na construção dos experimentos espera-se encontrar tal(is) indicativo(s).

### **4.3 - Apresentação e Análise das Respostas aos Experimentos**

Como exposto anteriormente, o que se desejou com a realização dos experimentos foi possibilitar aos discentes relacionar os conceitos envolvidos no experimento com os que viram na Atividade Prévia, ou que sabiam por meio da escola, ou de outras fontes (verdadeira âncora para a nova aprendizagem) e, assim, incorporar novos conhecimentos de maneira significativa à sua estrutura cognitiva, promovendo a organização do conhecimento.

Tendo isso em vista, e embasado nas respostas das questões norteadoras das atividades experimentais e na transcrição da filmagem das atividades experimentais, procedeu-se: a compilação dos dados, uma leitura flutuante dos mesmos e, consecutivamente, efetuou-se uma análise das explicações físicas desses experimentos pelos alunos.

Conforme foi apontado na metodologia (subseção 3.2), somente o grupo 2 escolheu o experimento que deveria realizar. Aparentemente, durante a realização das atividades experimentais, não se notou diferença alguma em relação ao comportamento/envolvimento dos discentes de cada um dos grupos durante cada uma das atividades. Em tese, esperava-se do grupo que escolheu uma motivação maior e do outro questionar que gostaria de fazer outra atividade, mas nada disso foi percebido.

Contudo, desde o princípio do estudo observou-se que o modo como as variáveis percebidas no contexto do estudo se apresentavam, revelava a complexidade da pesquisa: falta de desejo dos alunos de participar do estudo; utilização do espaço escolar; motivação e níveis cognitivos diferenciados; disponibilidade de horários pelas professoras de Ciências (teoria e laboratório); condução das atividades etc. Depreende-se que, mesmo com as análises efetuadas e com as futuras, tem-se a sensação de não haver um esgotamento de tal complexidade.

Para ilustrar isso, segue-se a apresentação e análise dos dados obtidos nas atividades experimentais do grupo 1 e do grupo 2, respectivamente.

#### 4.3.1 - Experimento “Flutua ou Afunda?”

Destarte, os dados obtidos nesta etapa consistem: das respostas às perguntas norteadoras que tinham a intenção de facilitar a construção do artefato; de parte das transcrições consideradas relevantes; bem como de um modelo explicativo para o problema proposto na atividade experimental. Assim, tratou-se de combinar as respostas escritas com a transcrição das falas gravadas durante a realização das atividades experimentais. Em seguida, são mostrados os **modelos explicativos** que os mesmos criaram para o experimento.

O primeiro questionamento impresso perguntava por que montaram o artefato com aquele formato? Elis e Cida construíram um artefato com formato de cone; Bel, de jangada. Sol e Jac, algo parecido com uma balsa em forma de círculo e Yan e Teo fizeram um barco. Sem exceção, todas as respostas ao questionamento indicavam que o objetivo era suportar o maior número de bilocas, embora nem todas considerassem o formato desejável do artefato (maior volume submerso, isto é, grande área de contato do artefato com água e laterais estreitas). Os relatos seguintes procuram ilustrar o levantamento de hipóteses por parte dos alunos ao tentarem escolher o melhor formato para o artefato e testá-lo no recipiente com água:

Sol: o artefato tem formato de círculo, porque cabe bastante bilocas.

Bel: porque pensei que quanto maior a superfície de alumínio sustentada pela água, mais bilocas o artefato suportaria.

Observa-se que tal aluna dá ênfase ao fato de que, para suportar o maior número de bilocas, o artefato deveria possuir uma área de contato grande com água (sem mencionar a

largura e/ou altura das laterais) o que, conseqüentemente, poderia garantir maior volume a ser submerso, condição para a flutuação.

Os demais não descreveram o formato escolhido e se limitaram a dizer que pensaram no melhor formato (sem especificar qual), o que na prática acabou não se confirmando, pois todos esses afundaram quando foram testados. Apesar de parecer um raciocínio empírico válido, não conseguiram formular um modelo conclusivo.

Desde o princípio da realização da atividade, procurou-se garantir uma postura dialógica:

Yan - o tio, esse aqui vai flutuar será?

Leandro - coloque o artefato na água e vá colocando as bilocas.

Yan - 1, 2, 3... 17. Uma a mais. Ah! Não!

Leandro - vocês vão comparando porque o de vocês suportou maior ou menor número de bilocas, ou por que uns estão tendo sucesso e outros não.

Yan - ele (o barco) é mais leve do que a água.

As falas subsequentes mostram a comunicação e o debate durante a aula: discussões entre pares e com o professor-pesquisador procuram contribuir para a construção do conhecimento, permitindo a reformulação de questões da aula.

Leandro - existe diferença entre bilocas secas e molhadas?

Cida - pesa mais.

Elis - a água interfere?

Leandro - a água tem massa?

Cida- sim.

Gradativamente, cada dupla foi testando o artefato construído e fazendo comparações com os dos colegas de turma, no que se referia ao tamanho e à forma. O teste da hipótese do formato do artefato fica evidente nas palavras de:

Cida - “eu tinha feito o meu pequeno, aí depois eu pensei que daquele jeito não ia flutuar, porque quanto maior o tamanho dele, maior o número de bilocas”.

Leandro - “refez o artefato?”

Cida - Sim.

Devido aos materiais utilizados (pedaço de papel alumínio e 120 bilocas) era esperado (e ocorreu) que todos os artefatos afundassem, uma vez que, independente da eficiência do artefato, haveria um limite para a capacidade do mesmo. Então se perguntou o porquê disso. Há que se destacar a resposta de Elis:

Elis - porque fizemos o artefato pequeno e o peso do alumínio ficou concentrado em um só lugar.

O “conceito” de força chama bastante a atenção mediante a Teoria da Aprendizagem Significativa, pois representa o subsunçor, uma das condições imprescindíveis para que ocorra aprendizagem significativa.

Nessa mesma linha de raciocínio, todos os demais também apontaram a concentração das bilocas em algum ponto específico do artefato. Nota-se, ainda, que a ideia de densidade (outro subsunçor) é subjacente, sendo aflorada mediante o teste de hipóteses.

Depreende-se, também, que a utilização de uma atividade desta natureza permite a valorização do papel dos discentes na construção de seu(s) conhecimento(s), por meio de ensaio(s) de erro(s) e acerto(s), como se pode perceber nos fragmentos posteriores:

Cida - 1, 2, ..., 32, 33, 34, ..., 43, ..., 54 bilocas.

Leandro - E você não acreditava no seu artefato.

Leandro - A Cida construiu uma jangada. E aí, diante do que vocês já viram, por que o artefato da Cida suportou um maior número de bilocas?

Bel - Porque ele estava maior, então coube mais bilocas.

Bel - Não pesou tanto.

Cida - Eu tinha feito o meu pequeno, aí depois eu pensei que daquele jeito não ia flutuar, porque quanto maior o tamanho dele, maior o número de bilocas.

Observou-se, ademais, que a atividade experimental permite aos alunos avaliarem seus modelos científicos, o que, conseqüentemente, favorece a relação intencional entre diferentes conceitos, viabilizando a aprendizagem significativa.

Com relação ao fato de o material ser bom para tal construção, os mesmos estudantes (Yan, Jac, Teo e Bel) argumentaram que sim, por causa da densidade do alumínio. Cida e Sol, respectivamente, mencionaram o fato de o alumínio ser muito fino e não absorver água. É incomum a resposta da Elis, segundo a qual o material é bom “sim, porque a água suporta o peso do alumínio e assim coube um tanto bom de bolinhas”. Percebe-se, nesta resposta um indício (ainda que não tenha conseguido se expressar corretamente) da ideia de empuxo, que seria a força exercida pela água sobre o artefato.

Na sequência pediu-se que elencassem algum(ns) instrumento(s) ou equipamento(s) que os discentes conheciam, com funcionamento parecido ao desse experimento. Nota-se que os mesmos conseguiram estabelecer comparações entre seu artefato e o que conheciam, além de interagirem entre si na busca de respostas. Isso mostra, ainda que de maneira geral, a possibilidade de os alunos poderem ampliar seus conhecimentos de Física, pois, além de

interagirem entre si, trazem para a discussão elementos da disciplina presentes em seu cotidiano. Os fragmentos seguintes procuram ilustrar isso:

Jac - Como chama aquele negócio, macarrão. Que coloca embaixo do braço para fazer hidroginástica.

Sol - Bóia.

Jac - Isopor.

Sol - Isopor tem um funcionamento parecido.

Leandro - mas isopor é um material. Que equipamento você conhece que tem um funcionamento parecido com o artefato?

Jac - Nenhum meio de transporte com funcionamento parecido.

Sol e Cida - O barco

Jac e Teo - O barco é feito de madeira, de aço. Caiaque, bote, jet ski.

Ao associar/comparar a flutuação de seu artefato a algo conhecido, demonstra, de fato, que há aspecto(s) da Mecânica presente(s) na realidade da estudante. Como se vê nas falas sobre o funcionamento desses instrumentos citados:

Elis - A bóia tem como material o plástico, e para flutuar ele precisa ser inflável, enchido com ar, aí então ele flutua.

Cida - Barco. É feito de aço e flutua na água.

Sol - A madeira do barco faz com que ele flutue e suporte o peso que está dentro dele.

Jac - Barco, na maioria das vezes, feito de madeira, menos densa que a água, e também pelo seu formato, e também contém reservatórios de água. Esses materiais, como isopor, fibra, madeira, metal, plástico, etc.

Téo - Esses objetos são feitos por materiais menos densos que a água, como a madeira e contém reservatórios de ar que ajudam esses instrumentos a não afundar.

Pelas respostas percebe-se que atividades experimentais combinam de maneira intensa ação e reflexão: fazem os alunos refletirem o que estão vendo e os estimula a buscarem explicação sobre o que está sendo observado.

Devido aos materiais utilizados (pedaço de papel alumínio e 120 bilocas), era esperado (e ocorreu) que todos os artefatos afundassem, uma vez que, independente da eficiência do artefato, haveria um limite para a capacidade do mesmo. Então se perguntou o porquê disso.

Sol - O nosso afundou porque o trem pesou”.

Yan - Estava mais leve o da Cida.

Elis - Era quadrado.

Yan - Afundou porque o nosso artefato era menos espaçoso e mais pesado. Nós amassamos ele muito.

Ratifica-se que o envolvimento dos estudantes com a atividade e a interação entre a dupla e o professor-pesquisador foi significativa. Não obstante, registra-se a capacidade de abstração notável da aluna Bel: mostrando melhor compreensão dos conceitos em questão e fazendo associações profícuas entre suas ideias. Tal aluna, Bel, optou por fazer o seu artefato sozinha e, para surpresa de todos os presentes durante a realização desta atividade, foi a que obteve o maior êxito na construção do experimento simples: fez uma jangada que suportou 103 bilocas (sobrando ainda 17 entre as existentes), contra 54 da segunda colocada, a Cida, segundo os participantes, que fizeram uma disputa. Nesse clima, à medida que cada dupla ia conseguindo pensar no artefato, também mantinha os olhos atentos ao que os colegas de cada dupla também faziam.

Subtrai-se, igualmente, que a experimentação propicia sobremaneira a possibilidade de reflexão sobre situações problemáticas, exercitando o pensamento crítico e aflorando a criatividade dos discentes:

Sol - O papel mais aberto, o peso fica mais balanceado.

Bel - Porque ele estava maior, então coube mais bilocas.

Cida - Será que teria como colocar todas aquelas bilocas no artefato?

Yan - O artefato poderia ser de madeira e no lugar das bilocas?

Credita-se que, com o auxílio do professor-pesquisador, a atividade propiciou em certa medida a “aprendizagem orientada para a descoberta” e valorizou a manipulação dos objetos e das ideias. Isso pode ser observado quando o professor-pesquisador solicitou que quem quisesse poderia repetir mais uma vez a construção do artefato.

Leandro - “E aí melhorou alguma coisa agora? Altera alguma coisa do que vocês escreveram?”

Yan - “melhorou, porque com maior tamanho o peso fica melhor dividido.”

Bel - “no outro, dobrou várias vezes o alumínio e isso pesava mais.”

