UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE FÍSICA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

A CONSTRUÇÃO E APROPRIAÇÃO DO CONHECIMENTO ATRAVÉS DA INTERAÇÃO DISCENTE E DI-DOCENTE EM PROJETOS EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA

FABIANE BEATRIZ SESTARI

Porto Alegre

2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE FÍSICA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

A CONSTRUÇÃO E APROPRIAÇÃO DO CONHECIMENTO ATRAVÉS DA INTERAÇÃO DISCENTE E DI-DOCENTE EM PROJETOS EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA[1]

FABIANE BEATRIZ SESTARI

Dissertação realizada sob a orientação do Prof. Dr. Paulo Machado Mors, apresentada ao Instituto de Física da UFRGS em preenchimento parcial dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

Porto Alegre

2012

[1] Trabalho parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Dedico aos meus pais que me criaram e educaram com escassez de recursos financeiros, mas com uma fortuna de amor e de valores.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Paulo Machado Mors, que me orientou nas diversas etapas desta dissertação, pela sua dedicação, competência e paciência.

Ao grupo de professores do programa que tiveram sua parcela de contribuição na minha formação.

Aos meus colegas de mestrado, pela amizade, pelo incentivo e pela parceria em amenizar as dificuldades dessa caminhada.

À equipe diretiva e pedagógica do Colégio Sinodal Rui Barbosa, pelo apoio e confiança em mim depositados.

A todos os colegas profissionais que incentivaram e de alguma forma demonstraram sua torcida a meu favor.

Aos meus alunos que foram meus “pares” na aplicação dessa proposta.

Aos meus pais que sempre me incentivaram e que vibram incessantemente com minhas vitórias.

Aos meus irmãos e a toda minha família pelo carinho e incentivo.

Ao meu namorado que é um grande incentivador e que me auxiliou na construção do produto desta dissertação.

“Ensinar é um exercício de imortalidade. Continuamos a viver naqueles cujos olhos aprenderam a ver o mundo pela magia da nossa palavra”.

(Rubem Alves)

RESUMO

No atual sistema educacional os métodos de ensino normalmente privilegiam a transmissão autoritária de conhecimentos, valorizando a habilidade do aluno em memorizar e reproduzir o conteúdo curricular, sem evidenciar a apropriação do conhecimento de forma significativa. Priorizar a construção do conhecimento, dar significado ao que se ensina e apresentar a Física atraente ao aluno representam desafios da prática docente. Com o intuito de valorizar as trocas entre os pares discentes e di-docente no processo ensino-aprendizagem e de promover uma ação educativa em que a aprendizagem de Física ocorra de forma consistente e duradoura, desenvolvemos uma proposta que integra um conjunto de metodologias: atividades experimentais, metodologia de projetos, e uso de mapas conceituais, como ferramentas no processo de ensino e aprendizagem. A fim de instrumentalizar professores de Física e de outras áreas do conhecimento, estruturamos uma página na internet, denominada "Experimentando Física", que apresenta as etapas de construção, as metodologias utilizadas e o material resultante. Através de mapas conceituais relacionamos experimentos físicos com os conceitos que os fundamentam. A página apresenta uma sugestão metodológica, bem como um vasto arsenal de projetos experimentais que podem ser utilizados em sala de aula a partir de vídeos criados pelos próprios alunos. Utilizamos como aportes principais dessa pesquisa a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e a teoria sociointeracionista de Vygotsky, enfatizando a importância da mediação no desenvolvimento do aluno e de seu aprendizado. Outros autores são citados a fim de reforçar a escolha desse referencial teórico. A proposta foi desenvolvida em seis turmas do ensino médio de uma escola privada no município de Carazinho/RS, no período de março a dezembro de 2011.

Palavras-chave: Ensino de Física, metodologias de projetos didáticos, atividades experimentais, mapas conceituais, aprendizagem significativa, teoria sociointeracionista.

ABSTRACT

In the current educational system, teaching methods usually favor the transmission of authoritative knowledge, enhancing the student's ability to memorize and to reproduce the curriculum content, without exhibiting significant appropriation of knowledge. To give a priority to the construction of knowledge and to the meaning of what is taught, introducing Physics in an attractive manner to the student, those are some challenges of the teaching practice. In order to valorize exchanges among students themselves and the students with the teacher, in the teaching-learning process, and to promote an educational practice which results in a consistent and lasting Physics learning, we have developed a proposal that includes a set of methodologies: experimentation activities, projects methodology, and the use of concept maps as tools for the teaching-learning process. In order to equip the Physics teachers, and from other fields of knowledge, we designed a website called "Experiencing Physics", which introduces the construction stages, the methodologies used and the resulting material. Through concept maps we relate physical experiments with their underlying concepts. The page presents a methodological suggestion, as well as an extensive list of experimental projects that can be used in classroom, through videos created by the students themselves. We have adopted, as the main basis for this research, the theories of meaningful learning, by Ausubel, and of social interaction, by Vygotsky, emphasizing the importance of mediation in student's progress and learning. Other authors are cited to reinforce this theoretical choice. The proposal was developed in six high school classes at a private school in the city of Carazinho/RS, from March to December 2011.

Keywords: Physics teaching, curricular projects methodologies, experimentation activities, concept maps, meaningful learning, social interaction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 6. 1 – Foto da entrada do Colégio na rua Pedro Vargas. 42
Figura 6. 2 – Pátio escolar onde foram realizadas as Mostras de Física. 44
Figura 6. 3 – Sala de aula. 45

Figura 7. 1 – Mapa conceitual: Eletricidade 1. 53
Figura 7. 2 – Mapa conceitual: Eletricidade 2. 54
Figura 7. 3 – Mapa conceitual: Eletricidade 3. 55
Figura 7. 4 – Mapa conceitual: Eletricidade 4. 56
Figura 7. 5 – Mapa conceitual: Energia. 56
Figura 7. 6 – Mapa conceitual: Dinâmica. 57
Figura 7. 7 – Mapa conceitual: Física Térmica 1. 58
Figura 7. 8 – Mapa conceitual: Física Térmica 2. 58
Figura 7. 9 - Mapa conceitual montado pelos alunos do 3º ano. 59
Figura 7. 10 - Mapa conceitual montado pelos alunos do 2º ano. 60
Figura 7. 11 - Mapa conceitual apresentado por relator de turma. 62
Figura 7. 12 – Alunos expondo o projeto “Catapulta”. 68
Figura 7. 13 – Alunos demonstrando o projeto “Raio solar da morte”. 68
Figura 7. 14 – Alunos verificando a resistência mecânica da “ponte de espaguete”. 69

Figura B- 1: Acende ou não. 82
Figura B- 2: Bexiga na garrafa. 82
Figura B- 3: Pilha de limão/batata. 83
Figura B- 4: Cone antigravidade. 83
Figura B- 5: Jogo do pêndulo. 83
Figura B- 6: Ovo na garrafa. 84
Figura B- 7: Por que o céu é azul? 84
Figura B- 8: Gerador de Van de Graaff. 84
Figura B- 9: Física dos espelhos. 85
Figura B- 10: Gerador de energia eólica. 85
Figura B- 11: Fonte de Heron. 86
Figura B- 12: Cascata de fumaça. 86
Figura B- 13: Gênio da Garrafa. 87

Figura B- 14: Ponte de espaguete. 87
Figura B- 15: Guindaste hidráulico. 88
Figura B- 16: Chafariz de mesa. 88
Figura B- 17: Manômetro. 89
Figura B- 18: Extintor de incêndio. 89
Figura B- 19: Forno solar. 89
Figura B- 20: Foguete de água. 90
Figura B- 21: Elevador hidráulico. 90
Figura B- 22: Chamas dançantes. 91
Figura B- 23: Motor eletrostático de pêndulo. 91
Figura B- 24: Circuito divertido. 91
Figura B- 25: Nervo teste. 92
Figura B- 26: Campo magnético. 92
Figura B- 27: Espelhos múltiplos. 92
Figura B- 28: Bobina para imantar. 92
Figura B- 29: Garrafa de Leyden. 93
Figura B- 30: Gerador de energia eólica. 94
Figura B- 31: Usina hidrelétrica. 94
Figura B- 32: Motor elétrico. 94
Figura B- 33: Arrefecimento de calor. 95
Figura B- 34: Monjolo. 96
Figura B- 35: Balão resistente ao fogo. 96
Figura B- 36: Catapulta. 96
Figura B- 37: Balista. 97
Figura B- 38: Fonte de Heron. 97
Figura B- 39: Elevacar. 97
Figura B- 40: Braço mecânico. 98
Figura B- 41: Raio solar da morte. 98
Figura B- 42: Canhão de batata. 98
Figura B- 43: Pilha de batatas. 99
Figura B- 44: Bons e maus condutores de eletricidade. 99
Figura B- 45: Plástico que não queima. 99
Figura B- 46: Encher balão sem assoprar. 100
Figura B- 47: Fritador de salsicha. 101

Figura B- 48: Cara ou coroa. 101
Figura B- 49: Casa sustentável. 101
Figura B- 50: Circuito elétrico. 102

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO 11
CAPÍTULO 2: JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS 14
CAPÍTULO 3: REFERENCIAL TEÓRICO 19
3.1 A Teoria Sociointeracionista de Vygotsky 20
3.1.1 O processo de mediação 21
3.1.2 O professor mediador 24
3.2 A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel 26
3.2.1 Condições para a aprendizagem significativa 26
3.2.2 Evidências e avaliação da aprendizagem significativa 28
CAPÍTULO 4: MATERIAL E MÉTODOS 30
4.1 Utilização de atividades experimentais 30
4.2 Utilização de projetos didáticos 34
4.3 Utilização de mapas conceituais 36
CAPÍTULO 5: ESTUDOS RELACIONADOS 39
CAPÍTULO 6: APLICAÇÃO DA PROPOSTA 42
6.1 Contexto da aplicação: localização e descrição da escola 42
6.2 Contexto da aplicação: descrição das turmas 45
6.3 As etapas da proposta metodológica 47
6.4 Disponibilização da proposta 50
CAPÍTULO 7: AVALIAÇÃO QUALITATIVA 52
7.1 Avaliação de desempenho dos alunos 52
7.2 Avaliação da proposta pelos alunos 63
7.3 Impressões gerais 66
CAPÍTULO 8: CONSIDERAÇÕES FINAIS 70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 78
APÊNDICES 80
APÊNDICE A: FICHA DE PROJETOS EXPERIMENTAIS 81
APÊNDICE B: SÍNTESE DOS PROJETOS EXPERIMENTAIS 82
APÊNDICE C: FICHA DE AVALIAÇÃO 103
APÊNDICE D: FICHA DE AVALIAÇÃO PELOS ALUNOS 104
APÊNDICE E: CARTÃO SD COM O MATERIAL INSTRUCIONAL 105

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

Busca-se, não apenas no Brasil, uma mudança de paradigma para a educação. Em especial, no caso da Física, espera-se do educador criatividade e abertura para novas ideias que tornem a aprendizagem mais atraente.

Normalmente os métodos de ensino privilegiam a transmissão de conhecimentos que exige do aluno a habilidade de memorizá-los e reproduzí-los, sem demonstrar necessariamente um verdadeiro entendimento.

A aprendizagem necessita perpassar pelas etapas da experimentação, interpretação, relação da teoria com a prática, a interação em sala de aula, generalização e aplicação em resoluções e situações-problema.

Um dos grandes desafios do educador é conectar a sala de aula com situações do dia a dia de modo que o aluno seja capaz de fazer associações com situações do cotidiano, fazendo sentido sua aplicação.

> O ideal é o aprender com prazer ou o prazer de aprender e isso relaciona-se com a postura filosófica do professor, sua maneira de ver o conhecimento, e do aluno [...]. O professor passa ao próximo aquilo que ninguém pode tirar de alguém, que é o conhecimento. Conhecimento só pode ser passado adiante por meio de uma doação. (D'AMBRÓSIO, 1996)

Além de compreender o que foi proposto através de um problema e dar respostas aplicando procedimentos adequados, é necessário desenvolver habilidades que permitam comparar diferentes caminhos para obter a solução. O aluno ser estimulado a questionar sua própria resposta caracteriza uma concepção de ensino e aprendizagem que valoriza a construção de conhecimentos. Em outros aspectos, o desenvolvimento humano é concebido a partir das relações sociais que a pessoa estabelece no decorrer da vida. Nesse referencial, o processo de ensino e aprendizagem também se desenvolve através de interações que ocorrem nos diversos contextos sociais. A sala de aula deve ser considerada um lugar privilegiado de sistematização do conhecimento e o professor, um articulador na construção do saber.

A questão principal desse projeto de pesquisa foi a busca de respostas para o problema: "Como orientar o trabalho em grupos, para que as interações do indivíduo com o meio social em que está inserido possam impulsionar a predisposição do aluno para aprender, tornando o ensino interessante, significativo, aplicável às situações do dia a dia e facilitando a apropriação do conhecimento por parte do aluno?"

Utilizando como aportes dessa pesquisa as teorias de aprendizagem de Piaget e Novak, com foco principal nas teorias sociointeracionista de Vygotsky e da aprendizagem significativa de Ausubel, enfatizamos nesse projeto os conceitos e a importância da mediação no desenvolvimento do aluno e de seu aprendizado.

O conjunto de metodologias constantes dessa dissertação teve como objetivo apresentar uma proposta de ensino que integre atividades experimentais, metodologia de projetos e uso dos mapas conceituais como ferramentas no processo de ensino e aprendizagem focada no aluno, buscando proporcionar a apropriação do conhecimento de forma significativa e possível de entendimento e aplicação no meio que o cerca.

O Capítulo 2 apresenta a justificativa e os objetivos dessa pesquisa, enfatizando a realidade do ensino atual e a perspectiva de utilização de outras metodologias que privilegiem a construção em substituição à transmissão de conhecimento, ressaltando a necessidade de valorizar o contexto social em que o aluno está inserido.

A fim de alcançar os objetivos apresentados neste projeto de pesquisa, utilizaram-se aportes teóricos que valorizam as trocas entre os pares como uma ação educativa, com metodologias que instiguem o interesse e a capacidade investigativa, para que o aluno aproprie-se dos conceitos científicos ocorrendo uma aprendizagem de forma consistente e duradoura. Essa fundamentação é apresentada no Capítulo 3.

O Capítulo 4 apresenta os materiais e métodos utilizados na pesquisa. Ressalta a importância da utilização de atividades experimentais organizadas em uma metodologia de projetos em grupos, explorando as interações entre os entes do processo educativo. Apresenta também a utilização de uma ferramenta importantíssima no processo de aprendizagem e avaliação que são os mapas conceituais. Em muitas áreas os mapas conceituais também são conhecidos como mapas mentais e têm como finalidade sistematizar o conhecimento sobre determinado tema ou conteúdo.

Os estudos relacionados referentes aos métodos acima mencionados integram o Capítulo 5 desta dissertação. Apresenta as pesquisas e análises realizadas por alguns autores, a fim de verificar a utilização das metodologias e ferramentas propostas.

O Capítulo 6 apresenta informações que contextualizam a implementação da proposta. Ressalta o contexto local e descritivo da escola, das turmas e dos alunos e também as etapas e a forma de disponibilização da proposta.

A avaliação qualitativa do desempenho dos alunos, da validade da proposta na visão dos alunos e impressões gerais são relatadas no Capítulo 7.

O Capítulo 8 busca relacionar os dados da pesquisa com os aportes teóricos e metodológicos utilizados, apresentando as percepções e avaliações de todas as etapas da proposta e ressaltando aspectos relevantes da pesquisa para que a metodologia resulte em uma aprendizagem significativa. Apresenta os aspectos que destacam a eficácia do trabalho desenvolvido enfatizando o papel e os desafios do professor no processo de ensino e aprendizagem.

CAPÍTULO 2: JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

Nas últimas décadas, o ensino de Física vem sendo marcado por uma dicotomia que constitui um desafio para os educadores. Seu conteúdo e sua metodologia, no ensino médio, são usualmente voltados para a preparação do aluno para os exames vestibulares, em detrimento das finalidades atribuídas pela legislação e da relação com o cotidiano do aluno.

Com um ensino pautado pela memorização de fórmulas e pela reprodução de regras e processos – como se a natureza e seus fenômenos fossem sempre repetitivos e idênticos – contribui para a descaracterização dessa disciplina enquanto ciência que se preocupa com a elaboração de modelos de evolução cósmica, investigação do mundo submicroscópico, das partículas que compõem a matéria, ao mesmo tempo que permite desenvolver novas fontes de energia e criar novos materiais, produtos e tecnologias. Um dos principais aspectos do ensino da Física na escola é o ensino dessa disciplina como possibilidade de compreensão do mundo.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM's),

> É essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humana. É necessário [...] que inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional. (BRASIL, 1999, p. 229)

A aprendizagem da Física pode proporcionar uma melhor percepção do universo, quanto à sua origem e fenômenos observados.

O ensino de Física realiza-se, normalmente, mediante a apresentação desarticulada e descontextualizada de conceitos, leis e o seu formalismo matemático, desvinculados da realidade e desprovidos de significado, e, após, submetendo os alunos a listas de exercícios, muitas vezes repetitivos e que exigem apenas a aplicação de expressões matemáticas, que são decoradas e não entendidas, pretendendo que a aprendizagem aconteça pela automatização e memorização, e não pela construção do conhecimento.

Essas concepções de ensino não decorrem unicamente do despreparo dos professores ou condições escolares deficientes, mas também do privilégio que se dá ao desenvolvimento do raciocínio de forma isolada, descontextualizada, priorizando somente a compreensão do processo e não a aplicação e integração às situações cotidianas do aluno.

Em relação à contextualização do fenômeno físico, relacionado ao cotidiano vivencial dos alunos, os PCNs apresentam uma proposta de ensino para a Física:

> [...] uma Física que explique a queda dos corpos, o movimento da lua ou das estrelas no céu, o arco-íris e também os raios laser, as imagens da televisão e as formas de comunicação. Uma Física que explique os gastos da "conta de luz" ou o consumo diário de combustível e também as questões referentes ao uso das diferentes fontes de energia em escala social, incluída a energia nuclear, com seus riscos e benefícios. Uma Física que discuta a origem do universo e sua evolução. Que trate do refrigerador ou dos motores a combustão, das células fotoelétricas, das radiações presentes no dia a dia, mas também, dos princípios gerais que permitem generalizar todas essas compreensões. Uma física cujo significado o aluno possa perceber no momento em que aprende, e não em um momento posterior ao aprendizado. (BRASIL, 1999, p. 230)

Tendo em vista estas considerações é imprescindível considerar o mundo vivencial dos alunos, sua realidade, apresentando problemas que movem sua curiosidade.

Segundo os PCNs (BRASIL, 1999, p. 231), o ensino parte da investigação, da curiosidade e das inquietações. Ao receber uma dimensão conceitual, volta-se para a significação dos fenômenos ou objetos de interesse que agora são observados com uma nova visão do saber adquirido para sua aplicação. A Física deve se entendida como um meio, um instrumento para a compreensão do mundo, de maneira prática, mas que pode ultrapassar os limites da observação.

Esse processo vem sendo estruturado a partir de novas propostas curriculares que surgiram devido à necessidade eminente de possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação mais adequada. Essas propostas apontam para uma concepção do ensino de Física que prioriza o processo de investigação por parte do aluno.

Para que o ciclo da aprendizagem seja completo é importante interligar conceitos e abordagens teóricas com aulas práticas acessíveis e de fácil compreensão, explorando o ambiente de interações da sala de aula para intensificar e acrescentar o saber aos alunos.

Ao apresentar um determinado conteúdo de Física em sala de aula, o professor deve explorar diversas metodologias, expressões diferenciadas, exemplos do cotidiano, exemplos de resolução, exercícios para fixação, entre inúmeras outras práticas pedagógicas, tentando generalizar e transferir à aprendizagem escolar conceitos ou princípios explicativos extraídos de situações ou contextos.

Apesar dos esforços, muitas vezes observamos, principalmente no momento de uma avaliação, que mesmo que o aluno tenha "entendido" determinado conteúdo, não se apropriou do conhecimento que era devido, apresentando muitas vezes respostas e resultados absurdos em relação a uma determinada situação-problema. Nesse sentido, observa-se a superficialidade com que o conteúdo é absorvido pelo aluno. Em outras situações,

considerando que o aluno demonstra mecanicamente que consegue resolver o que lhe é proposto, observa-se que, finalizado o processo avaliativo, tal conteúdo é esquecido.

Mesmo quando o professor é questionador e propõe atividades que incentivem a investigação, instigando os alunos a pensar, observa-se uma acomodação por parte destes. A aprendizagem não é eficaz e o aluno não se apropria do conhecimento apresentado e, cessado o período em que o estudante deverá reproduzir o que "aprendeu", esse conhecimento superficial é abandonado, pela falta de sentido que faz mantê-lo.

Analisando as interações sociais no ambiente de sala de aula, muitas vezes em relação a assuntos alheios à proposta de aula, observa-se uma possibilidade de troca de informações muito significativa entre os alunos. Essa habilidade orientada no sentido de estimular e instigar interesse por assuntos de cunho científico em sala de aula, que é um meio social privilegiado em relação à diversidade de ideias, deve ser aproveitada em toda sua amplitude.

De acordo com essa análise, e partindo do pressuposto de que o aluno está predisposto a aprender, faz-se necessário que sejam utilizadas metodologias de trabalho com as quais o aluno possa interagir, descobrir e ser um ente participativo no processo da construção do conhecimento.

Este projeto objetivou valorizar as trocas entre colegas como momentos significativos no processo ensino-aprendizagem, a fim de promover uma ação educativa, para que a aprendizagem de Física ocorra de forma consistente e duradoura. Assim, procurou-se explorar os momentos de interação entre aluno e professor e entre aluno e aluno, permitindo que estes se apropriem do conhecimento, em substituição ao entendimento superficial e mecânico dos conteúdos, estimulando no aluno a capacidade de analisar e relacionar uma determinada situação com os conceitos físicos.

Como objetivos específicos dessas atividades, destacamos:

- Observar a interação que ocorre em um ambiente de sala de aula, entre professor e aluno e dos alunos entre si, de modo a extrair possibilidades de aquisição de conhecimento em função do meio onde estão inseridos.
- Verificar as metodologias utilizadas a fim de encontrar pontos que tornem a aprendizagem eficaz para os alunos, despertando o interesse e a apropriação dos conceitos apresentados.
- Proporcionar situações de estudo, trabalho e discussão entre os alunos em pequenos grupos, explorando as interações na sala de aula para formulação de conceitos que desencadeiem um processo de aprendizagem.

- Despertar a curiosidade e criatividade dos alunos com a montagem de experimentos.
- Estimular o processo investigativo, permitindo ao aluno questionar sua prática, analisando os aspectos condizentes com os fenômenos físicos do dia a dia.
- Estimular a construção de projetos experimentais, explorando a criatividade e a capacidade inventiva do aluno, proporcionando, para muitos deles, um primeiro contato com ferramentas e equipamentos eletrônicos e com o seu funcionamento.
- Obter melhoras no rendimento dos alunos, despertando o interesse pela ciência.
- Um dos focos principais deste projeto baseou-se na estruturação e aplicação de uma metodologia de trabalho em grupos, de forma orientada, para que as interações do indivíduo com o meio social em que está inserido impulsionem a predisposição do aluno para aprender, tornando o ensino interessante, significativo, aplicável às situações do dia a dia e facilitando a apropriação do conhecimento por parte do aluno.

Priorizando a apresentação dos conceitos físicos vinculados a experimentos e situações criadas pelos próprios alunos, baseados nos conteúdos de Física previstos no plano de ensino da respectiva série, e oportunizando momentos de interação entre os entes do processo educacional, mediados discretamente pelo professor, com propostas de práticas experimentais e a utilização de mapas conceituais, pretende-se que os alunos possam melhor sistematizar os conceitos necessários à construção do conhecimento. As atividades desta proposta culminam em uma mostra dos projetos experimentais e material sistematizado para a comunidade escolar.

A experimentação no ensino de Física, além de proporcionar a visualização e manipulação do experimento ou equipamento a ser explorado, possibilita ao aluno um comportamento crítico e criativo diante do processo e dos resultados. Ao organizar uma atividade prática, o professor deve valorizar o processo, explorar os fenômenos e analisar os resultados sob vários ângulos. Caso os resultados obtidos sejam diferentes dos esperados, deve aproveitar a situação para discutir o processo de produção científica. O professor pode aproveitar a atividade prática para discutir o que seriam erros de procedimento e a múltipla possibilidade de resultados e de interpretações que, às vezes, caracteriza a ciência.

Os projetos didáticos possibilitam articular os conhecimentos escolares e organizar a atividade de ensino e aprendizagem partindo de situações concretas ou temas geradores. O interesse dos alunos em relação ao funcionamento de equipamentos e máquinas, em geral, restringe-se a um estudo teórico e superficial. Nesse sentido, a utilização de uma metodologia baseada em projetos didáticos proporciona um estudo mais aprofundado e uma investigação

dos fenômenos presentes no cotidiano, que aproxima o aluno dos conceitos físicos, de forma mais consistente. Os conceitos físicos presentes no funcionamento de uma montanha russa, por exemplo, fazem sentido ao aluno quando apresentados vinculados ao experimento: apresentar conceitos de energia potencial e cinética proporciona a construção de um conhecimento quando relacionado ao movimento e à posição de um elemento concreto em uma situação real. Quando o aluno é o ente responsável efetivamente pelo projeto experimental em todas as suas etapas – estudo, construção, funcionamento – essa metodologia proporciona um envolvimento que possibilita o desenvolvimento de capacidades e habilidades para resolver problemas e consequentemente uma aprendizagem voltada a algo contextualizado e que faça sentido ao aluno.