Após o levantamento e o teste de hipóteses e a concomitante construção do artefato, os discentes elaboraram modelos explicativos para a situação problema: “Flutua ou Afunda?”. Os dados obtidos encontram-se sistematizados no Quadro 4.

**Quadro 4 - Modelos Explicativos de Autoria dos Alunos do Grupo 1**

<b>Aluno</b>	<b>Modelo Explicativo</b>
Elis	“Meu artefato ficou redondo e pequeno. Como foi dobrado várias vezes, afundou com um pequeno número de bolinhas. O papel alumínio aberto divide melhor o peso, ou seja, suporta mais bolinha”.
Cida	“Eu construí em formato de cone para o peso ir para o meio do artefato. Se a parede fosse mais alta caberia mais bilocas”.
Sol	“Eu dobrei as quatro pontas até o meio e depois fiz barreiras nas laterais, assim ficou bem distribuído o peso e suportou mais bilocas”.
Yan	“Eu penso que se um artefato igual ao navio, que é revestido de várias matérias-primas e reforçado por um grande número delas, então cheguei a conclusão que se eu reforçasse tanto no tamanho quanto na camada, ele iria aguentar mais tempo com muitas bolinhas dentro”.
Jac	“Primeiramente pensei no formato, onde iriam as bolinhas de gude; depois fiz as bordas, mas não deu certo, pois continha um furo no papel alumínio”.
Bel	“Quanto maior o espaço e menos concentração de alumínio melhor é para flutuar, pois couberam 103 bilocas e não afundou”.
Teo	“Eu resolvi o problema pensando um pouco, e concluindo que quanto menos denso e pesado é o material, mais fácil será de ele afundar”.

Fonte: o autor, 2013.

Como enunciado, as repostas às questões norteadoras tinham a intenção de facilitar a organização das idéias dos estudantes para a elaboração de um modelo explicativo para a situação da aula. Contudo, aparentemente, isso não surtiu efeito, pois depreende disso que, ao escreverem o modelo explicativo do experimento, os alunos usaram linguagem taquigráfica para dar as explicações causais para o afundamento ou flutuação do artefato. Conjetura-se que: poderiam estar cansados; que também haviam construído o artefato; ou, ainda, o fato de estar prestes o término da aula naquele dia.

Curiosamente, com exceção de Bel, todos os demais se expressaram em primeira pessoa do singular para relatar como realizaram o experimento (ou resolveram o problema), o que não era esperado, pois a realização da atividade foi proposta em dupla. Contudo, há que se ratificar que a Bel sentou em uma bancada com mais duas colegas, mas realizou a atividade sozinha.

No relato de Elis fica claro o motivo do fracasso de seu artefato. Contudo, a partir da comparação com o dos outros grupos, avaliou que poderia ter aberto mais o papel alumínio, inferindo um maior volume e uma distribuição mais uniforme das bilocas.

Segundo o modelo explicativo de Cida, a mesma ainda acredita que o formato do seu artefato, um cone, parece ser razoável, pois menciona que a altura das paredes do mesmo deveria ser maior, desconsiderando a pequena área de contato do mesmo com a água, o que implica no fatal afundamento, ainda que poucas bilocas fossem colocadas.

No relato de Sol, nota-se que, ainda, mesmo não se referindo ao volume submerso como a variável determinante para a flutuação; ela atentou para diversos aspectos envolvidos na solução do problema: formato de uma balsa, paredes finas e a distribuição das bilocas para dar estabilidade ao artefato.

No Modelo explicativo de Yan, percebe-se uma preocupação com o material de construção e fabricação de um navio.

A aluna Jac, em seu relato, descreveu que a preocupação inicial era com o formato do artefato, embora não tenha mencionado em seu modelo explicativo, o barco que construiu. Além disso, não citou os diversos aspectos a serem levados em consideração durante a construção do artefato e atribui o afundamento do mesmo a um furo na superfície de contato com a água.

Embora se acredite que as atividades experimentais investigativas tratam-se de estímulos intermediados pelo professor-pesquisador (CARVALHO P., 1998), desperta interesse o fato de que a aluna Bel, mesmo tendo realizado a atividade experimental dividindo apenas a bancada com as colegas e interagindo pouco com o professor-pesquisador, foi a que conseguiu construir um artefato que suportou o maior número de bilocas. Ela notou e avaliou alguns aspectos envolvidos nesta atividade experimental: formato de uma jangada, superfícies finas o que permite subentender o conceito de densidade e maior volume submerso.

O estudante Teo, em seu relato, atribuiu de maneira resumida que as variáveis determinantes para a flutuação são a densidade e o peso do artefato, as quais devem ser menores que a da água.

A análise dos modelos explicativos elaborados pelos discentes confirma o referido na literatura (CARVALHO P., 1998; PIETROCOLA, 2005): o caráter descritivo de seus modelos; os alunos expõem prioritariamente os passos para a solução do problema proposto.

Portanto, ainda assim, percebe-se que o experimento em questão propiciou o desenvolvimento de algumas habilidades cognitivas nos alunos: reestruturação do conhecimento que já possuíam; levantamento de hipóteses e teste das mesmas; capacidade de

relacionar o problema com elementos do cotidiano; comparação e generalização de uma situação; discussão com os seus pares e os pesquisadores.

#### 4.3.2 - Experimento “Será que a sacola aguenta?”

O primeiro procedimento a ser realizado era pegar uma sacola e colocar alguns objetos e/ou mercadorias dentro, levando em consideração a capacidade da sacola (5 Kg). Em seguida, deveriam elevá-la até certa altura lentamente e registrar o que observavam. Os fragmentos subsequentes tentam explicar as constatações de alguns discentes:

Carol - O saco plástico não arrebentou.

Leo - A sacola não rasgou totalmente.

Vini - A sacola arrebentou.

Diante disso, atina-se que a manipulação de objetos possibilita os mesmos a construção de experiências pessoais. As falas a seguir procuram mostrar isso:

Leo - Como eu vou colocar as garrafas? Viradas?

Bia - Quando levantamos lentamente a sacola permaneceu intacta.

Vini - Porque lentamente o peso da sacola é controlado.

Quando questionados por que ocorria ou não algum dano com a sacola, Ket, Fran, Bia e Cris apontaram a ocorrência do dano ser em virtude do fato de levantarem a sacola devagar ou lentamente. Já Leo escreveu: “devido à velocidade, a massa é distribuída”. Soma-se a interpretação errônea de Carol: “porque a velocidade reduz o peso do material”. Isso revela uma concepção do senso comum.

Para propiciar o teste de suas hipóteses, levantadas no início da atividade, uma das questões norteadoras da atividade sugeria que repetissem o primeiro procedimento, porém tentando elevar a sacola até certa altura de maneira brusca e dizer o que acontecia. Para:

Leo - As garrafas caíram de ponta, furou a sacola.

Vini - A sacola arrebentou.

Em concordância, todos os demais disseram que a sacola rasgou, não suportando a massa das garrafas cheias de água, levando-se a inferir que aquela quantidade de água exercia uma força na sacola, que na verdade tratava-se do peso que é exercido pela Terra.

Novamente, também se perguntou por que eles achavam que isso tinha ocorrido. Ket, Fran, Bia, Tati e Cris reduziram a explicação ao fato de terem levantado rapidamente. Embora ninguém tenha visto, Leo e Vini afirmaram que isso aconteceu “devido à velocidade, a massa

aumenta”. Porém, ninguém evidenciou isso, o que contraria as leis da Física. E erroneamente, Carol, aponta que isso acontece “porque a velocidade e o peso se juntam e o impacto é mais denso”.

Assim como no grupo anterior, os alunos interagiram bastante com o professor-pesquisador e conversavam com o seu colega de dupla a respeito da atividade proposta. Dessa forma, a atividade em questão parece ter propiciado, além da manipulação de objetos, a de ideias. As falas seguintes exemplificam tal percepção:

Leandro - Pense e tente dizer qual(is) força(s) est(á)ão atuando nessa situação. Então o que acham?

Vini - A força gravitacional.

Ket - A força da sacola.

Leandro - Se vocês pegarem uma sacolinha e colocarem esse material e elevá-la até certa altura, ela permanece solta no ar, tipo flutuando?”

Ket - não.

Vini - não.

Carol - não.

Fran - não.

Leandro - por que cai?

Bia - a gravidade.

Vini - a força gravitacional, corpo humano.

Voltando à questão proposta na Atividade Prévia, insistiu-se mais uma vez no significado da grandeza 5 Kg. Para todos, peso e massa ainda eram termos correlatos, o que permite inferir que, até o momento, ainda não havia ocorrido assimilação de conceitos. Parece claro que, apesar de terem uma noção de alguns conceitos científicos, o conhecimento cotidiano permanece arraigado, pois estão imersos em uma cultura que não faz, na maioria das vezes, distinção entre tais conceitos.

Ainda do ponto vista do potencial da utilização da experimentação, crê-se que esta oportuniza também aos alunos o relacionamento com os processos científicos, pois são desafiados a explorar, testar e avaliar as próprias ideias. Em um momento:

Cris - A direção das forças é para um lado e outra, para o outro.

Leandro: este foi o exemplo que eu dei, do cabo de guerra. No caso das garrafas Pet, essas forças atuam nesta mesma direção?

Cris - Não, uma para cima e outra para baixo.

Em outro momento:

Leo - O que, ou quem, aplica essa(s) força(s)?

Leandro - O que você acha?

Leo - A garrafa.

Leandro - A garrafa aplica força? Que força?

Leo - Não, o meu braço.

Leandro - O que mais?

A atividade também instigava o papel da força como agente capaz de alterar o estado de repouso ou movimento de um corpo, ou ainda de causar deformação no mesmo. Para isso, perguntou-se o que era necessário fazer para conseguir elevar a sacola até certa altura. Embora não tenham conseguido escrever uma resposta elaborada, indicam a ideia esperada: “levantar devagar” (Ket, Fran, Bia, Tati, Cris); Leo e Vini “fazer força”; Carol “balancear o peso e levantar devagar”.

Pode-se, então, concordar com Hoering e Pereira (2004) quando afirmaram que, ao observar o objeto de seu estudo e interagir com o mesmo, os alunos entendem melhor o assunto. Isso porque o que está sendo observado também pode ser manipulado, tocado, permitindo que, da observação concreta, possa se “construir” o conceito e não apenas imaginá-lo, à distância. Assim, ao experimentar o concreto, pode ocorrer o desenvolvimento do raciocínio e possivelmente a compreensão dos conceitos.

Leandro - Se estiver com dúvida, pode repetir o experimento, há mais sacolas ali.

Ket - Com três garrafas.

Leandro - E agora, conseguiu ter uma idéia?

Ket - A sacola rasgou.

Leandro - Vire a garrafa de cabeça para baixo.

Ket - Vou repetir, então.

Leandro - Puxa lentamente, e depois rapidamente. Mude também a massa.

Leo - Puxa rápido.

Ket - A sacola rasgou, a força é maior.

Quando perguntados sobre qual(is) força(s) estavam atuando nessa situação, Leo e Vini responderam “a força do seu corpo e a força gravitacional”. É notória a ideia de interação entre corpos subentendida. Segundo Bonadiman (2000), a força pode se manifestar de variadas formas (peso, tração, normal, atrito etc.) e é entendida como uma interação entre corpos, capaz de provocar deformações e alterar o estado de repouso ou de movimento de um corpo ou objeto. Sabe-se, ainda, que se trata de uma grandeza vetorial (possui módulo, direção e sentido). Para Ket as forças que estavam atuando na situação eram: “gravidade,

massa, resistência, capacidade”. Fran e Tati e Cris “gravidade, massa, resistência, capacidade”. Bia, idem com exceção de capacidade. Carol “o peso humano e a força da gravidade”. Vini “força do seu corpo e a força gravitacional”. Como foi dito para desprezar o atrito com o ar, notava-se a tração atuando na vertical para cima e o peso na mesma direção em sentido contrário.

Além disso, solicitou-se que tentassem representar as forças mencionadas anteriormente utilizando seta(s) para desenhar a(s) força(s) envolvida(s) nessa situação.

Notou-se que o envolvimento dos estudantes com a atividade experimental foi significativo, como apontam as falas a seguir:

Leandro - Por exemplo, isso aqui é uma coca-cola geladíssima... Aí você fala que a coca é sua, mas eu falo que é minha. Então, pegue a coca, como eu. Você vai puxar a garrafa de refrigerante na mesma direção que eu? Como você representaria isso, nós dois disputando essa coca?