Para muitos docentes, a avaliação a partir de atividades que contemplam a utilização de projetos experimentais provoca certo desconforto, principalmente em um componente curricular por muitos considerada como uma "ciência exata". A avaliação de projetos experimentais se dá durante todo o processo e é caracterizada sob vários aspectos: participação e envolvimento nas atividades, responsabilidade com as tarefas, capacidade de investigação e questionamento a respeito das etapas do processo "inventivo" e a interação com os pares.

Um instrumento que permite verificar de forma organizada e sistematizada o conhecimento construído, não apenas como um produto final, mas também como um processo gradativo de aprendizagem, é o que nos é oferecido pela elaboração de mapas conceituais. A utilização desse instrumento possibilita ao professor analisar o crescimento do aluno durante o período de aplicação de uma determinada metodologia. A utilização de mapas conceituais não se restringe apenas aos objetivos avaliativos. Essa ferramenta desenvolve a organização e a capacidade de sistematização da estrutura dos conceitos e fenômenos auxiliando na aprendizagem. Sua utilização, neste projeto, revelou-se de importância muito relevante.

Todas as metodologias e instrumentos, acima mencionados, aplicados em sala de aula que é um espaço privilegiado em relação à interação e socialização dos indivíduos, devem estar vinculados à teoria interacionista. O processo sociointeracionista entre os alunos, tendo o professor não como transmissor do conhecimento e sim como um mediador atuante é um fator determinante para o sucesso do processo de ensino e aprendizagem.

CAPÍTULO 3: REFERENCIAL TEÓRICO

A fim de alcançar os objetivos apresentados neste projeto, utilizamos aportes teóricos que valorizam as trocas entre os pares como uma ação educativa, com metodologias que instiguem o interesse e a capacidade investigativa, para que o aluno se aproprie dos conceitos científicos em uma aprendizagem consistente e duradoura.

Essas ideias são apresentadas pelas filosofias construtivistas, especificamente pela teoria cognitivista. Analisando alguns pensadores, evidenciamos principalmente Vygotsky e Ausubel. Outros autores serão aqui citados, a fim de apresentar comparações e ratificar algumas considerações a respeito da aprendizagem.

Segundo Gaspar (2005), pesquisadores como Piaget e Vygotsky afirmam que, em relação a certos conceitos científicos, o obstáculo à aprendizagem não está na falta de estruturas lógicas. Essas estruturas existem, mas os novos conteúdos não são aprendidos porque o aluno já possui conceitos prévios, funcionalmente equivalentes, responsáveis por criar resistências cognitivas para a aquisição de determinados conceitos físicos. O professor deve conhecer as preconcepções dos alunos e, em seguida, oportunizar momentos em que eles vislumbrem os procedimentos experimentais substituindo concepções, eliminando o bloqueio de ideias alternativas para possibilitar a aquisição de concepções cientificamente corretas, promovendo uma mudança conceitual.

Vygotsky, em sua teoria sociocultural, concorda com Piaget que o cérebro tem uma história genética pré-determinada, porém limitada a uma estrutura básica sobre a qual se constroem as demais estruturas mentais, de origem sociocultural.

Segundo Vygotsky,

> [...] não é preciso esperar determinadas estruturas mentais se formarem para que a aprendizagem de um conceito seja possível. Ao contrário, é o ensino desse conceito que desencadeia a formação das estruturas necessárias à sua aprendizagem. (VYGOTSKY, 2007, p. 98)

Vygotsky condiciona a aprendizagem de um novo conceito à existência de uma estrutura cognitiva contida na zona de desenvolvimento imediato ou proximal da pessoa, denominação dada por Vygotsky a uma espécie de desnível cognitivo que cada pessoa tem para adquirir algo novo, frequentemente com a colaboração de um parceiro mais capaz, como é o caso do professor. Contudo, Vygotsky acredita que embora o conteúdo apresentado esteja dentro dos limites da zona de desenvolvimento imediato do indivíduo, a aprendizagem desse

conteúdo não ocorre no momento em que ele é ensinado. É preciso tempo para que o cérebro construa as estruturas mentais capazes de processar o novo conceito. Esse conceito deve ser apresentado, discutido e trabalhado de forma reiterada e numa interação social em que o professor é o parceiro mais capaz. A discussão deve ser assimétrica, ou seja, ter o professor como mediador.

Para Piaget (GASPAR, 2005), a melhor estratégia pedagógica é apressar a formação dessa estrutura antes de ensinar o conceito. Caso ela já exista, é necessário detectar e eliminar possíveis concepções prévias que possam se tornar obstáculos cognitivos à aquisição do novo conceito. Nos dois casos, as atividades experimentais são recursos pedagógicos essenciais.

Valemo-nos, também, da teoria cognitiva proposta por Ausubel que se preocupa com o processo de aprendizado em sala de aula, onde o fator mais importante para a aprendizagem é o conhecimento que o aluno já possui. Ausubel utiliza como conceito principal o de aprendizagem significativa onde o novo conhecimento é ancorado pelos chamados subsunçores.

O processo de aprendizagem significativa pode ocorrer quando o conhecimento novo é apresentado utilizando um material potencialmente significativo, permitindo condições para que o novo conhecimento seja incorporado à estrutura cognitiva do aprendiz.

3.1 A Teoria Sociointeracionista de Vygotsky

A teoria de Vygotsky concebe o desenvolvimento humano a partir das relações sociais que a pessoa estabelece no decorrer da vida. Nesse referencial, o processo de ensino-aprendizagem também se constitui dentro de interações que ocorrem nos diversos contextos sociais. Vygotsky dedicou-se principalmente ao estudo de funções psicológicas superiores, interessando-se em compreender os mecanismos psicológicos típicos do ser humano e que envolvem o controle consciente do comportamento da ação intencional e a liberdade do indivíduo em relação às características do momento e do espaço presente.

O processo de ensino-aprendizagem na escola deve ser construído tomando como ponto de partida o nível de desenvolvimento real do aluno - num dado momento e com relação a um determinado conteúdo a ser desenvolvido.

O único bom ensino, afirma Vygotsky, é aquele que se adianta ao desenvolvimento. Os procedimentos regulares que ocorrem na escola – demonstração, assistência, fornecimento de pistas, construções – são fundamentais na promoção do “bom ensino”. Isto é, o aluno não

tem condições de percorrer sozinho o caminho da aprendizagem. A intervenção de outras pessoas – que, no caso específico da escola, são o professor e os colegas – é fundamental para a promoção do desenvolvimento do indivíduo.

3.1.1 O processo de mediação

O conceito de mediação é um conceito central para a compreensão das concepções vygotskyanas sobre o funcionamento psicológico, sendo a mediação um processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação. Vygotsky trabalha com a noção de que a relação entre homem e mundo é uma relação mediada tal que entre o homem e o mundo real existem mediadores, ferramentas auxiliares da atividade humana.

Vygotsky distinguiu dois elementos mediadores: os **instrumentos** e os **signos**.

O instrumento é um elemento interposto entre o trabalhador e o objeto de seu trabalho, ampliando as possibilidades de transformação da natureza. A utilização de instrumentos didáticos concretos é de extrema importância na Física, pois eles afastam a forma abstrata das formulações matemáticas, enfatizando os conceitos físicos presentes em cada situação.

Os signos são orientados para o próprio sujeito, para dentro do indivíduo; dirigem-se ao controle de ações psicológicas, sejam do próprio indivíduo ou de outras pessoas. São ferramentas que auxiliam nos processos psicológicos e não nas ações concretas, como os instrumentos.

A mediação se dá principalmente em sala de aula, que deve ser considerada um lugar privilegiado de sistematização do conhecimento, tendo o professor como um articulador na construção do saber. O aprender se concretiza quando o processo de interação passa a fazer parte do processo de mediação.

Vygotsky (2008) salienta que as possibilidades que o ambiente proporciona ao indivíduo são fundamentais para que este se constitua como sujeito consciente, capaz de alterar as circunstâncias em que vive, explorando instrumentos e os signos.

Para Vygotsky (2007), o indivíduo se desenvolve em um contexto sócio-histórico cultural, onde ele reconstrói internamente uma atividade externa, em resposta a processos interativos que lhe são proporcionados ao longo de sua existência. A internalização se dá quando uma função interpessoal (na socialização) passa a ser intrapessoal (no interior do indivíduo).

O desenvolvimento do indivíduo ocorre quando funções psicológicas elementares transformam-se em funções psicológicas superiores.

> O ser humano tem a possibilidade de pensar em objetos ausentes, imaginar eventos nunca vividos, planejar ações a serem realizadas em momentos posteriores. Esse tipo de atividade é considerado superior, na medida em que se diferencia de mecanismos mais elementares tais como ações reflexas, [...] reações automatizadas ou processos de associação simples entre eventos. (OLIVEIRA, 2004, p. 26)

Para que haja essa conversão de uma função para outra mais dinâmica, é necessária uma mediação, que é proporcionada pela linguagem, considerada um instrumento simbólico fundamental na interação social.

É importante ressaltar que tanto signos como instrumentos são criados pela sociedade, ao longo da história, sofrendo modificações e influenciando o desenvolvimento social e cultural de um povo. Em vista disso, podem assumir diferentes significados em diferentes culturas ou sociedades.

É fundamental discutir um pouco a noção de zona de desenvolvimento proximal, a partir de dois níveis de desenvolvimento, real e potencial. Vygotsky define a zona de desenvolvimento proximal como:

> [...] a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes. (VYGOTSKY, 2007, p. 97)

A zona de desenvolvimento proximal refere-se, assim, ao caminho que o indivíduo vai percorrer para desenvolver funções que estão em processo de amadurecimento e que se tornarão funções consolidadas, estabelecidas no seu nível de desenvolvimento real. A zona de desenvolvimento proximal fornece subsídios para reforçar o papel de desafiador que o professor deve exercer em seu trabalho com os alunos.

Diante de situações em que precisa manipular conceitos e realidades que já conhece para chegar a saberes até então ignorados, o aluno sugere respostas e chega a resultados que lhe permitem alcançar novos níveis de conhecimento, informação e raciocínio. Para Vygotsky, é na interação entre as pessoas que em primeiro lugar se constrói o conhecimento que depois será intrapessoal, ou seja, será partilhado pelo grupo junto ao qual tal conhecimento foi conquistado ou construído.

Quando nos referimos ao valor das interações em sala de aula, é importante pensarmos que este referencial não compactua com a ideia de classes socialmente homogêneas, onde uma determinada classe social organiza o sistema educacional de forma a reproduzir seu domínio social e sua visão de mundo. Também não se aceita a ideia da sala de aula arrumada, onde todos devem ouvir uma só pessoa transmitindo informações que são acumuladas nos cadernos dos alunos de forma a reproduzir um determinado saber eleito como importante e fundamental para a vida de todos.

Quando imaginamos uma sala de aula em um processo interativo, estamos acreditando que todos terão possibilidade de falar, levantar suas hipóteses e, nas negociações, chegar a conclusões que ajudem o aluno a se perceber parte de um processo dinâmico de construção.

Não estamos nos referindo a uma sala de aula onde cada um faz o que quer, mas onde o professor seja o articulador dos conhecimentos e todos se tornem parceiros de uma grande construção, pois, ao valorizarmos as parcerias, estamos mobilizando a classe para pensar conjuntamente e não para esperar que uma única pessoa tenha todas as respostas para tudo.

Salientando a importância dos instrumentos e signos, no processo de aprendizagem, é imprescindível relacionar a fala com o uso de instrumentos. Vygotsky, em seus experimentos com crianças, verificou que a fala é tão importante quanto a ação para atingir um objetivo. Fala e ação fazem parte de uma mesma função psicológica complexa, dirigida para a solução de um problema. Tomando por base essas verificações, concluiu que:

> [...] *o momento de maior significado no curso do desenvolvimento intelectual, que dá origem às formas puramente humanas de inteligência prática e abstrata, acontece quando a fala e a atividade prática, então duas linhas completamente independentes de desenvolvimento, convergem.* (VYGOTSKY, 2007, p. 11 e 12, grifo do autor)

Signos e palavras constituem um meio de contato social com outras pessoas. Ao valorizarmos as interações, não estamos esquecendo que a sala de aula tem papéis que precisam estar bem definidos, mas também queremos reforçar que estes papéis não estão rigidamente constituídos, ou seja, o professor vai, sim, ensinar o seu aluno, mas este poderá aprender também com os colegas mais experientes ou que tiverem vivências diferenciadas. Ao professor caberá, ao longo do processo, aglutinar todas as questões que aparecerem e sistematizá-las de forma a garantir o domínio de novos conhecimentos por todos os seus alunos.