Vini - Cada uma em um sentido.

Leandro - Agora você entendeu?

Leandro - Puxe a garrafa Fran. Agora, como você representaria por meio de setas a força que você aplica e a que eu aplico, nesta situação?

Fran - Ah, tá!

Bia - Pode desenhar?

Leandro - Sim, claro. Faça o esquema da forma que você imaginou.

Ainda nessa perspectiva, o professor possui um papel fundamental no processo de aprendizagem orientada para a descoberta, pois permite as discentes checarem suas inferências.

Em resposta à mesma pergunta, todos fizeram setas indicando a existência de duas na direção vertical, mas em sentidos opostos: para Ket, Leo, Carol, Cris e Vini o ser humano aplica uma força na vertical para cima e a Terra ou força gravitacional, força na vertical para baixo.

Ao ancorar-se nas ideias de Carvalho P. (1999), evidencia-se que a experimentação é entendida como uma atividade investigativa e coletiva, cujo intuito é facilitar a aprendizagem significativa. O diálogo a seguir indica tal asserção:

Bia - “professor, o que você entende por força?”

Leandro - O que você acha que significa esta palavra?

Ket: Força é força.

Leandro - Vocês já ouviram falar em força. Para que serve uma força, por exemplo?”

Cris - Forçaaaaaaa...

Ket - Professor, o que você entende por força?

Bia - Ele estava explicando para o outro grupo e nós não prestamos atenção.

Leandro - Força é uma palavra que vocês já ouviram falar, ou é uma palavra nova?

Ket - Já ouvi, mas não sei.

Leandro - Em quais situações vocês já ouviram esta palavra? Para que ela serve?

Leo - Para puxar.

Outro aspecto importante, que emerge das atividades experimentais empreendida em cada um dos grupos de trabalho da turma de 9º ano, foi o fato de os discentes questionarem de maneira positiva a metodologia da pesquisa: questões abertas norteadoras; composição de um modelo explicativo para o experimento construído. Julga-se que tais questionamentos ocorreram porque se tratava de algo novo nas aulas de Ciências, uma vez que as aulas de laboratório que tinham, assumiam, em geral, um caráter de demonstração.

Mais uma vez, insistiu-se no conceito da grandeza força, inquirindo a respeito do significado da mesma. Para Ket e Cris “força é estrago, impulso”. Fran e Tati escreveram apenas “estrago e impulso” respectivamente. Leo e Vini afirmam que é “o que você coloca na sacola para levantá-la”. Conjetura-se que, possivelmente eles quiseram dizer “aplica” no lugar de “colocar”, como se fosse um agente externo, ou ainda uma substância. Para Bia “ela causa algum impacto”. Carol “a força humana, o suporte do saco plástico com o peso”. Nota-se vigorosamente a ideia de impulso como rótulo conceitual de força e a presença da linguagem popular, em que se costuma associar o termo força a um esforço muscular realizado por pessoas ou outros animais. Porém, a força não surge a partir de um esforço muscular, mas sim da interação de alguém dotado de músculos com algum objeto ou coisa. E tal grandeza também pode ser aplicada por uma máquina ou outro objeto. Também, neste grupo, o “conceito” foi notório mediante a Teoria da Aprendizagem Significativa, pois os alunos conseguiram associar, ainda que de maneira parcialmente correta, a ideia de força com elementos em que a mesma está presente ou com o que a grandeza é capaz de provocar.

Interrogou-se também se haviam visto alguma situação semelhante a que estavam realizando. Ket, Fran, Tati e Cris destacaram quando vão ao supermercado e a sacola do supermercado rasga com as compras ou as alças não suportam o peso que os mesmos exercem nas alças das sacolas. Ao associar/comparar a experiência a algo conhecido também aponta que há aspecto(s) da Mecânica que fazem parte da realidade das estudantes. As falas mostradas a seguir explicitam melhor isso:

Bia - Quando eu sento em uma cadeira e ela não suporta o peso e quebra.

Carol - Em um caso que aconteceu comigo, eu peguei uma caixa de cerveja e coloquei em uma sacola plástica, levantei devagar e logo depois arrebentou por causa do peso.

Para além da Física, uma questão parece ser pertinente: será que esta adolescente estava comprando cerveja? O fato é que, independente de estar sozinha ou acompanhada, é menor de idade.

De maneira similar ao grupo 1, depois do levantamento de hipóteses e a concomitante realização da experimentação, os alunos elaboraram individualmente modelos explicativos para situação problema: “Será que a sacola aguenta?”. Os dados obtidos encontram-se sistematizados no quadro 5.

**Quadro 5 - Modelos Explicativos de Autoria dos alunos do Grupo 2**

Aluno	Modelo Explicativo
Ket	“Colocamos as garrafas na sacola e puxamos lentamente, ela não rebentou, puxamos com força e ela rebentou, ou seja, quanto maior o impulso, maior a força”.
Leo	“Quanto mais peso e mais velocidade há mais riscos de a sacola rasgar”.
Fran	“Quando colocamos a massa mais do que a sacola aguenta, ela não sai intacta. E que a força é a sacola e o braço”.
Bia	“Colocamos um peso na sacola plástico e puxamos lentamente. Nada aconteceu. Já ao contrário, puxando rapidamente a sacola não suporta e rasga”.
Carol	“Na primeira coloquei as garrafas na sacola, levantei bruscamente e a sacola arrebentou. Na segunda eu levantei a sacola lentamente e ela não arrebentou. Troquei a posição das garrafas colocando de cabeça para baixo, levantando devagar ou bruscamente a sacola arrebentou”.
Tati	“Bom no meu caso ela arrebentou de primeiro. Eu acho que é a questão do peso”.
Cris	“Colocamos as garrafas nas sacolas quando puxamos devagar ela suporta, e quando rápido não. Porque quando devagar a pressão do ar é menor que quando puxamos rápido”.
Vini	“Quanto mais peso mais risco dela rasgar, e também dependendo da posição que você coloca o produto na sacola ela pode não suportar (principalmente produto que tem pontas) e também dependendo do modo que você levanta ela, se levantar lentamente não rasga, mas se levantar bruscamente ela pode rasgar”.

Fonte: o autor, 2013.

Nesta turma, quatro alunos (Ket, Fran, Bia e Vini) se expressaram em primeira pessoa do plural para relatar como realizaram o experimento (ou resolveram o problema), o que era

esperado, pois foi proposta a realização da atividade em dupla. No entanto, duas estudantes, Carol e Tati, utilizaram a primeira pessoa do singular para relatar seu modelo explicativo.

No relato de Ket nota-se que a aluna consegue estabelecer uma relação entre força e impulso (aplicação de uma força num curto intervalo de tempo), grandezas diretamente proporcionais. Contudo, não conseguiu trabalhar a ideia da força resultante ser menor quando se levanta a sacola lentamente, do que quando se levanta depressa. Assim, quando se levanta depressa, tal força exerce sobre as alças da sacola uma grande aceleração.

Segundo o modelo explicativo de Leo, o peso e a velocidade são as variáveis que determinam se a sacola aguenta, ou não, uma determinada quantidade de matéria, quando suspensa. Subentende-se a seguinte concepção alternativa: a intensidade da força aplicada é proporcional à intensidade da velocidade e não à da aceleração.

No modelo explicativo de Fran, nota-se referência apenas ao excesso de massa que, se for colocada na sacola, provoca dano à mesma. Considerando a capacidade da sacola, não fez menção ao peso exercer força na sacola. Por outro lado, ela não conseguiu completar claramente seu raciocínio quando diz: “E que a força é a sacola e o braço”.

No modelo explicativo de Bia, percebe-se que há um entendimento de que, ao puxar rapidamente a sacola, a mesma não suporta e rasga. No entanto, tal aluna não conseguiu perceber que o excesso de força aplicado produz uma grande aceleração, ou seja, uma força muito maior que a força limite de resistência das alças da sacola.

A aluna Carol, em seu relato, descreveu a preocupação com a posição em que as garrafas são colocadas na sacola (conceito de pressão). E, assim como Bia, não conseguiu explicar por que quando se levanta a sacola bruscamente, a mesma, ou parte dela, sofria algum tipo de dano.

No relato de Tati, nota-se que ela não conseguiu avaliar todas as variáveis envolvidas nesta atividade experimental, considerando o peso como a única variável determinante para o fato de a sacola não suportar os objetos nela colocados quando suspensa, aplicando-se uma variação brusca de velocidade.

A estudante Cris, em seu relato, descreveu que a sacola não conseguiu sustentar os objetos quando é puxada rapidamente. E justifica, erroneamente, que “quando devagar, a pressão do ar é menor que quando puxamos rápido”. Para a aluna, a pressão exercida pelo ar era capaz de provocar dano à sacola. Deve-se frisar que o atrito com ar foi dito que seria considerado desprezível.

Em seu modelo explicativo, Vini, assim como Carol, mencionou a preocupação com a posição em que as garrafas são colocadas na sacola. Ainda que não tenham conseguido

verbalizar, credita-se que os alunos implicitamente trazem à tona o subunçor pressão, uma vez que se forem colocadas viradas podem furar a sacola. E, do mesmo modo que Bia e Carol, não conseguiram explicar por que rasgaria se levantada bruscamente.

A análise dos modelos explicativos elaborados pelos discentes desse grupo, assim como do anterior, revela o predomínio do caráter descritivo, em detrimento do argumentativo.

Contudo, convém salientar que esta atividade experimental também propiciou o desenvolvimento de algumas habilidades cognitivas nos alunos: levantamento de hipóteses sendo encorajados a explorar e testar as suas ideias; capacidade de relacionar o problema com elementos do cotidiano; comparação de uma situação com outra; percepção do papel da comunicação.

Quanto às dificuldades que condicionam o ensino-aprendizagem centrado nesta metodologia, deve-se registrar que a grande maioria dos estudantes mencionou saber explicar o que realizaram, observaram e avaliaram, mas não sabiam como registrar no papel, ou dizer corretamente. Isso é perceptível no fragmento a seguir:

Ket - Professor, mas eu não sei escrever o que é força.

Leandro - Pense no que ela é capaz de fazer. Qual é a sua ideia a respeito?

Por fim, acredita-se que as dificuldades encontradas pelos estudantes de ambos os grupos não necessariamente indica uma incompreensão: podem estar relacionadas ao domínio de outros conhecimentos, bem como a capacidade de resolver situações problemáticas. E, apesar das respostas apresentarem alguns apontamentos corretos, os estudantes não conseguiram se expressar corretamente em linguagem científica (o que pode ser considerado, normal para este nível escolar), e por isso, são consideradas incompletas.

No entanto, em seu estudo, Pinho Alves (2002), aponta a importância das atividades experimentais como forma de se obter uma aprendizagem significativa.

[...] A liberdade de testar hipóteses presentes nos exercícios experimentais como tentativas de soluções dos desafios propostos, dá a chance de propor diferentes meios ou caminhos para chegar ao resultado desejado. Diferentes exercícios e diferentes caminhos para a solução oferecerão condições ao estudante no desenvolvimento de táticas e estratégias que possam ser utilizadas em outras situações (PINHO ALVES, 2002, p.4).

#### **4.4 - Apresentação e Análise das Respostas à Atividade Final**

Entende-se que a Atividade Final compreende a terceira etapa dos Momentos Pedagógicos e é intitulada Aplicação do Conhecimento. Delizoicov, Angotti e Pernambuco

(2007) argumentam que, na mesma, o papel do docente consiste em desenvolver atividades para capacitar os alunos a utilizarem o conhecimento do qual vem se apropriando, para analisar e interpretar as situações propostas na problematização inicial e outras que possam ser explicadas e compreendidas pelo mesmo corpo de conhecimentos.

Destaca-se, nessa etapa, a busca pela “generalização da conceituação” (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2007, p. 202), ou seja, a identificação e o emprego da conceituação científica envolvida, em que “[...] é o potencial explicativo e conscientizador das teorias científicas que deve ser explorado” (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2007, p. 202).

Em decorrência disso, nos parágrafos a seguir procura-se fazer uma análise das respostas dadas pelos alunos à Atividade Final.