3.1.2 O professor mediador

A organização do trabalho docente sob a perspectiva acima delineada é diferente a partir do momento em que estamos apontando que é possível construir relações válidas e importantes em sala de aula; cada um tem o seu lugar neste processo e o aluno é alguém com quem o professor pode e deve contar, resgatando a sua autoestima e capacidade de aprender. Valores e desejos estão sempre permeando as relações entre as pessoas; ao conseguirmos não marcar as relações com preconceitos que mascaram todas as possibilidades de conhecimento real, estaremos abrindo um campo interativo entre nosso aluno e todo o grupo que o rodeia.

A apropriação da cultura pelo indivíduo não acontece de forma passiva: este, ao receber do meio social o significado convencional de um determinado conceito, interioriza-o e promove, nele, uma síntese pessoal. Esta, por sua vez, ocasiona transformações na própria forma de pensar. É, portanto, com outros sujeitos humanos que maneiras diversificadas de pensar são construídas, via apropriação/internalização do saber e do fazer da comunidade em que o sujeito se insere.

Ora, a aprendizagem desenvolvida na escola é uma fonte importante de expansão conceitual. Afinal, a escola é um ambiente, ou pelo menos deveria ser, privilegiado para fornecer o suporte necessário a ricas e profundas interações com o conhecimento socialmente elaborado. Nas interações discentes – aluno-aluno – e di-docente – aluno-professor – a negociação de significados favorece a passagem do conhecimento espontâneo para o científico, possibilitando aos alunos não só a apropriação do legado cultural, as construções das funções psicológicas superiores e a elaboração de valores que possibilitam um novo olhar sobre o meio físico e social, como também sua análise e eventual transformação.

Entende-se por conceitos espontâneos aqueles que as crianças constroem sozinhas em suas relações cotidianas, sendo, portanto, concretos e assistemáticos.

Ao adentrar o espaço escolar, espera-se que este possibilite ao conceito espontâneo adquirir nova significação, ou seja, que permita sua inserção em um sistema conceitual abstrato, com diferentes graus de generalidade, características que definem o conceito científico.

Segundo Vygotsky (2008) o desenvolvimento de sistemas de conceito e a mediação desses conceitos envolvem um tipo de aprendizagem na qual as funções psicológicas superiores se constroem e se desenvolvem. Assim, a apropriação de conceitos científicos começa com procedimentos analíticos e não com experiências concretas. A aprendizagem dos conceitos científicos adquiridos via mediação cultural, que se dá na e pela interação com

professores e colegas, apoia-se em um conjunto previamente desenvolvido de conhecimentos originários das experiências diárias do aluno.

Esse conhecimento, espontaneamente adquirido, passa a ser o mediador da aprendizagem de novos saberes.

A articulação do conceito espontâneo com o conceito científico possibilita, segundo entendemos da interpretação vygotskyana, um tipo de percepção mais generalizante, conscientizando o aluno de seus processos mentais e impulsionando o seu desenvolvimento.

É de central importância a transição dos conceitos espontâneos para os conceitos científicos. Decorre daí o fato de a proposta sociointeracionista atribuir ao papel do professor uma grande importância. Cabe a ele promover a articulação dos conceitos espontâneos do aluno com os científicos veiculados na escola, de tal forma que, de um lado, os conceitos espontâneos possam inserir-se em uma visão mais abrangente do real, própria do conceito científico, e, de outro lado, os conceitos científicos tornem-se mais concretos, apoiando-se nos conceitos espontâneos gerados na própria vivência do aluno. Criam-se, assim, novas condições para que os alunos compreendam de forma mais ampla a realidade.

O professor em sala de aula instrui, explica, informa, questiona e corrige o aluno, fazendo-o explicitar seus conceitos espontâneos. Para o sociointeracionismo, o desenvolvimento se produz não apenas por meio da soma de experiências, mas, sobretudo, nas vivências das diferenças. O aluno aprende imitando, concordando, fazendo oposição, estabelecendo analogias, internalizando símbolos e significados, tudo isto num ambiente social e historicamente localizado. As relações estabelecidas no ambiente escolar passam pelos aspectos emocionais, intelectuais e sociais e encontra na escola um local provocador destas interações nas vivências interpessoais. A escola caracteriza-se como um dos primeiros locais que deveriam garantir a reflexão sobre a realidade e a iniciação da sistematização do conhecimento socialmente construído. Estabelecendo um palco de negociações, os alunos podem vivenciar conflitos e discordâncias buscando acordos sempre mediados por outros parceiros. É fundamental destacarmos que importante no processo interativo não é a figura do professor ou do aluno, mas é o campo interativo criado. A interação está entre as pessoas e é neste espaço hipotético que acontecem as transformações e se estabelece o que consideramos fundamental neste processo: as ações partilhadas, onde a construção do conhecimento se dá de forma conjunta. O importante é perceber que tanto o papel do professor como o do aluno são olhados não como momentos de ações isoladas, mas como momentos convergentes entre si, e que todo o desencadear de discussões e de trocas colabora para que se alcancem os objetivos traçados nos planejamentos de cada série ou curso.

3.2 A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel

Segundo Moreira (2011) a ideia central da psicologia de David Paul Ausubel é a de que o fator mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe, ou seja, sua estrutura cognitiva. É necessário verificar a estrutura cognitiva pré-existente e basear o ensino naquilo que o aprendiz já sabe, identificando os conceitos organizadores básicos do que vai ser ensinado e utilizando recursos e princípios que facilitem a aprendizagem significativa.

Segundo Ausubel (MOREIRA, 2011) o conceito principal de Aprendizagem Significativa é a incorporação substantiva de conceitos, não arbitrária e com significado; implica compreensão, transferência, capacidade de explicar, transferir, descrever e enfrentar situações novas. A Aprendizagem Significativa está ligada ao esforço deliberado para ligar o novo conhecimento com conceitos de ordem superior, mais inclusivos, na estrutura cognitiva.

Atividades práticas, exercícios e réplicas reflexivas contribuem para a aprendizagem significativa.

No caso da Física, a aprendizagem mecânica, ainda priorizada por muitos, se dá através do armazenamento, sem significado e sem compreensão dos conceitos físicos, muitas vezes ancorados em formulações matemáticas aplicadas a situações conhecidas. O fato de não se proporcionar a incorporação desses conceitos não permite a interação do novo conhecimento com conceitos existentes na estrutura cognitiva, o que provoca um distanciamento entre os conhecimentos prévios e os novos conhecimentos.

Para Ausubel a interação entre conhecimentos novos e prévios é a característica chave da aprendizagem significativa. Nesta interação, o novo conhecimento deve relacionar-se de maneira não arbitrária e substantiva com aquilo que o aprendiz já sabe e este deve apresentar uma predisposição para aprender.

3.2.1 Condições para a aprendizagem significativa

Ausubel (MOREIRA, 2011) estabelece condições para a ocorrência da aprendizagem significativa. Dentre elas destacam-se a pré-existência de conceitos subsunçores na estrutura cognitiva. Subsunçores são conhecimentos prévios que podem servir de ancoradouro para novos conhecimentos.

A aprendizagem só é significativa se o conteúdo descoberto ligar-se a conceitos subsunçores relevantes já existentes na estrutura cognitiva.

Quando subsunçores relevantes são inexistentes na estrutura cognitiva, Ausubel sugere o uso de organizadores prévios, que são materiais introdutórios, que manipulem a estrutura cognitiva, facilitando a aprendizagem. Esses materiais servem de apoio para a nova aprendizagem e desenvolvem os conceitos subsunçores. É necessário que os materiais sejam potencialmente significativos e com significado lógico para que esses organizadores prévios sirvam de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber, para que possa aprender significativamente o assunto com que se depara.

Conforme apresentado por Moreira (2011), para Ausubel a aprendizagem ocorre pela formação de conceitos e pela assimilação.

A aprendizagem pela formação de conceitos ocorre pela regularidade de encontros com o objeto, através de processos como abstração, indução e descoberta, ainda que de forma elementar. A estruturação ocorre de acordo com uma hierarquia conceitual: conceitos mais gerais, mais inclusivos → conceitos intermediários → conceitos específicos.

A assimilação compreende os seguintes aspectos de aprendizagem:

- Subordinada: quando os novos conceitos são subordinados aos conceitos já existentes.
- Superordenada: quando os conceitos já existentes ficam subordinados aos novos conceitos.
- Combinatória: quando nem os conceitos pré-existentes são subordinados aos novos e nem os novos são subordinados aos pré-existentes, ou seja, a ideia nova e a ideia já estabelecida não estão relacionadas hierarquicamente.

Outra condição colocada por Ausubel para promover uma aprendizagem significativa é a predisposição do aluno para a aprendizagem. O aprendiz deve manifestar uma disposição para relacionar de maneira substantiva e não arbitrária o novo material, potencialmente significativo, à sua estrutura cognitiva.

Predisposição para aprender e aprendizagem significativa guardam entre si uma relação praticamente circular: a aprendizagem significativa requer predisposição para aprender e, ao mesmo tempo, gera este tipo de experiência afetiva.

3.2.2 Evidências e avaliação da aprendizagem significativa

A compreensão que o aprendiz tem a respeito de um conceito ou proposição implica que ele possua “significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis” (MOREIRA, 2011). A aprendizagem em geral é verificada através de instrumentos. Para obter evidências de uma aprendizagem significativa, de modo a evitar a simulação da aprendizagem obtendo apenas respostas mecanicamente memorizadas, é necessário “formular questões e problemas de uma maneira nova e não familiar que requeira máxima transformação do conhecimento adquirido” (AUSUBEL *apud* MOREIRA, 2011, p. 164).

O professor, como ente mediador do processo de ensino-aprendizagem, deve propor testes de compreensão apresentados em um contexto e escritos de maneira diferente daquela já usada na apresentação.

Essa falta de compreensão é evidenciada normalmente na rotina de sala de aula onde se utiliza metodologias tradicionais. Muitos alunos normalmente realizam a resolução de um determinado problema e, imediatamente após, ao serem questionados sobre o conceito tratado, porém de forma contextualizada e com outras palavras, apresentam a nítida impressão de que “nunca ouviram falar sobre aquilo”.

Para procurar evidências de uma aprendizagem significativa é necessário propor ao aprendiz uma tarefa de aprendizagem que possa ser sequencialmente dependente de outra, a qual não possa ser executada sem uma genuína compreensão da precedente. A aprendizagem significativa deve ser progressiva, apresentando novas situações, e não linear.

Moreira (2011) apresenta três tipos de aprendizagem, distinguidas por Ausubel:

- Aprendizagem representacional: envolve a atribuição de significados a determinados símbolos, isto é, os símbolos passam a significar, para o indivíduo, aquilo que seus referentes significam.
- Aprendizagem de conceitos: também uma forma de aprendizagem representacional, porém representando conceitos de forma genérica, isto é, representando regularidades em eventos ou objetos.
- Aprendizagem proposicional: a tarefa compreende aprender o significado de ideias em forma de proposição. Além de compreender os conceitos, o indivíduo deve aprender o significado que está além da soma dos significados das palavras ou conceitos que compõem a proposição.

Outro conceito que Ausubel ressalta como imprescindível para uma aprendizagem significativa é a recursividade. O aprendiz deve aprender com os erros, sendo-lhe oferecida a oportunidade de refazer as atividades.

Referenciando Novak (1989), observa-se também uma tendência a valorizar as trocas de sentimentos. Um evento educativo, segundo ele, é também acompanhado de uma experiência afetiva. A predisposição para aprender, colocada por Ausubel como uma das condições para a aprendizagem significativa, está, para Novak, intimamente relacionada com a experiência afetiva que o aprendiz tem no evento educativo. Sua hipótese é que a experiência afetiva é positiva e intelectualmente construtiva quando o aprendiz tem ganhos em compreensão e reciprocidade, e a sensação afetiva é negativa e gera sentimentos de inadequação quando o aprendiz não sente que está aprendendo o novo conhecimento. Atitudes e sentimentos positivos em relação à experiência educativa têm suas raízes na aprendizagem significativa e, por sua vez, a facilitam.

Novak (1984) afirma que a aprendizagem significativa subjaz a integração construtiva de pensamento, sentimento e ações que se combinam para formar o significado da experiência levando ao engrandecimento humano.

Para Novak a aprendizagem deve ser contínua e desenvolvida a partir de uma construção criativa. Defende também a aprendizagem significativa a partir da incorporação substantiva e não literal de novo conhecimento à estrutura cognitiva, relacionando novos conhecimentos com os conhecimentos prévios dos alunos.