- Referente ao entendimento da **relação força-movimento** parece clara a ideia de que é necessária a interação do skatista com a vizinhança para que o mesmo entre em movimento, para a grande maioria dos estudantes. Chama a atenção, novamente, o aparecimento do termo impulso como causa do movimento do skatista, pois se trata de uma reestruturação conceitual por parte de Sol, Fran e Vini. Conta-se que os estudantes reconheceram relação entre os conceitos envolvidos, o que, segundo a teoria de Ausubel, é conhecido como reconciliação integrativa.
- **Relação entre a superfície e o movimento dos corpos.** Pelas respostas, nota-se que, com exceção de Teo e Fran, o asfalto de uma avenida da cidade não pode ser considerado a melhor superfície para a prática de skate. Verifica-se também o estabelecimento de relação da situação problema com o cotidiano, quando Sol e Tati mencionaram as condições do asfalto (existência de pedras e buracos). Contudo, apenas Sol, Yan e Fran não conseguiram atribuir ao atrito entre a superfície e as rodas do skate (desprezando a resistência do ar) o motivo da cessação do movimento do skatista.
- Com relação ao **formato das rodas** ninguém conseguiu afirmar que essa característica das rodas tem o intuito de minimizar o atrito, pois não é possível eliminá-lo totalmente. Os discentes apenas se limitaram a dizer que serviam

para o skate se movimentar. Assim, as rodas permitem ao skate deslizar sobre a superfície, isto é, movimentar-se mais facilmente.

- Tendo em vista a quantidade de acidentes que ocorrem diariamente no país, optou-se por repetir a questão da Atividade Prévia que tratava da **importância de obedecer aos limites de velocidade**. Diferentemente da Atividade Prévia, nem todos afirmaram que é importante obedecer aos limites de velocidade para transitar com segurança e prevenir acidentes. Merece destaque as respostas de Carol e Vini que, anteriormente, atribuíram a importância ao simples fato da existência de tais limites e que, nesse momento, justificaram a importância ao fato de “ter mais segurança”. Ket, disse não saber a resposta, mas na Atividade Prévia havia respondido “sim para ter mais segurança”, o que indica uma aparente contradição.
- Concernente ao uso indistinto das grandezas físicas massa e peso, inquiriu-se sobre a **variável física medida por uma balança**. Os alunos Elis, Bel, Fran e Vini mantiveram as concepções alternativas apontadas na Atividade Prévia, indicando não ter sido possível uma reestruturação dos conceitos. Por outro lado, Yan, Cida, Bia, Carol mantiveram o conceito correto de massa. Os demais conseguiram reelaborar o conhecimento e fizeram uma diferenciação progressiva (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980), com detalhamento gradual, apresentando aspectos diferenciados entre massa (quantidade de matéria) e peso (força), com exceção de Teo, que antes indicava massa como largura e, nesta, compreende como peso. Contudo, mediante o pouco tempo e/ou a forma como foram conduzidas as aulas, não se pode afirmar que, a partir da diferenciação progressiva, tais alunos adquiriram completamente o conceito de peso e massa, pois o processo de assimilação é contínuo.
- Novamente, insistiu-se em um dos possíveis efeitos produzidos por uma força. Isto é, na **capacidade de deformar os objetos**. Da análise das respostas dadas, todos os discentes conseguiram perceber a força como agente externo capaz produzir deformações em corpos. Certamente, a questão proposta propiciou relacionar o conceito estudado com situações conhecidas, o que pode levar à modificação

do subsunçor (força), o que aponta indícios de aprendizagem significativa pelos alunos.

- Quanto à **caracterização da grandeza força: módulo, direção e sentido**: com exceção de Ket, que não respondeu nada com relação à intensidade da grandeza, todos entendem o que é puxar a corda, ou seja, está subentendida a necessidade de aplicar uma força de determinada intensidade, e embora não explicitaram trata-se da magnitude da mesma. Quanto à direção e ao sentido, a grande maioria entende que uma direção qualquer possui dois sentidos, exceto Elis, que disse não ter entendido, e Cris, que não deixou claro em sua resposta a diferença entre direção e sentido. Contudo, esta aluna conseguiu dizer corretamente que, no caso da brincadeira de cabo de guerra, a equipe que conseguisse aplicar a maior força seria a vencedora. Quanto à ideia de equilíbrio ou empate, para os componentes do grupo 1, todos conseguiram prever isso, sem, no entanto, tornar claro que seria na seguinte condição: pois a direção da corda é a mesma e os sentidos de aplicação das forças são contrários, as equipes poderiam aplicar forças de mesma intensidade e, neste caso, nenhuma das equipes seria vencedora. Para os participantes do grupo 2, observa-se que mais da metade (Vini, Bi, Tati, Cris, Leo) não admitiu isso, levando-se a entender que uma equipe deve sair vencedora, não havendo a possibilidade de empate, ainda que momentâneo.
- Quanto ao conceito de pressão, questionou-se o **porquê de alguns objetos domésticos como, por exemplo, faca e tesoura serem afiados**. Nenhum estudante ignora que tais objetos possuem superfícies finas e que, por isso, cortam mais facilmente. No entanto, ninguém revelou que tais objetos cortam melhor porque possuem uma área de contato menor com a superfície de contato. Assim, ao aplicar uma força, a pressão exercida pelos mesmos sobre a superfície que se deseja cortar é maior e o efeito desejado também. Mais uma vez, parece estar subentendido que os discentes conseguem relacionar o conceito de força estudado com outras situações, o que demonstra indícios de aprendizagem significativa pelos alunos.

- Voltando aos conceitos de massa e peso questionou se **uma viagem à Lua resolve o problema do excesso de massa corpórea de uma pessoa?** Embora não tenham conseguido expressar que a variável física que alteraria seria o peso da adolescente, Elis se limitou a dizer que não emagrece. Todos os demais, com exceção de Leo e Carol, afirmaram que o problema não seria resolvido, pois a mesma perderia massa. Destaca-se, também, a ingênua resposta de Teo: “não. Pois o amigo sugere para ela ir a Lua a pé (o que até hoje é impossível)”. Era esperado que conseguissem diferenciar os conceitos de massa e peso, mencionando que a grandeza alterada seria o peso e não a massa.
- Referente à **existência de alguma força atuando sobre o corpo de cada aluno enquanto resolvia a Atividade Final**, nota-se que, com exceção de Elis e Bia, os demais afirmaram a existência de alguma força: pressão atmosférica (com intuito de dizer a força que o ar exerce sobre os corpos); a gravidade (força peso); Carol, Tati e Vini mencionaram algumas partes do corpo (mão e braço) exercendo força sobre os objetos escolares (lápiz, caneta, papel), levando-se a inferir que, pela Terceira Lei de Newton, tratava-se da força de reação que esses objetos aplicavam sobre seus corpos. Porém, ninguém alegou as forças exercidas pela cadeira, mesa e piso sobre seus corpos. Acredita-se existir uma extrapolação do conceito estudado com outras situações, modificando subsunçor, o que indica indícios de aprendizagem significativa pelos alunos.
- A ideia de flutuação trabalhada na Atividade Prévia veio à tona, novamente, por meio da seguinte questão: **por que quando se nada na água do mar, bóia-se mais facilmente do que em água doce?** Com exceção de Leo, todos focaram a densidade da água ser maior por causa do sal como fator determinante para que a flutuação em água salgada seja mais fácil. Percebe-se um desenvolvimento dos subsunçores relacionados à flutuação de corpos na água, o que indica uma evolução ao longo do estudo, e está de acordo com a ideia ausubeliana (aprendizagem orientada para a descoberta). Em comparação

com a Atividade Prévia, a maioria dos alunos melhorou sua resposta, o que permite inferir que houve assimilação de conceitos.

- Dadas algumas expressões os estudantes escolheram 4, indicando com um círculo as que melhor lhes respondessem a questão: **“Como e por que estudar Física?”** As visões pessimistas estão ilustradas pelas expressões de duas alunas, Elis, Jac: “caí na prova”; “é inútil”; “muito difícil”; “não entendo essa matéria”. Leo se contradiz ao dizer que estudar física é: “é útil”; “é inútil”. E mais: “nunca se relaciona com a minha vida”; “caí na prova”; “a física está apoiada na observação de como os eventos acontecem”. Em contrapartida, há uma nítida concordância entre as respostas dadas por outros alunos envolvidos na pesquisa (Ket, Fran, Bia, Carol, Tati, Cris, Vini, Bel, Teo, Yan, Sol, Cida): “divertida e interessante”; “a física está apoiada na observação de como os eventos acontecem”; “é útil”; “entendimento do mundo”; “não vejo vantagem em aprender”; “muito difícil”; “faz parte da minha vida”; “só acho interessante aula que utiliza experimentos”. Entretanto, Carol ressalta que a disciplina em questão é “muito difícil”.
- Por fim, procurou-se fazer uma **avaliação do que acharam dos experimentos e/ou atividades desenvolvidas**. Somente Elis afirmou ser “nem um pouco interessantes”. Os outros alunos consideraram “muito interessantes ou razoavelmente interessantes”.

Como visto, as atividades experimentais trabalhadas podem favorecer a aprendizagem significativa, pois tais atividades estabelecem relação com o cotidiano dos discentes e instigam o desenvolvimento de algumas habilidades cognitivas: capacidade de abstração; estabelecimento de relações entre o que sabiam e o que lhes era apresentado, permitindo a construção e reestruturação de alguns conceitos; capacidade de interação com os colegas e o docente (criar condições de trabalho coletivo); resolução de problemas; criação de modelos explicativos.

Outro aspecto a salientar é que algumas concepções espontâneas dos alunos mostraram-se resistentes, sobrevivendo ao ensino-aprendizagem por meio deste estudo e levando-se a ponderar que, possivelmente, algumas respostas foram mecanicamente

memorizadas, ou que tais conceitos estão arraigados em sua estrutura cognitiva, pois vivem em um contexto cultural que pode (ou tende a) reforçar isso.

Portanto, neste capítulo procurou-se apresentar e analisar o corpo de dados construídos durante a pesquisa, com base no referencial teórico em que se ancorou. Isso permitiu tirar algumas conclusões a respeito de todo o processo de pesquisa. E tais conclusões são apresentadas a seguir, no capítulo 5.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em resposta à problemática inicialmente levantada admite-se que houve uma gradual assimilação de alguns conceitos físicos (massa, peso, densidade, etc) por parte dos discentes sem um distanciamento do universo cultural dos mesmos, uma vez que as atividades experimentais propostas pelo estudo possibilitaram:

- que os discentes pudessem usar a imaginação, ou melhor, realizar a elaboração mental para o desafio proposto (a construção do artefato que flutuaria ou afundaria, ou a verificação do levantamento da sacola que deveria ou não aguentar quando suspensa com uma determinada massa);
- incitar e, possivelmente, elevar o nível do processo cognitivo, pois exigiu dos mesmos a capacidade de estabelecer relações entre o que sabiam no âmbito da Física e o que lhes era apresentado. De acordo com Ausubel; Novak e Hanesian (1980), o processo cognitivo pode ser entendido como uma constante reorganização de conceitos e informações novas, que interagem com ideias pré-existentes na estrutura cognitiva, de tal forma que no final do processo de assimilação, já não é possível distinguir o conceito inicial do que foi incorporado.
- estimular a curiosidade, desafiar os alunos e dar-lhes voz, isto é, abrir espaço para que pudessem se expressar, pois essas são características condizentes com a perspectiva problematizadora e com a disciplina Física;
- desenvolver habilidades cognitivas associadas ao ensino-aprendizagem de conteúdos;
- despertar para a valorização de um ensino-aprendizagem por investigação, o que está de acordo com Carvalho P. (1999).

Assim, considera-se que a experimentação, neste nível de ensino, contribui efetivamente no desenvolvimento de habilidades cognitivas e atitudinais, pois propicia uma atitude mais ativa dos alunos, permitindo que os mesmos sejam desafiados e vivenciem algumas condições importantes para o processo de ensino-aprendizagem, como: manipulação de objetos e ideias concomitantemente; invenção; descoberta pelos sentidos e raciocínio lógico; envolvimento maior dos discentes na aula, o que amplia a possibilidade de testar seus conhecimentos; capacidade de resolver problemas em outros contextos que não o escolar; cria-se um bom clima de ensino-aprendizagem, pois de certa forma seduz os alunos, levando-os a perceberem que podem controlar algumas variáveis, em se tratando de fenômenos físicos.

Tendo isso em mente, não se defende o ensino-aprendizagem de Física exclusivamente com experimentos realizados com materiais de baixo custo, pois a disciplina precisa ser trabalhada em consonância com outras vertentes: histórica, computacional, etc., porque, como se apresenta na seção 5.4, uma metodologia (seja de pesquisa ou de aula) possui limitações e isso não pode ser ignorado pelo professor.

Em minúcias, entende-se que ao adotar o ensino-aprendizagem de Física sob a ótica do dia a dia, deve-se reconhecer que tal matéria não é simples, a ponto de ser reduzida ao cotidiano, mas que seu corpo de conhecimentos necessita de abstrações para a construção/assimilação de conceitos.

Desse modo, o presente trabalho reafirma a importância de os professores repensarem continuamente a sua prática, pois, ainda que um experimento ou atividade repita de certa forma a ideia de outro estudo, faz-se necessário testar sempre a abrangência do que se empreende. Neste caso, o experimento “Flutua ou Afunda?” também foi realizado por Carvalho P. et al. (1998), os quais aplicaram a atividade com objetivos similares, com alunos da terceira série, porém já sugerindo que o artefato seria um barquinho.

Quanto à análise das respostas dos alunos às atividades experimentais mostrou que a metodologia utilizada, permitiu, ainda que parcialmente, um conflito de concepções por parte dos estudantes, propiciando assim, uma visão mais crítica sobre alguns fatos do cotidiano: condições de flutuação e sustentação de objetos.

Nesse sentido, como resultados, percebe-se que:

- é possível pensar melhor os fatos e acontecimentos quando se forma uma idéia clara de sua estrutura e de seu funcionamento, ou seja, quando se tenta/consegue construir um modelo daquilo que se estuda;
- as atividades experimentais possuem efetivamente potencialidades educativas relevantes, pois exigem metodologias que fomentam mais rapidamente não apenas a manipulação de objetos, mas o levantamento e o teste de hipóteses. Assim, procurou-se realizar atividades experimentais investigativas que pudessem levar os alunos a buscarem soluções que exigissem a reestruturação do conhecimento que possuíam, o que está em conformidade com a perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel;
- se a intenção é permitir que os estudantes aprendam significativamente, é imprescindível pensar em situações problemáticas que propiciem a construção de significados dos conceitos envolvidos;

- na visão de dois alunos do grupo 1 (Bel e Yan, alunos que não escolheram o experimento) a metodologia da pesquisa utilizava recursos incomuns. Segundo eles, as aulas de Ciências, a partir daquele momento, poderiam ter o mesmo formato. Nota-se que, com relação a esses alunos, as atividades propostas mostraram-se atraentes e motivadoras, o que é fundamental para que tenham intenções de aprender conceitos de Física, condição necessária para se promover uma aprendizagem significativa;

- os alunos Bel e Yan com subsunçores mais desenvolvidos mostraram melhor evolução ao longo do estudo, o que está de acordo com a fundamentação teórica;

- a metodologia adotada neste estudo também chamou a atenção da professora de laboratório de Ciências da turma pesquisada. A mesma manifestou interesse pela metodologia aplicada e pediu uma cópia de cada uma das atividades, para que pudesse aplicar nas outras turmas de 9º ano da escola. Segundo a professora, a diretora a orientou que seria bom que os outros alunos também pudessem participar de atividades dessa natureza;

- o método proposto nesta pesquisa pode ser aplicado, porém, precisa estar previsto no planejamento anual da disciplina, para que possa fazer parte, efetivamente, das aulas de Ciências, sem ser um adendo ou uma simples atividade diferenciada, que busca fugir da rotina das aulas triviais, deslumbrando os alunos com as aulas que acontecem fora da sala de aula;

- os Três Momentos Pedagógicos serviram de suporte para a metodologia em sala de aula. Houve a participação dos estudantes ao longo de todo o processo de pesquisa e não somente na Problematização Inicial. Os mesmos envolveram-se nas atividades, de forma a desenvolver um processo de ensino-aprendizagem dialógico e problematizador, no qual seu universo cultural esteve sempre presente;

- ao fazer uma analogia com o espectro eletromagnético da Física, percebe-se que o espectro de avaliação escolar precisa ser ampliado: certamente existem habilidades cognitivas além e/ou aquém dos instrumentos utilizados na pesquisa, e que não vieram à tona em nenhum dos momentos pedagógicos. Como afirma ANTUNES (2002, p. 71) “[...] assim, como é possível descrever um conceito com palavras, é possível pensar que outros signos, além das letras, possam ser usados para sua expressão”;

- o embasamento teórico utilizado desperta para a reflexão do seguinte aspecto: a aprendizagem significativa pode ser facultada a todos mediante a disposição em aprender, o potencial significativo do material de aprendizagem, e o que os alunos já sabem.

No que se refere aos Resultados do Estudo, em comparação com os dos Artigos da Revisão de Literatura, percebe-se por um lado algumas aproximações e distanciamentos por outro. A seguir exibe-se isso.

- É consenso que a atividade docente deve ser repensada a fim de proporcionar uma participação maior dos discentes no processo de ensino-aprendizagem. Desde a proposição do problema (primeira etapa dos Três Momentos Pedagógicos) até a sua solução, deve-se enfatizar processos que estimulem o uso do conhecimento conceitual e do procedimental. Nesse ínterim, merece destaque os trabalhos de: Silva e Pino (2010), (artigo 02); e Abrahams e Millarb (2008), (artigo 03). Os dois primeiros autores enfatizam que para o professor compreender o seu fazer e analisar o seu contexto atuação, este precisa ter consciência das suas limitações e buscar, na interlocução entre teoria e prática, elementos que o ajudem a refletir sobre sua práxis. Sem dúvida alguma, o estudo em questão possibilitou isso para o mestrando.
- Quanto às concepções prévias dos estudantes, percebe-se a necessidade de mais tempo do que geralmente se gasta para trabalhar estes “conceitos” e uma abordagem mais profunda que, ao mesmo tempo, promova a retomada freqüente dos mesmos, no sentido de realimentá-los e reavaliá-los. Gomes, Borges e Justi (2008), (artigo 04), também assinalam a importância de considerar estas concepções no processo de ensino-aprendizagem.
- Conforme demonstrou Laburú; Silva e Barros (2008), artigo 01, as atividades experimentais com materiais simples e de baixo custo podem ser realizadas em ambientes alternativos ao laboratório, como a sala de aula. No entanto, as atividades experimentais deste estudo só foram realizadas no laboratório para atender a norma de trabalho da escola, uma vez que os experimentos poderiam ter sido realizados na sala de aula, ou até no pátio da escola. Ademais, Souza et al. (2009), (artigo 05), acrescentam que a utilização de situação de estudo, como forma alternativa para o ensino de Física, requer dos alunos a ativação de diversos tipos de conhecimento, de procedimentos, habilidades, atitudes e motivações (embora não sejam as únicas), o que possibilita os discentes construir significações e resgatar o prazer de estudar e aprender. O presente estudo também está em conformidade com estes resultados.
- Do estudo, emerge que a exploração do potencial da experimentação não é trivial, haja vista não ser possível controlar todas as variáveis do processo de ensino-aprendizagem. Segundo Abrahams e Millarb (2008), artigo 03, “a forma como a tarefa

é apresentada aos estudantes e conduzida na sala de aula pelo docente, é que define o potencial de aprendizagem” (ABRAHAMS e MILLARB, 2008, p. 1966). Nesta mesma direção também apontam o trabalho de Gomes, Borges e Justi (2008), artigo 04; e o, de Laburú e Silva (2011), (artigo 06), que defendem o laboratório didático como um espaço escolar para mobilizar, instigar e explorar a inteligência dos aprendizes, especificamente ligada ao fazer e ao agir.

- Com relação ao uso de uma metodologia diferenciada, a mesma, por si só, não garante que se alcance os resultados esperados. Por meio do Modelo SDDS subdividido em três subprocessos: formulação de hipóteses, experimentação e análise de evidências, Gomes, Borges e Justi (2008), (artigo 04), alertam que a compreensão isolada de diversos componentes que caracterizam o processo de experimentação não garante, necessariamente, a compressão do processo como um todo. Assim, não são as atividades as responsáveis por um ensinar construtivista ou não construtivista, mas a maneira como elas são entendidas e consideradas na sala de aula. No estudo em questão, percebeu-se na fala de um aluno que na metodologia das aulas havia uma diferença em relação à maneira como geralmente eram conduzidas as aulas.
- Concernente ao aspecto diferencial da metodologia de ensino em questão trata-se do emprego da dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos durante as aulas, uma estratégia que possibilitou considerar e trabalhar, ainda que de forma limitada, algumas das variáveis do processo de ensino-aprendizagem: nível cognitivo e de motivação dos discentes; desenvolvimento de habilidades cognitivas; lacunas existentes no corpo de conhecimentos dos estudantes; indícios de aprendizagem significativa. Certamente, não é possível ter o controle total das referidas variáveis. No entanto, o uso de tal metodologia de aula é potencialmente transformador à medida que pode “subverter” o ensino tradicional de sala de aula, conforme se viu nas aulas deste estudo.

Diante disso, não se pode deixar de destacar que o ensino-aprendizagem encontra obstáculos, qualquer que seja a abordagem utilizada. Embora o foco da investigação estivesse no aluno, acredita-se que seria extremamente difícil isolar a variável aluno, sem considerar as relações que existem em seu entorno, sobretudo com o docente. Contudo, no decorrer das atividades percebeu-se que o interesse pelo estudo da Física é mais significativo quando as situações abordadas fazem parte do universo cultural dos estudantes.

Portanto, os resultados desta pesquisa, além de estarem em consonância com as investigações mencionadas, apresentam algumas limitações.

É sabido que a realização de uma pesquisa não se trata de uma atividade elementar, mas, pelo contrário, envolve algumas (ou várias) etapas desde o engendramento do problema e a escolha dos métodos a serem seguidos até a sua possível publicação (MOROZ; GIANFALDONI, 2006). Por isso, quando se faz pesquisa em educação, descobre-se tratar-se de um tema vasto, aberto que, para ser compreendido, é necessário muito tempo de estudo, paciência e, sobretudo dedicação.

Nos dizeres de Corazza (2002), o pesquisador deverá fazer escolhas, independente do método, as quais serão o reflexo de sua identidade, de suas ideologias, seu modo de ver o mundo.

A pesquisa, assim vista, possui algumas limitações, de naturezas diversas: umas relacionadas com a amostra selecionada; outras, com os instrumentos de coleta de dados e o assentamento dos mesmos; ademais, outras resultantes do tipo e forma de análise efetuada (processos utilizados no tratamento dos dados), bem como do foco da análise, mediado pela experiência e visão de mundo do pesquisador, seu orientador, banca de Qualificação e possivelmente de Defesa da Dissertação (ESTEBAN, 2003).

Para tornar mais compreensível tais limitações, optou-se por discorrê-las a seguir.

- Com relação à *amostra selecionada*: dos trinta e três alunos, somente quinze participaram da pesquisa. Isso implica que a amostra do estudo não é representativa do total de alunos da turma, pois menos de 50% dos discentes participaram. Devido ao contexto de finalização de ano letivo, nem sempre a coleta de dados foi realizada nas aulas da disciplina Ciências, mas sempre no mesmo turno. Assim, as atividades do estudo ocorreram muitas vezes em horários de outro professor, como a de Educação Física, o que motivou muitas desistências de meninos, que preferiam ir para a quadra de esportes jogarem futebol, o que reflete um aspecto cultural do país. Outro ponto que merece destaque é que alguns alunos mencionaram, no momento da apresentação do projeto de pesquisa, que participariam desde que as atividades valessem nota ou se fossem obrigados. Outros até manifestaram interesse, porém seus pais ou responsáveis não autorizaram.
- Referente à relação pesquisadores-alunos *durante o estudo*, deve-se admitir que aparentemente todos os alunos foram submetidos de maneira geral a um *mesmo tipo de tratamento* durante a realização do estudo, embora, os discentes apresentassem

níveis cognitivos e expectativas com relação à disciplina e às atividades desenvolvidas muito diferenciados. Ocorreu que nem todos conseguiram participar da pesquisa em igualdade de condições (se é que isso é possível, pois além de depender da ação mediadora docente, é imprescindível o desejo de cada estudante também). Mas, entende-se como necessário buscar uma proposta de ensino-aprendizagem que minimize uma possível exclusão proporcionada pelo ensino-aprendizagem de Física na escola: quem tem facilidade avança e tende a se sair melhor nas avaliações, quem tem dificuldade, não. Com base em (COSTA, 2002), nota-se que “as realidades” encontradas com a pesquisa estão sujeitas ao meio em que estão inseridas e ao olhar do professor-pesquisador.