Para Novak, todo evento educativo envolve cinco elementos de forma integrada: aprendiz, professor, conhecimento, contexto e avaliação que devem promover uma troca de significados e sentimentos entre os aprendizes entre si e com o professor. Afirma que a aprendizagem significativa requer uma disposição do aluno para aprender, materiais potencialmente significativos e que o conhecimento seja relevante a fim de que faça sentido para o aluno mantê-lo.

O aluno apropria-se do conhecimento quando os conceitos apresentam um grau de significância que está ligado ao efeito do contexto em que está inserido e às metodologias utilizadas. O ensino deve ser planejado de modo a facilitar a aprendizagem significativa e a ensejar experiências afetivas positivas.

Uma das ferramentas metodológicas defendidas por Novak é a utilização de mapas conceituais que proporcionam uma sistematização dos conceitos. Podem ser representações válidas da estrutura conceitual/proposicional do conhecimento de um indivíduo, caracterizando-se como um instrumento efetivo de avaliação e também de aprendizagem.

CAPÍTULO 4: MATERIAL E MÉTODOS

O projeto apresentado teve como base a estruturação e aplicação de uma metodologia que relaciona projetos didáticos com atividades experimentais realizadas em grupos e mediadas pelo professor, de modo a vincular os conceitos e fenômenos físicos referentes aos conteúdos de Física, previstos no plano de ensino da respectiva série, aos experimentos e situações criadas pelos próprios alunos. Além das atividades experimentais, utiliza como ferramenta de avaliação e aprendizagem os mapas conceituais, pretendendo que os alunos sejam capazes de sistematizar os conceitos necessários à construção do conhecimento.

4.1 Utilização de atividades experimentais

Segundo Gaspar (2005), nas escolas brasileiras a experimentação, em nenhum momento da história, foi considerada uma prática pedagógica rotineira. No início do século XX o ensino era tradicional no sentido de que as aulas teórica e prática eram distintas, ou seja, o mesmo conteúdo era exposto com enfoques diferentes. Por volta da década de 50, algumas escolas possuíam aparelhos que facilitavam a demonstração de experimentos: já existiam em algumas escolas materiais e ambientes (laboratórios) mais adequados para a atividade criadora do aluno. Entretanto, as atividades eram propostas com roteiros pré-estabelecidos, fazendo com que o aluno apenas seguisse passos, sem investigar o experimento ou pensar nos dados obtidos. “Essa metodologia tem provocado críticas por parte dos pesquisadores que argumentam não haver surpresas e nem descobertas na atividade experimental” (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 190).

Os objetivos da atividade experimental divergem de acordo com a opinião dos pensadores. Gaspar (2005) enuncia alguns objetivos:

- redescoberta da ciência;
- apressamento da construção das estruturas cognitivas e a mudança conceitual;
- possibilidade de promover interações sociais que permitam o ensino de determinado conteúdo;
- possibilidade de promover a discussão e a troca de ideias para que a construção dos conceitos ocorra de forma mais rica, motivadora e consequentemente mais eficaz;
- possibilidade de explicar e ilustrar princípios e modelos científicos.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 1999) abordam a experimentação do Ensino de Física, e das ciências em geral, com base nas ideias de Piaget, valorizando a capacitação da mente para que seja possível aprender determinado conteúdo. A atividade experimental tem como objetivo estimular e apressar a formação das estruturas mentais para que elas existam no momento de apresentar os conceitos físicos.

Esse documento ressalta também a importância dos experimentos para contribuir na formação de uma cultura científica efetiva, possibilitando a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais. As metodologias utilizadas devem promover uma articulação de toda a visão de mundo com uma compreensão dinâmica do universo, a fim de traduzir as interpretações em termos de competências e habilidades. Um experimento deve ser capaz de trazer significado ao aluno, para que ele possa perceber no momento em que aprende, e não em um momento posterior ao aprendizado.

Para desenvolver aulas experimentais, segundo o documento acima citado, o professor necessita ter as seguintes concepções acerca da Ciência:

- Ter conceitos fundamentados sobre a prática proposta para evitar equívocos ou incoerências, determinando os objetivos dessa atividade experimental. Ser sujeito mediador do conhecimento, proporcionando uma interação entre o grupo.
- Observar se a explicação repassada aos alunos foi adequada e possibilitou a compreensão do modelo apresentado.
- Estar ciente de que em uma atividade experimental não podem sem desprezadas incoerências na montagem do experimento e interferências do meio. Os resultados de um experimento não preconizam as condições ideais como nos enunciados de problemas teóricos.
- Oferecer uma sequência que favoreça o crescimento cognitivo do aluno.
- Estar preparado para o compartilhamento de perguntas, tendo possíveis respostas pretendidas, proporcionando a troca de ideias a fim de promover uma interação social, mais rica, motivadora e consequentemente mais eficaz.

Segundo Gaspar (2005), Piaget rejeitava a ideia da atividade experimental sem princípios de construção de estruturas de pensamentos, afirmava que o aluno só pode aprender um determinado conceito científico se dispuser da estrutura mental lógica que permite a compreensão desse conceito. Mais importante do que ensinar determinado conteúdo seria capacitar a mente para aprender esse conteúdo, estimulando e apressando a formação das estruturas mentais para que elas existam quando necessário. Sugeria como atividades experimentais adequadas aquelas que geram conflitos cognitivos na mente do aluno. Piaget atribuía algumas dificuldades de aprendizagem aos conceitos prévios trazidos pelos alunos,

que criariam resistências cognitivas para aquisição de novos conceitos científicos, ocorrendo uma mudança conceitual.

Para Vygotsky (2007), não é preciso esperar determinadas estruturas mentais se formarem para que a aprendizagem de um conceito seja possível. O ensino desse conceito desencadearia a formação das estruturas mentais necessárias à sua aprendizagem. Os conflitos cognitivos sugeridos por Piaget são válidos, porém a fragilidade e a dificuldade evidenciada pelo aluno em explicar determinado fenômeno, com a experimentação, servirão para que ele adote uma nova concepção. Ao contrário do que afirmava Piaget, Vygotsky acreditava que não é o desenvolvimento cognitivo que viabiliza a aprendizagem, mas a aprendizagem que torna possível ou provoca o desenvolvimento cognitivo, de modo que as estruturas mentais só começam a se formar na mente da pessoa quando esse conceito é ensinado ou exigido.

Segundo Vygotsky (2007), a construção do conhecimento científico se dá pela imitação, que é um processo cognitivo, sempre seguindo um parceiro mais capacitado, o professor ou o companheiro. Ao contrário de Piaget, Vygotsky acreditava que a formação de conceitos científicos sempre se beneficia da existência de concepções prévias, mesmo conflitantes, ou seja, a reformulação de uma concepção incorreta é mais fácil e viável do que a criação de uma estrutura mental inteiramente nova.

Moreira (2011), quando faz uma retrospectiva do ensino de Física no Brasil, relata que até 1960 o ensino era referenciado por livros e algumas atividades experimentais. Ainda hoje continua referenciado por livros, muitas vezes de má qualidade, com muitas cores, pouco texto, direcionado para o vestibular. Na década de 60, o paradigma dos livros foi substituído pelo de projetos, os quais foram muito claros em dizer como se deveria ensinar Física (experimentos, demonstrações), mas não disseram como se aprenderia essa mesma Física. O que se pode dizer é que durou muito pouco essa fase. Em 1970 iniciou-se a pesquisa em ensino de Física, com o estudo das chamadas concepções alternativas, ou seja, utilização dos conceitos físicos aplicados ao cotidiano, e utilização de equipamentos de baixo custo. Atualmente essa pesquisa pode ser considerada bem desenvolvida, com investigações bastante diversificadas, dentre elas “Física contemporânea” e “novas tecnologias”.

As atividades experimentais devem ser bem planejadas e executadas para que os participantes entendam com clareza as questões propostas. Nesse processo todos os parceiros vão discutir as mesmas ideias e tentar responder às mesmas perguntas, condições essenciais para que a interação social se desenvolva adequadamente.

A atividade experimental desencadeia uma interação social, pelo fato de que num experimento não é possível desprezar fatores ambientais, além de erros na própria montagem

do experimento, o que serve de objeto de questionamentos que enriquecem as interações sociais. Numa atividade experimental não há respostas rigorosamente corretas, havendo muito mais a ser discutido.

O uso de enunciados teóricos que tendem à idealização de condições ambientais ideais, com respostas previamente conhecidas, desestimula questionamentos importantes, tanto em relação a fenômenos externos como dos resultados obtidos.

As atividades teóricas levam o aluno a ter dificuldade de arriscar previsões quanto ao seu resultado. Os enunciados nunca são de compreensão simples ou óbvia e cabe ressaltar que grande parte das dificuldades dos alunos aparece porque eles não interpretam satisfatoriamente o enunciado, dificuldade que se estende à resolução do problema. Essas atividades exigem mais capacidade de abstração e as respostas não são observáveis. Dúvidas ou contestações podem ser refutadas por argumentos do professor e desse modo o aluno se abstém de participar, tornando frágil a interação social.

Na atividade experimental há um maior envolvimento do aluno, pois ele tem a possibilidade da observação do experimento e da imediata resposta, isenta de argumentos de autoridade. Desse modo a apropriação do conhecimento ocorre de forma mais eficaz porque o aluno obteve as respostas aos seus questionamentos diretamente da natureza.

De forma alguma pretende-se, com essa proposta, desconsiderar as metodologias de aula teórica. O que se propõe é uma integração organizada e consistente entre aulas teóricas e aulas práticas, em que o aluno, ao mesmo tempo em que tem contato com a teoria, realiza atividades experimentais. Essa metodologia proporciona ao aluno fazer correlações de significados físicos, passando de uma atitude passiva para uma postura de descobridor, pesquisador, tendo o professor como mediador do conhecimento e não mais o “dono do saber”.

A utilização de atividades experimentais na aplicação do projeto representou uma de suas principais ferramentas metodológicas pelos aspectos de integração, pesquisa e investigação. Iniciando pela escolha do experimento em função dos fenômenos físicos correlatos ao conteúdo da série, passando por momentos diferenciados de trabalhos manuais, muitas vezes inéditos para alguns alunos, essas atividades permitiram e instigaram os alunos a entender o funcionamento de vários equipamentos, máquinas e fenômenos presentes em seu cotidiano. Cabe ressaltar a necessidade eminente de estudo e pesquisa em cada passo de montagem do experimento.

4.2 Utilização de projetos didáticos

Hernández (1998) refere-se aos projetos como uma modalidade de articulação dos conhecimentos escolares, ou seja, como uma forma de organizar a atividade de ensino e aprendizagem. Sugere também que esse tipo de organização dos conteúdos escolares é essencial para que o aluno consiga sistematizar e relacionar os conhecimentos partindo de uma situação-problema. Nesta perspectiva, os conteúdos deixam de ter um objetivo intrínseco e ganham significados diversos a partir das experiências sociais dos alunos, passando a ser meios para a ampliação de seu universo cognitivo, mediando o seu contato com a realidade de forma crítica e dinâmica. Dessa forma, apresenta-se uma proposta de trabalho mais flexível e abrangente, deixando a rigidez de sequência das listagens de conteúdos.

Esta metodologia propicia aos alunos um desenvolvimento das habilidades de responsabilidade, autonomia, reflexão, cooperação e crítica no decorrer do processo de ensino e aprendizagem. Uma vez envolvidos, eles são corresponsáveis por sua aprendizagem.

A utilização de uma metodologia baseada em projetos didáticos representa um grande desafio para os educadores que estão habituados a trabalhar com os alunos de forma linear e homogênea e, também para o aluno, do qual será exigido um maior envolvimento no processo de ensino e aprendizagem. Esse método propicia a articulação das atividades de modo potencialmente significativo favorecendo uma aprendizagem mais significativa e oportunizando ao aluno a capacidade de relacionar os conceitos científicos com aplicações do mundo cotidiano e o desenvolvimento de capacidades e habilidades para resolver problemas. A função do professor passa de transmissor do conhecimento para um mediador atuante.

A atividade de projetos pressupõe questionamentos sobre determinada situação do cotidiano. Esses questionamentos podem ser transformados em um trabalho envolvedor, onde o aluno poderá construir uma aprendizagem voltada a algo contextualizado e que faça sentido para ele.

Para o desenvolvimento de projetos, que tem como objetivo resolver questões relevantes, os alunos não terão que aprender os conteúdos partindo de conceitos teóricos e abstratos, muitas vezes totalmente fora de contexto, e sem uma relação com aplicações cotidianas. A partir da necessidade de aprendizagem e a construção do conhecimento, os projetos didáticos proporcionam um maior envolvimento e responsabilidade por parte do aluno, tornando-o um sujeito mais dinâmico e atuante.