- No *tocante à coleta dos dados*: duas atividades experimentais tiveram que ser suprimidas em virtude da disponibilidade de tempo oferecido pela escola pesquisada, uma vez que a coleta de dados só foi possível a partir de 03 de outubro de 2011, data em que tal projeto foi aprovado pelo CEP-UFU. Somam-se a isso, também, outros fatores, como o fato de a turma pesquisada ser do 9º ano do ensino fundamental e estar envolvida em outras atividades, como formatura e outros eventos promovidos pela escola e o período de pesquisa ocorrer próximo ao período de férias escolares. Além disso, houve a necessidade de considerar que tal turma encerraria este ano o nível de ensino na escola pesquisada e os seus integrantes iriam para outras instituições, tornando impossível a continuidade da coleta de dados em outro momento.
- Quanto aos *instrumentos de coleta de dados*: utilizou-se como instrumento de coleta de dados Questões Investigativas (relacionadas aos conceitos presentes nos Experimentos). Presume-se que as respostas dos alunos podem sofrer limitações, devido às suas naturais dificuldades de expressão escrita ou oral. Embora se tenha tentado complementar as análises das respostas escritas com as falas transcritas, tal limitação pode interferir no nível dos resultados obtidos. Além disso, deve-se considerar a dificuldade de compor instrumentos de coleta de dados concatenados, em tão pouco tempo, e tendo em vista as limitações anteriores.
- Em relação aos *conteúdos de Física selecionados*: o fato de a investigação incidir unicamente sobre uma unidade temática é pontual, e não permite fazer generalização dos resultados a outros conteúdos programáticos.
- Referente à *análise de dados*, fundamentando-se na interpretação das respostas dos estudantes, infere-se que tais ações tenham sido influenciadas pela perspectiva do

investigador, no que tange à forma e à profundidade das análises entabuladas. Desse modo, não há neutralidade em estudos desta natureza, tendo em vista as interpretações que se faz dos dados. Como afirma (COSTA, 2002) a imparcialidade da pesquisa não passa de uma ficção.

Por fim, como os alunos não chegaram a constatações precisas e esperadas, sugere-se uma síntese dos critérios que parecem ser importantes para que objetos afundem ou flutuem na água.

- A flutuação depende tanto do objeto, como do líquido em que está imerso, ou seja, um objeto que flutua num dado líquido pode não flutuar em outro, devido à densidade. Em se tratando de uma mesma massa, se o volume for maior, o corpo flutuará mais facilmente, porque o objeto apresentará menor densidade que a do líquido (no caso a água) onde está submerso;
- O formato (dimensões) do artefato deve ser parecido com uma balsa ou jangada e as laterais estreitas, o que garante maior volume a ser submerso, sem afundar. Assim, um artefato de maior volume pode carregar mais bilocas;
- A água exerce uma força (empuxo) de baixo para cima que tende a impedir que o corpo afunde no líquido: no caso do artefato, para que o mesmo ficasse em equilíbrio, era necessária uma distribuição uniforme das bilocas sobre o mesmo, impedindo que o mesmo girasse, ou que permitisse a entrada de água por um dos lados devido ao tombamento;
- A Terra também atrai o artefato na vertical para baixo, por meio da força peso, caso tal força seja maior que o empuxo, o corpo afunda.

De maneira análoga aos estudantes do grupo 1, os do grupo 2 também não conseguiram elaborar um modelo explicativo que contivesse uma solução convincente para a situação proposta. Diante disso, faz-se necessário sintetizar os critérios que parecem ser relevantes para que a sacola aguentasse ou não a massa de 5Kg quando suspensa.

- Ao levantar a sacola, observa-se que a água (massa) estava concentrada em uma parte da sacola, pois contida em garrafas pet, exercia uma pressão no fundo da mesma; contudo, ao segurar as alças da sacola havia a aplicação de uma tração nas alças da mesma.

- Para levantar a sacola, era preciso aplicar sobre a mesma uma força superior ao seu peso total da sacola. Supôs-se que a sacola de plástico suportava um peso total  $P$  quando estava suspensa por suas alças (em equilíbrio). Para elevá-la até certa altura, era necessário puxá-la com uma força  $F$  superior a  $P$ , porque só assim ela subiria sob a ação da força resultante  $F - P$ , para cima, o que lhe conferia uma variação de velocidade no decorrer do tempo, denominada aceleração, e que matematicamente

$$a = \frac{F - P}{m} .$$

- Ao levantar rapidamente a sacola, a pessoa exercia sobre as alças da sacola uma grande aceleração, ou seja, a força  $F$  exercida era muito maior que a força  $P$  (limite de resistência das alças). Levantada a sacola lentamente, a força adicional que se fazia era pequena e a tração sobre as alças era praticamente a mesma que quando ela estava em equilíbrio (a sacola suspensa sem se movimentar na vertical ou se movimentando com velocidade praticamente constante).

Em virtude dos aspectos abordados considera-se ainda que o universo pesquisado é bastante pequeno e que as conclusões e os resultados obtidos precisam ser ponderados, pois não são definitivos, mas são considerados relevantes. Mas, pode-se inferir e analisar, ainda que parcialmente, o potencial da experimentação no desenvolvimento de habilidades cognitivas em alunos do 9º ano do ensino fundamental.

Portanto, as análises ainda que sejam facciosas, são necessárias para ajudar a refletir a complexidade do binômio ensino-aprendizagem, particularmente na área de Física, e compreender como é longo o caminho a ser percorrido por aqueles que se dedicam a árdua e prazerosa atividade de ensinar/aprender. Assim, trabalhos futuros podem explorar com maior profundidade os aspectos discutidos aqui, como também outros, quer no mesmo ambiente escolar ou em outras instituições de ensino-aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

- ABRAHAMAS, Ian; MILLARB, Robin. Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. **International Journal of Science Education**, v. 30, n. 14, p. 1945 - 1969, 2008. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500690701749305#preview>>. Acesso em: 01 de set. 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. **Histórico e missão**. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec>>. Acesso em: 11 abr. 2011.
- ALMEIDA, Voltaire de Oliveira; CRUZ, Carolina Abs da; SOAVE, Paulo Azevedo. Conceções Alternativas em Óptica. **Textos de apoio ao professor de física**. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, v. 18, n.2, p. 5 - 67, 2007. ISSN 1807-2763. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/tapf/v18n2\\_Almeida\\_Cruz\\_Soave.pdf](http://www.if.ufrgs.br/tapf/v18n2_Almeida_Cruz_Soave.pdf)>. Acesso em: 26 jun. 2012.
- ANTUNES, Celso. **As inteligências múltiplas e seus estímulos**. 9 ed. Campinas, SP: Papirus, 2002. 141 p.
- ARRUDA, S. M. et al. Articulando os discursos de um professor de Física com a aprendizagem em grupos de estudantes, 2003. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, IV, 2003, Bauru. **Atas...** (CD-ROM).
- AUSUBEL, David P., NOVAK, Joseph D. e HANESIAN, Helen. **Psicologia Educacional**. Tradução: Eva Nick. Rio de Janeiro: Editora Interamericana Ltda, 1980. 527p.
- BAROLLI, Elisabeth; FRANZONI, Marisa. Efeitos de Intervenções Docentes na condução de uma Atividade Experimental em um laboratório didático de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 1, p. 35 - 54, abr., 2008. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6159>>. Acesso em: 11 de ago. 2011.
- BONADIMAN, Hélio. **Mecânica**: movimento retilíneo, movimento curvilíneo, leis de Newton. 2 ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2000. p. 137 - 182.
- BOGDAN, R; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação**. Uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Portugal: Porto Editora, 1994. p. 47 - 51 e 81 - 97.
- BORGES, A. Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**: Florianópolis, v. 21, Edição Especial, p. 9 - 30, nov. 2004.
- BORGES, A.T. O Papel do Laboratório no Ensino de Ciências. In: **Atas do I Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia, SP, p. 2 - 11, 1997.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Parecer CNE/CEB n.º 15/98, aprovado em 01 de junho de 1998. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o ensino médio**. Relatora: Conselheira Guiomar Namó de Mello. Disponível em: <[www.portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/PCB15\\_1998.pdf](http://www.portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/PCB15_1998.pdf)>. Acesso em: 05 out. 2011.

\_\_\_\_\_. Decreto-Lei nº 8.529 de 02/01/1946. Lei Orgânica do Ensino Primário. Disponível em: <<http://www2.camara.gov.br/legin/fed/declei/1940-1949/decreto-lei-8529-2-janeiro-1946-458442-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 20 fev. 2012.

CANAVARRO, J. **Ciência e Sociedade**. Coimbra: Quarteto, 1999.

CARVALHO P, A. M. et al. Pesquisa em Ensino de Física. In: NOGUEIRA, Salvador; ROMERO Thiago (Org.). **Física 2011**: estado da arte, desafios e perspectivas para os próximos cinco anos. 1. ed. São Paulo: Chris Mchilliard, 2011. p. 115 - 126.

CARVALHO P, A. M. et al.. **Termodinâmica**: um ensino por investigação. São Paulo: FEUSP/CAPES, 1999. 123 p.

CARVALHO P., A. M. et al. O problema do barquinho. In: **Ciências no ensino fundamental**: o conhecimento físico. São Paulo: Scipione, 1998. Atividade 4. p. 77 - 85.

CARVALHO, Regina Pinto de. **Física do dia-a-dia**. Belo horizonte: Editora Gutemberg, 2005, 103p.

CHALMERS, Alan F. **O que é ciência afinal?** Tradução: Raul Fiker. São Paulo: Brasiliense, 1993, 225p.

CHAVES, Alaor; SHELLARD, Ronald Cintra. **Física para o Brasil**: pensando o futuro. São Paulo: Editora da SBF, 2005, p. 194 - 201.

CORAZZA, S. M. Labirintos da pesquisa diante dos ferrolhos. In: COSTA, M. (org). **Caminhos investigativos**: Novos olhares na pesquisa em educação. Rio de Janeiro: DP&A, 2002, p. 105 - 131.

COSTA, Cristina. **Sociologia**: introdução à ciência da sociedade. 2. ed. São Paulo: Moderna, 1997.

COSTA, Marisa Vorraber. Uma agenda para pesquisadores. In: COSTA, Marisa Vorraber (org). **Caminhos Investigativos II**: outros modos de pensar e fazer pesquisa em educação. Rio de Janeiro: DP&A, 2002, p. 143 - 156.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Editora Cortez, 1994.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências**: fundamentos e métodos. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2007, p. 177-202.

DELIZOICOV, Demétrio. Pesquisa em Ensino de Ciências como Ciências Humanas Aplicadas. In: NARDI, Roberto (Org.). **A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil**: alguns recortes. São Paulo: Escrituras, 2007, p. 413 - 449.

ESTEBAN, M. T. Dilemas para uma pesquisadora com o cotidiano. In: GARCIA, Regina Leite (org). **Método**: Pesquisa com o cotidiano. Rio de Janeiro: DP&A, 2003. p. 199 - 212.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 21. ed. São Paulo: Editora Paz e Terra, 2002.

GEHLEN, Simoni Tormöhlen; MALDANER, Otavio Aloisio; DELIZOICOV, Demétrio. **Momentos pedagógicos e as etapas da situação de estudo: complementaridades e contribuições para a educação em ciências**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v18n1/01.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2012.

GIL-PÉREZ, D. et al. **¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años**. Santiago: OREALC/UNESCO, 2005.

GOMES, Alessandro D.T.; BORGES, A. Tarciso; JUSTI, Rosária. Processos e conhecimentos envolvidos na realização de atividades práticas: revisão da literatura e implicações para a pesquisa. In: **Investigações em Ensino de Ciências**, v.13, n. 2, p.187 - 207, 2008. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID194/v13\\_n2\\_a2008.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID194/v13_n2_a2008.pdf)>. Acesso em: 18 de ago. 2011.