Para Pessoa *et al.*,

> [...] devemos dar aos estudantes ocasião de aplicar amplamente suas capacidades. No campo das ciências isso significa principalmente que os alunos devem pensar por si mesmos, discutir os problemas e tratar de resolvê-los cientificamente, executando, com espírito criador, as inquirições e experimentos que planejam. Se contrário, os obrigamos a escutar passivamente nossas dissertações, dificultamos o livre desenvolvimento de suas capacidades. (PESSOA *et al.*, 1970, p. 39-40)

Os autores mencionados propõem um ensino renovado, ocorrendo uma aprendizagem de qualidade quando:

a) os fatos e princípios se adquirem como parte da tarefa de resolver problema;

b) as situações que são apresentadas, pelo professor, para a aprendizagem estão relacionadas estreitamente com vivências da vida comum;

c) a faceta intelectual da aprendizagem é complementada pela faceta emotiva.

Os temas abordados nos projetos pedagógicos são assuntos que centralizam o estudo e a discussão sem a exigência de um produto final. Os Parâmetros Curriculares Nacionais para Ensino Médio contemplam a necessidade de tornar os conteúdos mais contextualizados e mais próximos à realidade do aluno.

A prática educativa desenvolvida com projetos didáticos é uma forma de fazer com que o aluno seja um participante ativo na construção de seu conhecimento, envolvendo-o, de fato, em todo o processo de aprendizagem. Com esta prática o educador poderá motivar os alunos ao ensino de Física e isto tornará a aprendizagem mais significativa, mais próxima às suas realidades.

A metodologia de projetos experimentais norteia este projeto de mestrado. Inicialmente, foi proposta uma atividade intitulada definição de projetos experimentais, buscando-se o desenvolvimento da autonomia nos alunos que, em pequenos grupos, foram instados à realização de pesquisas e discussão de propostas de experimentos nos aspectos de montagem, funcionamento e observação de fenômenos físicos e a correlação com os conteúdos apresentados no plano de ensino da série. Assim, os alunos passam por um processo de pesquisa, leitura, discussão de ideias, adotando uma postura ativa no estudo dos fenômenos físicos e suas aplicações. Esse estudo é necessário para que os alunos definam o projeto experimental do grupo e apresentem a proposta ao professor através do preenchimento de uma ficha de projetos experimentais.

Em passo seguinte, a partir dos experimentos criados e apresentados pelos alunos, as partes/etapas do experimento passam a ser elos para o estudo ou retomada de conteúdos presentes no currículo escolar.

4.3 Utilização de mapas conceituais

A elaboração de mapas conceituais é uma técnica desenvolvida na década de 70 por Joseph Novak. Novak (2000) define mapa conceitual como uma ferramenta administrativa, utilizada para organizar e representar o conhecimento, de forma geral, sendo basicamente um aperfeiçoamento do conhecido organograma, porém mais detalhado, com fins de ser utilizado em trabalho de equipe e nas escolas.

Podemos dizer que mapa conceitual é uma representação gráfica em duas ou mais dimensões de um conjunto de conceitos construídos de tal forma que as relações entre eles sejam evidentes. Os conceitos aparecem dentro de caixas enquanto que as relações entre os conceitos são especificadas através de frases de ligação nos arcos que unem os conceitos. As frases de ligação têm funções estruturantes e exercem papel fundamental na representação de uma relação entre dois conceitos. A dois conceitos conectados por uma frase de ligação chamamos de proposição. As proposições são uma característica particular dos mapas conceituais se comparados a outros tipos de representação, como os mapas mentais.

A respeito dos mapas mentais, que constituem a base dos mapas conceituais, podemos apresentar que sua origem é proveniente dos estudos sobre a memória, quando se teve consciência de que associação e ênfase são dois fatores fundamentais para a permanência da lembrança e sua evocação posterior. O agrupamento de conceitos e ideias cria estruturas cognitivas que, na dinâmica do pensamento, relacionam-se entre si ou com outras estruturas novas. Buzan (*apud* ONTORIA *et al.*, 2004, p. 42) enuncia também outros fatos como referencial da criação dos mapas conceituais:

- a busca de uma técnica que ajude a memorizar e que, posteriormente, evolui para uma técnica do pensamento;
- a reflexão, acerca da poderosa capacidade para estabelecer relações entre a palavra e a imagem, e trabalhar em conjunto com ambas: o cérebro tem mais capacidades;
- “o pensamento criativo”, pois o mapa mental é uma manifestação do pensamento criativo, fazendo-se necessário o desenvolvimento da imaginação e da criatividade.

Os mapas mentais constituem uma técnica que contribui para o funcionamento do cérebro e faz com que ele atinja um maior rendimento por meio da estimulação do pensamento.

Moreira (2011) caracteriza mapas conceituais como uma ferramenta de mapeamento de conceitos a partir de um modelo de educação que tem seus fundamentos teóricos na Teoria Cognitiva de Aprendizagem, de David Ausubel, denominada Teoria da Aprendizagem Significativa. A aprendizagem pode ser dita significativa quando uma nova informação adquire significado para o aprendiz através de uma espécie de 'ancoragem' em aspectos relevantes da estrutura cognitiva preexistente do indivíduo. Na aprendizagem significativa há uma interação entre o novo conhecimento e o já existente, na qual ambos se modificam. À medida que o conhecimento prévio serve de base para a atribuição de significados à nova informação, ele também se modifica. A estrutura cognitiva está constantemente se reestruturando durante a aprendizagem significativa. O processo é dinâmico; o conhecimento vai sendo construído.

Resumidamente, o mapa conceitual é composto de quadros organizados de conhecimentos derivados da aprendizagem significativa, servindo como base para o pensamento criativo e a produção e representação do conhecimento.

Para Moreira (2006) o importante é que o mapa conceitual seja um instrumento capaz de evidenciar significados atribuídos a conceitos e relações entre conceitos no contexto de um corpo de conhecimentos, de uma disciplina, de uma matéria de ensino. Para isso, é necessário que sejam introduzidos quando os alunos já tiveram contato com o material a ser aprendido.

Além disso, os mapas conceituais não são autoexplicativos, necessitam ser apresentados ou, no mínimo, acompanhados de um texto explicativo, pois existem diversas maneiras de expor conceitos e suas relações em um mapa conceitual. Na explicação de um mapa conceitual o autor expressa a sua compreensão sobre o que está apresentando, além de repetir a maneira pela qual as informações estão organizadas na sua estrutura cognitiva.

Em nossa pesquisa, os mapas conceituais serviram de metodologia de aprendizagem e de avaliação. Analisando a capacidade de organização dos conceitos físicos em um diagrama, as conexões entre conceitos e o uso de preposições de ligação foi possível diagnosticar dificuldades e avaliar o avanço dos alunos durante o processo de aprendizagem.

Explorando uma das necessidades dos mapas conceituais, em momentos distintos os alunos explicaram os mapas criados, compararam com o mapa dos colegas e também com o seu anteriormente confeccionado. Essa análise e leitura explicativa dos trabalhos permitiu ao

aluno uma autoavaliação crítica induzindo-o a alterações e aperfeiçoamento do material produzido.

Outro ponto crucial no uso dos mapas conceituais é estimular a capacidade de sintetização e esquematização dos conceitos e por consequência dos conteúdos de uma determinada unidade de ensino, não apenas de Física, mas de qualquer componente curricular.

CAPÍTULO 5: ESTUDOS RELACIONADOS

Em consulta a publicações sobre Ensino de Física, encontramos alguns relatos de utilização das metodologias de ensino mencionadas neste trabalho.

Em relação a atividades experimentais podemos citar a revisão literária realizada por Araújo e Abib (2003), para o período de 1992 a 2001, publicada na Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) e no Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), onde as atividades experimentais foram apontadas por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas na promoção da aprendizagem significativa.

É relevante destacar as observações desses autores:

> De um modo geral, independente da linha ou modalidade adotada, constata-se que todos os autores são unânimes em defender o uso de atividades experimentais, podendo-se destacar dois aspectos fundamentais pelos quais eles acreditam na eficiência desta estratégia: **(a)** Capacidade de estimular a participação ativa dos estudantes, despertando a curiosidade e interesse, favorecendo um efetivo envolvimento com sua aprendizagem; **(b)** Tendência em propiciar a construção de um ambiente motivador, agradável, estimulante e rico em situações novas e desafiadoras que, quando bem empregadas, aumentam a probabilidade de que sejam elaborados conhecimentos e sejam desenvolvidas habilidades, atitudes e competências relacionadas ao fazer e entender Ciências. (ARAÚJO; ABIB, 2003, p.190-191)

A utilização de metodologias como mapas conceituais é tratada em um artigo de Novak (1989) onde são apresentados instrumentos que ajudam na aprendizagem metacognitiva: o uso dos mapas conceituais e de Vê epistemológico.

Solaz *et al.* (1995) apresentam um artigo ressaltando o uso do mapa conceitual como ferramenta insubstituível no diagnóstico da aprendizagem significativa. Apresentam também a superposição dos novos conceitos sobre as proposições existentes na estrutura cognitiva e o interesse em se analisar a influência do conhecimento prévio conceitual na resolução de problemas.

Chroback (1995) apresenta um artigo tratando do uso de mapas conceituais e do V heurístico como instrumentos de avaliação para o professor, propondo uma alternativa à aprendizagem memorística. Salienta que a aprendizagem é mais eficiente, quando o professor utiliza esses instrumentos para organizar e entender a forma da aprendizagem significativa do aluno. O uso dessas ferramentas ajuda os alunos e professores a interpretar a estrutura significativa do conhecimento que se pretende alcançar.

Como um dos principais focos metodológicos da nossa pesquisa, ressaltamos a utilização de projetos, evidentes em algumas literaturas.

Saraiva (2004), afirma que os projetos de trabalho são formas de inovar as práticas pedagógicas, explicando como os projetos podem ser desenvolvidos e que este tipo de atividade favorece a globalização do conhecimento pelo sujeito que aprende. A autora afirma que estas mudanças didáticas servem para desequilibrar as concepções dos docentes em relação às possibilidades de aprendizagem dos alunos e às concepções curriculares fragmentadas e dissociadas da realidade, possibilitando a busca de uma escola contextualizada no seu social. Segundo a autora, a proposta de trabalhar com os projetos didáticos é uma alternativa para administrar o tempo e o espaço escolar, reforçando a responsabilidade e a cooperação, trabalhando diferentes situações didáticas.

Hernández (2004) apresenta um artigo a respeito da administração do tempo e do espaço escolar utilizando projetos didáticos. O autor exemplifica situações de aprendizagem onde o professor fica preso ao tempo e ao currículo desestruturado dos programas de ensino. A partir das necessidades dos alunos o autor discute o que os alunos poderiam aprender juntos, o que cada um poderia reforçar ou aprender de forma autônoma e também o que o professor julga necessário aprender. O autor demonstra neste artigo que os projetos de trabalho proporcionam uma melhor administração do tempo e currículo escolar, fazendo com que os alunos consigam relacionar conteúdos com aplicações no cotidiano.

Silva *et al.* (2011) relatam a aplicação e o desenvolvimento do projeto de extensão "Criação de Clubes de Ciências", inserido no programa "Universidade Sem Fronteiras", subprograma "Apoio às Licenciaturas" da Secretaria de Estado de Ciências, Tecnologia e Ensino Superior do Estado do Paraná, que se propõe a disseminar e a criar espaços não formais nas escolas de Ensino Básico que permitam a discussão de temas importantes para o cotidiano da sociedade, proporcionando uma forma diferenciada do aluno aprender Ciências. O projeto apresenta a utilização de temas geradores e mapas conceituais aplicados em uma estrutura de clube de ciências em escolas públicas no estado do Paraná. Outro objetivo do projeto é contribuir para a formação de professores.

Espíndola (2005) apresenta em sua dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Física uma proposta de ensino utilizando a pedagogia de projetos aplicada a alunos da Educação de Jovens e Adultos, onde o professor apresenta os temas a serem explorados, com o objetivo de alcançar uma aprendizagem significativa.

A partir das referências apresentadas, podemos observar que as atividades experimentais e o uso de projetos, principalmente em torno de temas geradores como

metodologias de ensino, são estudados e sugeridos por vários pesquisadores. Observa-se também a crescente utilização de mapas conceituais como ferramenta para a aprendizagem e também de avaliação.

Nessa perspectiva verifica-se que, apesar da disponibilidade de vários recursos e metodologias, ainda é eminente a falta de interesse e estímulo dos educandos para as ciências físicas. Observa-se no dia a dia da sala de aula a falta de alunos curiosos e investigativos. São movidos a atividades que “valem nota” e se afastam de qualquer atividade que “dê trabalho”. Essa característica dos estudantes desafia educadores, comprometidos com o seu papel na sociedade, a buscar sempre novas alternativas.