GONICK, Larry; HUFFMAN, Art. **Introdução Ilustrada à Física**. Tradução e adaptação: Luís Carlos de Menezes. São Paulo: Harbra, [200?]. p. 5.

HODSON, D. Filosofia de la ciencia y educacion científica. In: Porlán R. et al. (Org.). **Constructivismo y enseñanza de las ciencias**. Sevilha: Díada Editoras, 1988, p. 5 - 21.

\_\_\_\_\_. The place of Practical Work in Science Education. In: **Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências**. Braga: Universidade do Minho, 2000.

HOERNIG, A.M.; PEREIRA A.B. As aulas de ciências iniciando pela prática: o que pensam os alunos. **Revista da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.4, n.3, p.19 - 28, set/dez 2004. Disponível em: <<http://www.fae.ufmg.br/abrapec/revistas/V4N3/v4n3a2.pdf>>. Acesso em: 27 dez. 2012.

INEP. **Exame Nacional do ensino médio - ENEM**: documento básico. Brasília: INEP, 1999.

INSAUSTI, M. J.; MERINO, M.. Una propuesta para el aprendizaje de contenidos procedimentales en el laboratorio de Física y Química. In: **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 5, n. 2, p. 93 - 119, 2000. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>>. Acesso em: 06 ago. 2010.

KRASILCHIK, Myriam. Reformas e Realidade: o caso do ensino de ciências. In: **São Paulo em perspectiva**, v.14, n. 1, p. 85 - 93, 2000.

LABURÚ, Carlos Eduardo; SILVA, Osmar Henrique Moura; BARROS, Marcelo Alves. Laboratório caseiro pára-raios: um experimento simples e de baixo custo para a eletrostática. In: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 1, p. 168 - 182, abr., 2008. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6213>>. Acesso em: 20 de ago. 2011.

LABURÚ, Carlos Eduardo; SILVA, Osmar Henrique Moura; SALES, Dirceu Reis. Superações conceituais de estudantes do ensino médio em medição a partir de questionamentos de uma situação experimental problemática. In: **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, p. 1402 - 1415, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v32n1/a12v32n1.pdf>>. Acesso em: 20 de set. 2011.

LABURÚ, Carlos Eduardo; SILVA, Osmar Henrique Moura da. O laboratório didático a partir da perspectiva da multimodalidade representacional. In: **Ciência & Educação**, v. 17, n. 3, p. 721 - 734, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v17n3/a13v17n3.pdf>>. Acesso em: 24 de set. 2011.

LUDKE, Menga e ANDRÉ, Marli E. E. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MENEZES, Luís Carlos. **A matéria: uma aventura do espírito: fundamentos e fronteiras do conhecimento físico**. São Paulo: editora Livraria da Física, 2005. p.15 - 102.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Educação. Proposta Curricular. **CBC de Ciências ensino fundamental**, 2007. 68p.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado de Educação. Proposta Curricular. **CBC de Física ensino médio**, 2005. 60p.

MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, Elcie Aparecida S. **Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel**. 2. ed. São Paulo: Centauro Editora, 2006.

MOROZ, Melania; GIANFALDONI, M. H. T. A. **O processo de pesquisa: Iniciação**. Brasília: Líder Livro Editora, 2006. 124p.

MORTES no trânsito chegam a 160 por dia, alerta pesquisa. In: Bom Dia Brasil. Edição do dia 07/04/2011. Disponível em: <<http://g1.globo.com/bom-dia-brasil/noticia/2011/04/mortes-no-transito-chegam-160-por-dia-alerta-pesquisa.html>>. Acesso: 08 abr. 2011.

NARDI, Roberto. A área de ensino de Ciências no Brasil: fatores que determinaram sua constituição e suas características segundo pesquisadores brasileiros. In: NARDI, Roberto (Org.). **A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes**. São Paulo: Escrituras, 2007. p. 357 - 412.

NOVAK, Joseph D. **Aprender, criar e utilizar o conhecimento: mapas conceituais como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas**. Lisboa: Plátano edições técnicas, 2000.

OLIVEIRA, M. Kohl. **Vygotsky e o Processo de Formação de Conceitos**. São Paulo: USP, 1993. Disponível em: <<http://www.ascepa.com.br/Artigos/Artigos%20de%20nao%20associados/educacao/Vygotsky%20e%20o%20Processo%20de%20Forma%E7%E3o%20de%20Conceitos.doc>> Acesso em: 17 de ago. 2011.

PACCA, Jesuína L. A.; SCARINCI, Anne L. A resignificação das atividades na sala de aula. In: **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v. 13, n. 1, p. 57 - 72, 2011. Disponível em: <

<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/178/603>>. Acesso em: 22 de set. 2011.

PENA, F.L.A.; FREIRE JR, O. In: 4º Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **CD - ROM**, Bauru, SP, 2003.

PESSOA, O. F., GEVERTZ, R.; SILVA, A. G. **Como ensinar ciências**. 5. ed. Companhia Editora Nacional: São Paulo - SP, Brasil, 1985.

PIETROCOLA, Maurício. Construção e realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo. In: PIETROCOLA, Maurício (org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora**. 2. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2005. p. 7 - 53.

PINHO ALVES, José. Atividade experimental: uma alternativa na concepção construtivista. In: **VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Águas de Lindóia, 2002. Disponível em: <[http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/viii/trabalhos/autores\\_J.htm](http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/viii/trabalhos/autores_J.htm)>. Acesso em: 30 mar. 2012.

RAMOS, Luciana Bandeira da Costa; ROSA, Paulo Ricardo da Silva. Ensino de ciências: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos iniciais do ensino fundamental. In: **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 299 - 331, 2008. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID197/v13\\_n3\\_a2008.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID197/v13_n3_a2008.pdf)>. Acesso em: 18 de ago. 2011.

RIBEIRO, Cláudia Regina Pereira; OLIVEIRA, Kátia da Silva; MATIAS, Luana. **Atividades e Experimentos no ensino fundamental**. Disponível em: <[http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=fef&cod=\\_barquinho](http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=fef&cod=_barquinho)>. Acesso em: 11 maio 2011.

SÁ, Magali Romero; DOMINGUES, Heloísa Maria Bertol. O Museu Nacional e o Ensino das Ciências Naturais no Brasil no século XIX. In: **Revista SBHC**, n.15, p.79 - 88, 1996.

SÉRÉ, M.G. Towards renewed research questions from the outcomes of the european project labwork in science education. In: **Science Education**, v. 86, 2002, p. 624 - 644.

\_\_\_\_\_. La enseñanza en el laboratorio: que podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia. In: **Enseñanza de las Ciencias**, n. 20, 2002, p. 357 - 368. Disponível em: <<http://www.blues.uab.es/rev-ens-ciencias>>. Acesso em: 06 ago. 2010.

SILVA, Daniela Rodrigues da; PINO, José Del. Aulas de ciências na oitava série do ensino fundamental: uma proposta de projeto curricular como processo em construção. In: **Ciência & Educação**, v. 16, n. 2, 2010, p. 447 - 464. Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/cienciaeducacao/viewarticle.php?id=807>>. Acesso em: 24 set. 2011.

SILVA, L.H.de A.; ZANON, L.B. A experimentação no ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, R.P.; ARAGÃO, R.M.R. Ensino de Ciências: Fundamentos e Abordagens. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, 2000. 182 p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA. **Revistas**. Disponível em: <[http://www.sbfisica.org.br/v1/index.php?option=com\\_content&view=article&id=108&Itemid=232](http://www.sbfisica.org.br/v1/index.php?option=com_content&view=article&id=108&Itemid=232)>. Acesso em: 02 dez. 2011.

SOUZA, M. V. J. et al. Utilização de situação de estudo como forma alternativa para o ensino de física. In: **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v. 11, n.1, p. 1 - 15, 2009. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/166/237>>. Acesso em: 23 set. 2011.

VALADARES, Eduardo de Campos. Propostas de Experimentos de Baixo Custo Centradas no Aluno e na Comunidade. In: **Química Nova na Escola**, n. 13, 2001, p. 38 - 40. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc13/v13a08.pdf>. Acesso em: 20 out. 2011.

\_\_\_\_\_. **Física mais que divertida**: inventos eletrizantes baseados em materiais reciclados e de baixo custo. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005, 119 p.

VILLANI, A.; BAROLLI, E. Um esquema heurístico de análise e interpretação da aprendizagem. In: ENCONTRO DE PESQUISADORES EM ENSINO DE FÍSICA, VII, 2000, Florianópolis, 2000. **Atas...** (CD-ROM).

ZANON, D. A.V. **Ensinar e Aprender Ciências com Atividades Investigativas**: enfoque no projeto ABC na Educação Científica - Mão na Massa. 2005. Tese de Doutorado. 110 f. Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de São Carlos, São Carlos, 2005.

ZATTAR, Fernanda. Aprendendo a Aprender. In: **Revista Atividades e Experiências**. Curitiba: positivo, ano 9, n° 2, p. 10 - 12, maio de 2008. Disponível em: [http://www.educacional.com.br/revista/0208/pdf/5\\_Especial\\_Aprendendo.pdf](http://www.educacional.com.br/revista/0208/pdf/5_Especial_Aprendendo.pdf)>. Acesso em: 30 dez. 2011.

## APÊNDICE 1

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Seu(ua) filho(a) está sendo convidado para participar da pesquisa **“O Estudo da Potencialidade da Experimentação no Desenvolvimento de Habilidades Práticas e Construção do Conhecimento Físico no ensino fundamental”**, sob a responsabilidade dos pesquisadores Eduardo Kojy Takahashi e Leandro Silva Moro, ambos da Universidade Federal de Uberlândia.

Nesta pesquisa, serão construídos experimentos simples na sala de aula e no laboratório da escola, com o objetivo de investigar o potencial desses recursos didáticos para o ensino e a aprendizagem de conteúdos de Física. Portanto, seu(ua) filho(a) irá participar da aula normalmente, fazendo as atividades sugeridas, utilizando os materiais propostos pelos pesquisadores, dialogando com seus colegas nos trabalhos de grupos. As aulas serão gravadas para que possamos analisar os dados com maior veracidade, , mas, em momento algum as imagens serão divulgadas ou usadas para outras finalidades que não sejam as da pesquisa supra-citada e, após a transcrição dos dados, as mesmas serão desgravadas.

O nome do(a) seu(ua) filho(a) será mantido no anonimato, mesmo nas publicações dos resultados, e também não haverá gasto ou ganho financeiro algum por ele(a) participar da pesquisa.

O projeto não oferece riscos de segurança aos participantes, mas, devido ao limitado intervalo de tempo para a intervenção didática na escola, há o risco de não se obter dados suficientes relativos aos parâmetros relevantes do projeto (motivação, habilidades práticas, conhecimento físico, formulação de hipóteses, concepção) e, desta forma, não conseguir responder adequadamente as questões de pesquisa formuladas. E os benefícios serão: o entendimento de que a Física é indispensável para que possamos entender fenômenos aparentemente simples do cotidiano e que aprendê-la pode ser “interessante e até divertido”.

Seu(ua) filho(a) é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento, sem qualquer prejuízo ou coação.

V. Sa. ficará com uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e poderá sanar qualquer dúvida a respeito da pesquisa entrando em contato com:

Pesquisadores: Eduardo Kojy Takahashi e Leandro Silva Moro. Av. João Naves de Ávila, nº 2121, Bloco G, Campus Santa Mônica – Uberlândia –MG, CEP: 38408-100; fone: (34) 3239-4391. Poderá, também, entrar em contato com o Comitê de Ética na Pesquisa com Seres-

Humanos – Universidade Federal de Uberlândia: Av. João Naves de Ávila, nº 2121, bloco A, sala 224, Campus Santa Mônica – Uberlândia –MG, CEP: 38408-100; fone: (34) 3239-4131.

Uberlândia, 29 de Junho de 2011.

---

Eduardo Kojy Takahashi

---

Leandro Silva Moro

Eu, responsável pelo(a) aluno(a) \_\_\_\_\_ autorizo sua participação, voluntariamente, do projeto citado acima, uma vez que fui devidamente esclarecido(a).

## APÊNDICE 2

### ATIVIDADE PRÉVIA

#### Instruções:

- i. *A Atividade denominada ATIVIDADE PRÉVIA tem por objetivo mostrar como situações do dia-a-dia estão relacionadas ao conhecimento físico;*
- ii. *Esta ATIVIDADE PRÉVIA é constituída de algumas situações problemáticas para que você expresse suas idéias;*
- iii. *Sinta-se encorajado(a) para expressar suas ideias e hipóteses, afinal o objetivo é aprender.*

#### Leia o pequeno texto a seguir:

“São números de guerra: 160 pessoas morrem todo dia no trânsito brasileiro. Por que o motorista brasileiro é tão ruim e tão imprudente? Seria a sensação de impunidade? Muitos especialistas dizem que a lei existe e que é boa. A falha estaria na fiscalização. É um desfile de situações de risco que se vê nas ruas também quase que diariamente. Há falta de atenção, imprudência, motoristas alcoolizados, desrespeito à lei.

Depois de um dia inteiro atrás do volante, o motorista de ônibus Cícero Muniz conta: ‘A vontade das pessoas é só de chegar primeiro. Eles não cedem a vez para o outro. Quer estar na frente e quer chegar na frente’. Há falta de atenção. ‘É um pouco cansativo para a pessoa que roda o dia todo’, diz outro motorista de ônibus.

Todos os dias é a mesma coisa: pelo menos, 160 pessoas morrem por acidente de trânsito no Brasil. Foi assim nos últimos cinco anos. O dado é da seguradora que administra o DPVAT, o seguro obrigatório.

Na maioria dos casos, as vítimas são os próprios condutores, que têm entre 21 e 30 anos de idade. Do total de indenizações pagas em 2010, 31% foram por acidentes com carros. A pior estatística é com as motos: representam 61% do total (...).”

**Adaptado de:** MORTES no trânsito chegam a 160 por dia, alerta pesquisa. In: **Bom Dia Brasil**. Edição do dia 07/04/2011. Disponível em: <<http://g1.globo.com/bom-dia-brasil/noticia/2011/04/mortes-no-transito-chegam-160-por-dia-alerta-pesquisa.html>>. Acesso: 08 abr. 2011.



**Extraído de:** GONICK, Larry; HUFFMAN, Art. **Introdução Ilustrada à Física**. Tradução e adaptação: Luís Carlos de Menezes. São Paulo: Harbra, [200?], p. 5.

*Agora são propostos alguns questionamentos a fim de que você expresse suas ideias.*

**1.** Um motorista de caminhão trafega por uma importante avenida da cidade Uberlândia e vê uma placa com a indicação **70 Km/h**. Qual é o significado dessa informação?

---

---

---

---

**2.** Imagine que um motociclista a **80 Km/h** está viajando de Uberlândia à Ituiutaba e vê uma blitz a 200 m. Se, nesse momento, ele acionar os freios a moto pára instantaneamente? Por quê?

---

---

---

---

**3.** Você considera importante obedecer aos limites de velocidade? Por quê?

---

---

---

---

**4.** Como você imagina que a polícia de trânsito determina as causas de um acidente?

---

---

---

---

**5.** Imagine que duas adolescentes de 30 Kg e 50 Kg e de mesma altura vão tomar banho em um rio próximo à cidade onde moram. Qual é o significado das grandezas **30 Kg** e **50 Kg**?

---

---

---

6. Suponha que as duas adolescentes do **item 5** consigam boiar na água. Depois de algum tempo, qual delas tem a maior probabilidade de afundar primeiro? Por quê?

---

---

---

---

---

7. Ainda segundo o **item 5** responda: por que as adolescentes bóiam?

---

---

---

---

---

8. A) Você já notou que os seus dentes da frente possuem formato diferente dos demais?

---

---

---

B) Diga por que os seus dentes da frente possuem esse formato, levando em consideração a função dos mesmos.

---

---

---

B) Diga por que esses dentes tem esse formato levando em conta a função dos mesmos?

---

---

---

---

C) Você consegue relacionar o formato e função dos seus dentes da frente com algum(a) instrumento ou ferramenta que você possui em casa? Qual(is)?

---

---

---

9. A figura abaixo ilustra o “novo cartão postal de São Paulo, a Ponte Octavio Frias de Oliveira, também conhecida como “Ponte Estaiada” tem a mais avançada tecnologia em iluminação no mundo.”*Adaptado de:* <<http://blogdaabil.blogspot.com/2008/04/ponte-estaiada-em-sp-tem-mais-avanada.html>>. Acesso em: 25 mai. 2011.



Extraída de: <<http://g1.globo.com/Noticias/SaoPaulo/0,,MUL581334-5605,00-PONTE+OCTAVIO+FRIAS+DE+OLIVEIRA+E+LIBERADA.html>>. Acesso em: 25 mai. 2011.

Responda:

A) Qual a função dos cabos laterais da Ponte Octavio Frias de Oliveira em São Paulo?

---

---

---

---

B) Por que os cabos estão esticados a partir de todos os lados da ponte?

---

---

---

---

---

## APÊNDICE 3

### EXPERIMENTO: FLUTUA OU AFUNDA<sup>8</sup>?

Forme uma dupla com um/a colega de sala. Junto(a)s vocês deverão realizar um **EXPERIMENTO** para determinar se um objeto **FLUTUA OU AFUNDA**<sup>9</sup>.

#### Materiais Necessários:

- Recipiente com água (balde ou bacia, por exemplo);
- Uma folha de papel alumínio de aproximadamente 30 cm de lado;
- Bilocas (bolinhas de gude).



A) Como utilizar uma folha de papel alumínio para montar um “artefato” que suporte o maior número de bilocas sem afundar?

A<sub>1</sub>) Por que vocês montaram o artefato com este formato?

---



---



---



---

A<sub>2</sub>) O que aconteceu com o artefato de vocês? Ele afundou ou não?

---



---



---



---

A<sub>3</sub>) Pense e tente dizer por que o artefato de vocês afundou ou não.

---



---



---



---

<sup>8</sup> Adaptado de: CARVALHO P., A. M. et al. O problema do barquinho. In: **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 1998. Atividade 4. p.77 - 85.

<sup>9</sup> RIBEIRO, Cláudia Regina Pereira; OLIVEIRA, Kátia da Silva; MATIAS, Luana. **Atividades e Experimentos no ensino fundamental**. Disponível em: <[http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=fef&cod=\\_barquinho](http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=fef&cod=_barquinho)>. Acesso em: 11 maio 2011.





## APÊNDICE 4

### SERÁ QUE A SACOLA AGUENTA?

Forme uma dupla com um/a colega de sala. Junto(a)s vocês vão realizar um **EXPERIMENTO** chamado, **SERÁ QUE A SACOLA AGUENTA?**

#### Materiais Necessários:

- Sacola plástica de supermercado;
- Objetos ou mercadorias de massas e formatos diferentes;



**A) Você consegue levantar rapidamente uma sacola de supermercado cheia, sem a mesma sofrer dano?**

**A<sub>1</sub>)** Primeiro vocês precisam pegar a sacola e colocar alguns objetos e/ou mercadorias dentro, levando em consideração a capacidade da sacola (5 Kg). Em seguida, tente elevá-la até certa altura lentamente. O que você observa?

---

---

---

---

---

**A<sub>2</sub>)** Por que você acha que isso ocorre?

---

---

---

---

**A<sub>3</sub>)** Agora repita o procedimento descrito em **A<sub>1</sub>)**, porém tente elevar a sacola até certa altura de maneira brusca. O que acontece?

---

---

---

---

---

**A<sub>4</sub>)** Por que você acha que isso ocorre?

---

---

---

---

---

**A<sub>5</sub>)** O que você entende por 5 Kg?

---

---

---

---

**A<sub>6</sub>)** O que é necessário você fazer para conseguir elevar a sacola até certa altura?

---

---

---

---

---

**A<sub>7</sub>)** Pense e tente dizer qual(is) força(s) est(á)ão atuando nessa situação.

---

---

---

---

---

**A<sub>8</sub>)** Tente representar utilizando seta(s) a(s) força(s) envolvida(s) nessa situação.

---

---

---

---

---

**A<sub>9</sub>)** O que ou quem aplica essa(s) força(s)?

---

---

---

---

---

A<sub>10</sub>) O que você entende por força?

---

---

---

---

---

A<sub>11</sub>) Você já viu alguma situação semelhante a esta?

---

---

---

---

---

A<sub>12</sub>) Em caso afirmativo tente explicar.

---

---

---

---

---



**B) Elabore INDIVIDUALMENTE um MODELO EXPLICATIVO do experimento tentando explicar como resolveram o problema.**

---

---

---

---

---



## APÊNDICE 5

### ATIVIDADE FINAL

#### Instruções:

- i. *A Atividade denominada ATIVIDADE FINAL tem por objetivo mostrar se e como as atividades experimentais contribuíram com a sua formação científica.*
- ii. *Esta ATIVIDADE FINAL é constituída de:*
  - *nove questões relacionadas às atividades experimentais que foram desenvolvidas durante o projeto;*
  - *e outras duas questão a respeito da sua opinião sobre as atividades e experimentos desenvolvidos.*

1. Depois das observações durante a realização das atividades experimentais e de pensar sobre alguns conceitos da Física, responda:

A) O que um(a) skatista precisa fazer para começar a se movimentar em uma avenida considerada plana da cidade de Uberlândia, por exemplo?

---

---

---

---

B) O asfalto de uma avenida da cidade pode ser considerado a melhor superfície para a prática de skate? Por quê?

---

---

---

---

C) Para que servem as rodas do skate?

---

---

---

2. Do ponto de vista da Física, por que é importante obedecer aos limites de velocidade de uma rodovia?

---

---

---

3. Quando você sobe em uma balança, o que você mede?

---

---

---

---

4. O que você acredita que um catador de latinhas deve fazer para *amassar* ou *esmagar* uma lata de alumínio?

---

---

---

---

5. Em uma brincadeira de cabo de guerra na escola duas equipes de 5 componentes cada disputam.

A) O que cada uma das equipes precisa fazer para vencer a competição?

---

---

---

B) A direção e o sentido em que cada componente de ambas as equipes puxa a corda durante a competição devem ser considerados? Por quê?

---

---

---

---

---

C) Existe a possibilidade de nenhuma das equipes vencer? Explique.

---

---

---

---

---

---

**6.** Por que alguns objetos que você tem em casa como, por exemplo, faca e tesoura são afiados?

---

---

---

---

**7.** Uma adolescente diz para a mãe que está insatisfeita com seu corpo. Mas, se recusa a fazer dieta e exercícios físicos. Na tentativa de ajudá-la um amigo sugere que ele vá para a Lua. Considerando que tal viagem fosse possível, por meio de uma viagem espacial, você concorda com essa sugestão? Por quê?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**8.** Enquanto você responde esta atividade existe alguma força atuando sobre seu corpo? Qual(is)?

---

---

---

---

---

---

---

---

**9.** Por que quando se nada na água do mar, bóia-se mais facilmente do que em água doce?

---

---

---

---

---

---

---

Neste grupo de questões a seguir não há respostas certas nem erradas. Interessa-nos apenas a sua opinião.

10. Das expressões abaixo escritas indique 4 que você escolheria para uma descrição que lhe fosse pedida sobre o tema “Como e por que estudar física” (por favor, **faça um círculo** em volta delas).

**Exemplos:**

“A física está em todos os lugares”

“A física é um bicho de sete-cabeças”

“Divertida e interessante”      “A física está apoiada na observação de como os eventos acontecem”

“Nunca se relaciona com a minha vida”      “Cai na prova”      “É útil”      “É inútil”

“Entendimento do mundo”      “Não vejo vantagem em aprender”      “Muito difícil”

“Faz parte da minha vida”      “Por meio de experimentos é chato”  
“Não entendo essa matéria”

“Só acho interessante aula que utiliza experimentos”

“Gostaria de escolher os experimentos”

11. Com relação aos experimentos e/ou atividades desenvolvidas, elas foram

- A) Muito interessantes;
- B) Razoavelmente interessantes;
- C) Pouco interessantes;
- D) Nem um pouco interessantes.

**Terminou aqui o seu teste.  
Obrigado pela sua colaboração!**