Tendo em vista os resultados apresentados por várias pesquisas, entre as quais algumas são apresentadas acima, nossa pesquisa propôs uma integração entre atividades experimentais, metodologia de projetos e avaliação através de mapas conceituais. Um dos diferenciais é que as atividades experimentais não são apenas analisadas e/ou demonstradas aos alunos, eles são os responsáveis pela construção dos experimentos. A metodologia de projetos não é orientada por temas geradores, os alunos são responsáveis pela escolha e desenvolvimento de um projeto que perpassa pela construção do experimento, estudo de fenômenos presentes e relação com o cotidiano. Os mapas conceituais são utilizados como ferramentas de avaliação e de aprendizagem, principalmente ao passo que relacionam e estruturam os projetos com os conteúdos da Física. Outra proposta de atividade é a disseminação dos projetos em uma Mostra de Física, onde alunos de etapas diferentes do Ensino Médio podem relatar e discutir experiências. A disseminação dessas atividades não se restringe ao “grupo construtor”: a Mostra é visitada por alunos do ensino fundamental, pelos pais e comunidade em geral e permite também a integração entre escolas inclusive de mantenedoras diferentes.

Dessa forma, procurando tornar a Física atraente aos alunos sem comprometer o currículo escolar, valorizou-se a relação com os fenômenos do dia a dia e a interação entre os pares com o objetivo de tornar os alunos construtores de conhecimento e consequentemente tornar o ensino significativo ao aluno, possibilitando a apropriação do conhecimento científico.

CAPÍTULO 6: APLICAÇÃO DA PROPOSTA

O ensino de ciências requer a utilização de metodologias capazes de tornar as aulas cada vez mais criativas e principalmente propiciar situações que permitam a contextualização do conteúdo frente à realidade do educando. Para que o aluno aprenda, ele deve ser estimulado a estabelecer relações com o ambiente, ter posicionamento em relação à sociedade, compreender a influência e a importância que a Ciência e a Tecnologia envolvidas no respectivo conteúdo têm em sua vida e, então, por consequência, ter atitudes refletindo a assimilação e o aprendizado do conteúdo sendo estudado. A responsabilidade da elaboração de atividades neste contexto recai sobre o professor do qual se exige conhecimento, criatividade e competência para levar essas questões para a sala de aula.

Com base no referencial teórico descrito no Capítulo 3, organizamos uma proposta de atividade de projetos experimentais a ser desenvolvida no âmbito de uma instituição de ensino privado, no município de Carazinho/ RS, no nível do ensino médio.

6.1 Contexto da aplicação: localização e descrição da escola

A implementação do projeto foi realizada no Colégio Sinodal Rui Barbosa (Figura 6.1) que se localiza no centro da cidade de Carazinho, na região noroeste do Rio Grande do Sul. De acordo com dados do Censo Demográfico do IBGE de 2010, a população da cidade é de 59.317 habitantes. O período de aplicação foi de março a dezembro de 2011.

Figura 6. 1 – Foto da entrada do Colégio na rua Pedro Vargas.

O Colégio Sinodal Rui Barbosa tem como mantenedora de fato a Comunidade Evangélica de Carazinho e de direito a ISAEC – Instituição Sinodal de Assistência, Educação e Cultura e está vinculado à Rede Sinodal de Educação. O colégio mantém suas atividades na cidade de Carazinho desde o ano de 1921 e atende atualmente 760 alunos, distribuídos nas etapas da Educação Básica: Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio e Educação Profissional.

Em 2011, ano da aplicação da pesquisa, o número de alunos era de 761, sendo 141 alunos do Ensino Médio. O Ensino Médio era dividido em turmas com carga horária diferenciada (regular e RDB[2]), sendo facultativa ao aluno a escolha pela carga horária pretendida:

- 1º Ano – 25 horas-aula
- 1º Ano (RDB) – 35 horas-aula
- 2º Ano – 25 horas-aula
- 2º Ano (RDB) – 35 horas-aula
- 3º Ano – 25 horas-aula
- 3º Ano (RDB) – 35 horas-aula

A partir de 2012 a escola passou a oferecer apenas matrícula para turmas com carga horária de 35 horas-aula extinguindo, para as turmas de ingresso, a distinção entre regular e RDB.

Em relação ao componente curricular de Física, a principal diferença entre as modalidades regular e RDB é o número de períodos[3], sendo dois períodos semanais para a modalidade regular e quatro períodos semanais para a modalidade RDB.

O colégio segue para o Ensino Médio o currículo do Programa de Ingresso ao Ensino Superior da Universidade Federal de Santa Maria (PEIES). Possui certo rigor em relação a conteúdos e resultados em avaliações internas e externas, classificação do ENEM e aprovação em vestibulares de universidades particulares e públicas.

Apesar do rigor em relação à disciplina e à formação, em nenhum momento houve qualquer oposição da equipe diretiva e da coordenação pedagógica quanto à implementação da proposta; pelo contrário, novas metodologias visando à melhoria do ensino são vistas com bons olhos pela direção da escola e também pelos alunos. Apesar de termos estruturado a

[2] RDB: abreviatura da expressão “Raum der Beste” – é um conceito de atendimento integral com carga horária superior à exigida pela legislação.
[3] Períodos: intervalos de tempo de 50 minutos.

proposta como um projeto de pesquisa apenas em 2011, algumas metodologias que integram a proposta já vinham sendo realizadas desde 2009.

Sendo a única professora de Física na escola, foi possível realizar a pesquisa com todas as turmas do Ensino Médio. A atuação como regente de classe na disciplina de Física do ensino médio nesse colégio desde o ano de 2007 nos proporcionou autonomia e certa liberdade para administrar o tempo e o currículo escolar, com o apoio e a colaboração da equipe diretiva e pedagógica.

Quanto aos espaços utilizados para implementação da proposta podemos citar salas de aula com boa estrutura, laboratório utilizado em conjunto pelas disciplinas de Física, Química e Biologia e espaços abertos como pátio coberto (Figura 6.2), pátio descoberto e ginásio poliesportivo.

Figura 6. 2 – Pátio escolar onde foram realizadas as Mostras de Física.

Das seis salas utilizadas pelo Ensino Médio, três possuem equipamentos multimídia fixos na sala de aula (Figura 6.3) e as outras três possuem televisão e aparelho DVD. Existe ainda um aparelho de projeção multimídia móvel a disposição para os ambientes que não possuem essa tecnologia. Podemos citar, ainda, como ambientes de suporte pedagógico dois laboratórios de informática com mais de 30 computadores em cada um deles e equipamento multimídia.

Figura 6. 3 – Sala de aula.

6.2 Contexto da aplicação: descrição das turmas

As turmas em que foi implementada a proposta foram seis turmas de ensino médio: sendo duas de 1º ano, duas de 2º ano e duas de 3º ano. Em cada ano/série, uma na modalidade regular e outra na modalidade RDB. As turmas possuíam as seguintes nomenclaturas:

- 1º ano: 1º RDB e 21
- 2º ano: 2º RDB e 22
- 3º ano: 3º RDB e 23

Quando a modalidade RDB foi criada na escola, um dos seus aspectos consistia em reunir em uma mesma turma alunos com perfil diferenciado. Esse perfil caracterizava-se por alunos com melhor rendimento escolar, que teriam uma carga horária maior e consequentemente conteúdos em nível mais aprofundado. Até mesmo o material utilizado sempre foi distinto da modalidade regular.

Como não havia um processo de seleção para separar as turmas, inicialmente, a critério dos pais e sugestão dos professores, os alunos encaixados nas turmas RDB eram aqueles com melhor rendimento. No entanto, com o passar dos anos a distribuição dos alunos nas modalidades perpassava aspectos como disponibilidade de horário e recursos financeiros, já que a modalidade RDB possuía um custo de mensalidade mais elevado. Como a escola também recebe alunos de outros municípios, outro fator relevante para a matrícula na turma RDB era a disponibilidade de transporte para os dois turnos de aula. Outro fator motivador

para os pais matricularem os filhos nessa modalidade, era manter os alunos mais tempo na escola.

As turmas de implementação da proposta possuíam número de alunos conforme segue:

- Turma 21: 10
- Turma 22: 36
- Turma 23: 09
- Turma 1º RDB: 37
- Turma 2º RDB: 25
- Turma 3º RDB: 24

A partir de uma observação pessoal, apresentamos uma descrição das turmas:

A turma 21, apesar de possuir um número reduzido de alunos, apresentava alunos com baixo rendimento e muita dificuldade nas diversas áreas do conhecimento. Em geral a turma recebeu a proposta do projeto com entusiasmo; no entanto, percebemos que alguns alunos estavam motivados apenas como uma possível obtenção de nota sem aplicação de "prova".

A turma 22 era uma turma muito heterogênea, alguns com bom rendimento e elevado potencial e outros com baixo rendimento, alguns com dificuldade e outros desinteressados. Essa turma foi a que recebeu com mais entusiasmo a proposta de atividade e desde o início passou a definir os grupos com o objetivo de "construir" os melhores projetos possíveis.

A turma 23, oriunda de um 1º ano e um 2º ano marcados por muitas reprovações (no 1º ano essa turma era composta por mais de 30 alunos), possuía menos da metade dos alunos com bom rendimento escolar e aceitou a proposta sem demonstrar entusiasmo. Não havia muita interação entre os alunos, apenas alguns grupinhos definidos. É importante ressaltar que, nessa turma, tínhamos a presença de uma aluna com deficiência neurológica.

A turma 1º RDB era uma turma agitada com um número expressivo de alunos que não demonstraram, na sua maioria, muito interesse pela atividade e tinham dúvidas a respeito de quanto "valeria" a atividade (nota/peso).

A turma 2º RDB era uma turma composta por alunos, na sua maioria, com bom rendimento escolar; foi uma turma comprometida com as tarefas propostas. Demonstraram entusiasmo com a proposta da atividade.

A turma 3º RDB possuía um número significativo de alunos com rendimento escolar muito bom, muitos preocupados com vestibulares. Uma característica dessa turma é a concorrência em relação à nota, mas apesar disso a turma mantinha uma boa convivência.

Das turmas descritas, as turmas 21 e 1º RDB participaram da atividade pela primeira vez. As turmas 22 e 2º RDB já haviam criado e apresentado, em 2010, projetos experimentais

e também participado da Mostra de Física. As turmas 23 e 3º RDB participaram em 2010 da montagem dos projetos experimentais e da Mostra de Física e em 2009 realizaram a montagem e apresentação em sala de aula de projetos experimentais.

6.3 As etapas da proposta metodológica

O projeto apresentava-se dividido em etapas distintas. De forma a dinamizar os trabalhos, como mediadores do processo metodológico, repassamos as etapas e orientações aos alunos.

Em um primeiro momento foi apresentada aos alunos a proposta da atividade e solicitado às turmas que realizassem a escolha dos grupos com até três alunos.

Os alunos foram orientados de que a proposta consistia na pesquisa e montagem de um projeto experimental buscando auxílio em bibliografias, na rede mundial de computadores ou como uma criação própria simulando experimentalmente o funcionamento de um determinado equipamento, máquina, etc. O experimento escolhido deveria contemplar conteúdos constantes no plano de ensino da disciplina para a respectiva série e ano letivo. As turmas de 2º ano explorariam experimentos envolvendo parte da Mecânica, Termodinâmica e Ondulatória, os alunos das turmas de 3º ano explorariam os conteúdos de Eletromagnetismo e Óptica. Tendo em vista que o conteúdo do 1º ano inicia com algumas ferramentas da Física como noções introdutórias, apresentação de grandezas, transformação de unidades de medida, notação científica, revisão de equações e gráficos de primeiro e segundo grau, seguindo para o estudo dos movimentos e cinemática vetorial, foi oportunizada aos alunos dessa etapa a opção por qualquer conteúdo dos diversos ramos da Física.

Após definidos os grupos e os projetos experimentais os grupos de trabalho realizaram o preenchimento de uma “Ficha de projetos experimentais”, constante no Apêndice A, desta dissertação.

Durante aproximadamente quatro meses os alunos desenvolveram a montagem do experimento, estudando os princípios de funcionamento de cada experimento, entendendo o processo e relacionando com os conceitos físicos existentes no processo. As atividades eram desenvolvidas em horário de contra-turno, sendo voltadas ao estudo, ao desenvolvimento do experimento e debates sobre temas que envolvem o seu funcionamento. Nesse momento, os pares demonstraram sua criatividade, expuseram suas ideias, suas curiosidades e buscaram construir os conhecimentos usando metodologias científicas.

Para a elaboração de um projeto, é necessário que exista uma equipe disposta a trabalhar em grupo e que reconheça a importância bem como identifique as relações entre os conceitos fundamentais envolvidos no experimento. Isso facilita a escolha do projeto experimental que deve ser reconhecido tanto pelo grupo que planeja quanto pelo restante do grupo envolvido.

O relatório final do projeto devia constar dos seguintes itens:

- Introdução
- Descrição do experimento
- Objetivos do experimento
- Materiais utilizados
- Procedimentos de montagem
- Funcionamento
- Apresentação e explicação de conceitos físicos nas etapas do funcionamento
- Fundamentação teórica a respeito dos conteúdos vinculados ao experimento
- Relatos e análise de dados do processo de montagem e funcionamento
- Considerações finais
- Bibliografia

Após o desenvolvimento dos projetos experimentais foram marcadas as datas para suas apresentações. Em data previamente marcada, cada grupo entregou um relatório do projeto à professora e apresentou a atividade experimental para a turma, sujeito a questionamentos e sugestões do grupo. As apresentações foram realizadas em ambientes distintos na escola: sala de aula, laboratório de Física, Química e Biologia, ginásio e pátio escolar. Os projetos envolvendo conteúdos afins tiveram as apresentações condensadas em uma mesma aula ou em aulas consecutivas.

Ao final das apresentações dos projetos experimentais, passou-se à segunda etapa da pesquisa: estruturação de mapas conceituais. Como os alunos não tinham contato com essa ferramenta, construímos no quadro branco, com participação dos alunos, alguns mapas conceituais referentes a conteúdos já trabalhados na disciplina. A partir de alguns questionamentos os alunos, acompanhando no seu material (caderno, livro, apostila,...), foram apresentando os conceitos presentes no conteúdo escolhido, bem como as proposições necessárias para ligar os conceitos. Como atividade de fixação e também de diagnóstico, a fim de analisar os conhecimentos prévios, solicitamos aos alunos, inicialmente em grupos

pequenos, que estruturassem mapas conceituais a respeito do conteúdo envolvido em um ou mais projetos experimentais apresentados em sala de aula, à escolha de cada grupo.

Pela variedade de temas presentes nos projetos, foram escolhidos em cada turma alguns projetos para a montagem dos mapas conceituais evidenciando alguns conteúdos específicos, a fim de orientar os alunos na sintetização e organização de conceitos, utilizando essa metodologia.

Inicialmente os mapas conceituais foram montados em grupos menores. Posteriormente foi elaborado um único mapa conceitual da turma sobre cada conteúdo ou grupo de conteúdos.

Durante um mês, aproximadamente, os alunos fizeram as modificações necessárias no experimento, bem como no trabalho escrito.

As atividades integrando as diversas práticas já apresentadas culminaram em um momento denominado “Mostra de projetos experimentais de Física” onde todos os alunos de todas as turmas e séries realizaram em um único ambiente, a exposição de seus experimentos.

A Mostra de Física, em 2011, estava em sua segunda edição. O II Experimentando Física, como foi “batizado” o evento, foi realizado no dia 27 de outubro de 2011, no pátio coberto da escola. Durante o período da manhã, cada grupo em um espaço denominado “stand” montava o seu projeto experimental e em um painel colocava as principais informações referentes à construção e funcionalidade do seu projeto. Todas as turmas da escola, dos diversos níveis de ensino visitaram a mostra recebendo dos alunos expositores as explicações e relatos dos experimentos. A mostra contou também com a visitação de turmas de escolas vizinhas.

A síntese dos projetos criados pelos alunos e apresentados na referida Mostra, consta no Apêndice B.

Em um momento específico dessa mostra, alunos relatores apresentaram os mapas conceituais criados pelas turmas, referentes aos conteúdos, fazendo relações com os projetos presentes na Mostra.

Nas aulas posteriores à Mostra foram oportunizados momentos de discussão entre os pares envolvidos e no grande grupo a fim de retomar os conceitos presentes nos experimentos e verificar a validade dos procedimentos utilizados.

Nosso objetivo priorizou a apresentação dos conceitos físicos vinculados a experimentos e situações criadas pelos próprios alunos, caracterizando os fenômenos a partir do funcionamento de projetos experimentais. Oportunizando momentos de interação entre os entes do processo educacional com propostas de práticas experimentais e a utilização de

mapas conceituais, os alunos puderam sistematizar os conceitos necessários à construção do conhecimento.

Cabe ressaltar que o resultado almejado não é apenas o funcionamento de um determinado experimento, mas, sim, a aprendizagem em todos os aspectos do processo despertando a autonomia discente, sua capacidade de organização de ideias e conceitos associados aos fenômenos presentes no seu cotidiano.

6.4 Disponibilização da proposta

Os projetos de dissertação apresentados aos cursos de mestrado profissional têm por objetivo instrumentalizar os professores com subsídios educacionais: textos didáticos, *softwares* computacionais, simuladores, vídeos, técnicas educativas, etc.

Com a intenção de disponibilizar aos colegas professores nossa proposta, e também com o intuito de estimular os próprios alunos envolvidos no projeto, elaboramos uma página na rede internacional onde cada projeto experimental é apresentado com um vídeo elaborado pelos alunos.

O entusiasmo que os alunos apresentaram ante a perspectiva de terem o resultado do seu esforço postado na *Web* foi um ponto positivo no desenvolvimento dos trabalhos. Um professor que pretenda reproduzir projeto semelhante tem nas experiências acessadas nesse endereço exemplos de iniciativas simples que proporcionam momentos de investigação, manipulação de materiais e construção de equipamentos e experimentos que apresentem conteúdos físicos. Esse processo resulta em uma construção de conceitos baseada em fenômenos visualizados pelos alunos.

Cabe ressaltar os momentos de integração das atividades e de trocas de conhecimentos adquiridos, repassados em linguagem própria dos alunos, proporcionando um contato com um arsenal de modelos práticos e informações divulgadas no âmbito de toda a comunidade escolar e não apenas da modalidade de ensino envolvida na atividade.

O *blog* apresenta os roteiros da proposta, com subsídios organizacionais em relação às sugestões das metodologias aplicadas: trabalho com projetos, experimentos criados e apresentados em forma de vídeo pelos alunos, a relação dos experimentos com os conteúdos de Física vinculados através da visualização em mapas conceituais, bem como todas as orientações para o desenvolvimento dessa e outras atividades que auxiliem na tarefa de tornar

as aulas de Física atrativas e ao mesmo tempo propiciar situações de aprendizagem que permitam a contextualização do conteúdo com aplicações do cotidiano dos alunos.

Esse produto está disponível no endereço eletrônico www.experimentandofisica.blogspot.com e integra o Apêndice E desta dissertação.

CAPÍTULO 7: AVALIAÇÃO QUALITATIVA

7.1 Avaliação de desempenho dos alunos

A proposta foi implementada paralelamente ao desenvolvimento do currículo. Os alunos reuniam-se no contraturno para realizarem a maioria das etapas do projeto experimental. Essa metodologia permitiu integrar os alunos em grupos e propiciar momentos de discussão, troca de informações, manipulação de ferramentas e montagem de experimentos.

Essas etapas não puderam ser acompanhadas pelo professor em sua totalidade. A fim de acompanhar o desenvolvimento dos trabalhos, eventualmente foram solicitados que os alunos fizessem relatos sobre o andamento do projeto, ressaltando as dificuldades, quais os materiais que seriam utilizados para os experimentos e sobre os conteúdos que estavam associados. Esses relatos proporcionaram discussões e orientações não somente do professor aos alunos, como também entre grupos de trabalhos distintos que passavam a dar sugestões de montagem e material.

Esses relatos eram avaliados de forma subjetiva, a fim de verificar o entrosamento do grupo, a participação efetiva de todos os envolvidos, a dedicação disponibilizada ao projeto e o real cumprimento das etapas de trabalho.

Os alunos, como parte da avaliação de seus projetos experimentais, realizaram uma apresentação oral, mediante a entrega do relatório descrito no Capítulo 6.

Durante a apresentação foram apreciados para a avaliação os seguintes aspectos:

- Definição do tema do projeto experimental de acordo com o plano de ensino da série;
- Conhecimento dos materiais utilizados e das etapas de montagem;
- Capacidade de descrever o funcionamento e/ou fenômeno presente no experimento;
- Conhecimento teórico a respeito dos fenômenos envolvidos no projeto;
- Organização e postura do grupo;
- Relatos que evidenciam o envolvimento e interação do grupo;
- Evidências do avanço na construção do conhecimento cientifico sobreposto aos subsunçores prévios dos alunos.

Ao término das apresentações, foram compilados os projetos cujos conteúdos estavam envolvidos em um mesmo tema. A partir da análise desses projetos, quanto à

semelhança nos fenômenos presentes, os alunos montaram em pequenos grupos Mapas Conceituais dos temas da Física concernentes aos experimentos definidos em cada tema. Durante essa etapa os alunos foram avaliados subjetivamente quanto à efetiva participação na discussão e montagem dos mapas conceituais.

Os mapas conceituais, mesmo já tendo sido apresentados aos alunos em aula, com o intuito de esquematizar os conteúdos, na disciplina de Física, ainda não tinham sido construídos pelos alunos. Inicialmente os alunos demonstraram certo desconforto em relação à confecção, apresentando dúvidas sobre os conceitos utilizados e as conexões entre conceitos e proposições. À medida que avançaram na tarefa, foram ampliando as possibilidades, relacionando com fórmulas e exemplos. Na sequência apresentamos alguns mapas conceituais construídos pelos alunos. O tema eletricidade está contemplado nos mapas conceituais das Figuras 7.1, 7.2, 7.3 e 7.4. A Figura 7.5 apresenta um mapa conceitual do tema Energia e a Figura 7.6 do tema Dinâmica. O tema Física Térmica está contemplado nas Figuras 7.7 e 7.8.

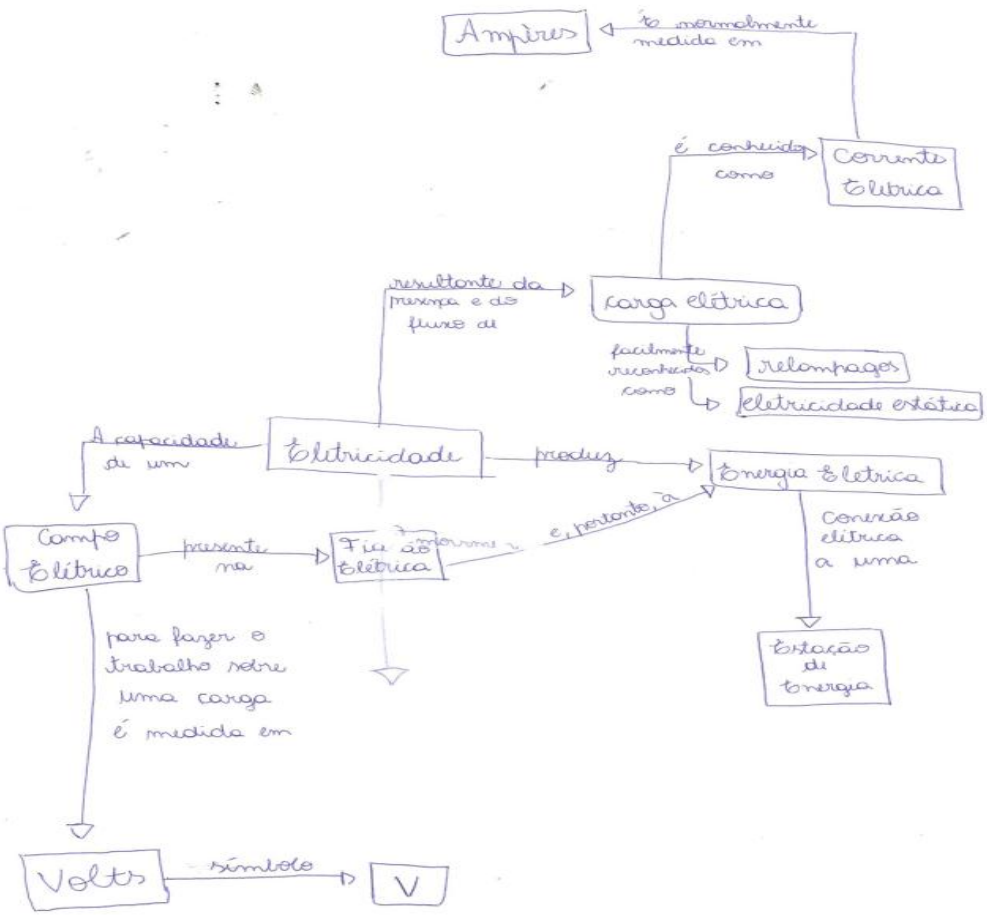

Figura 7. 1 – Mapa conceitual: Eletricidade 1.

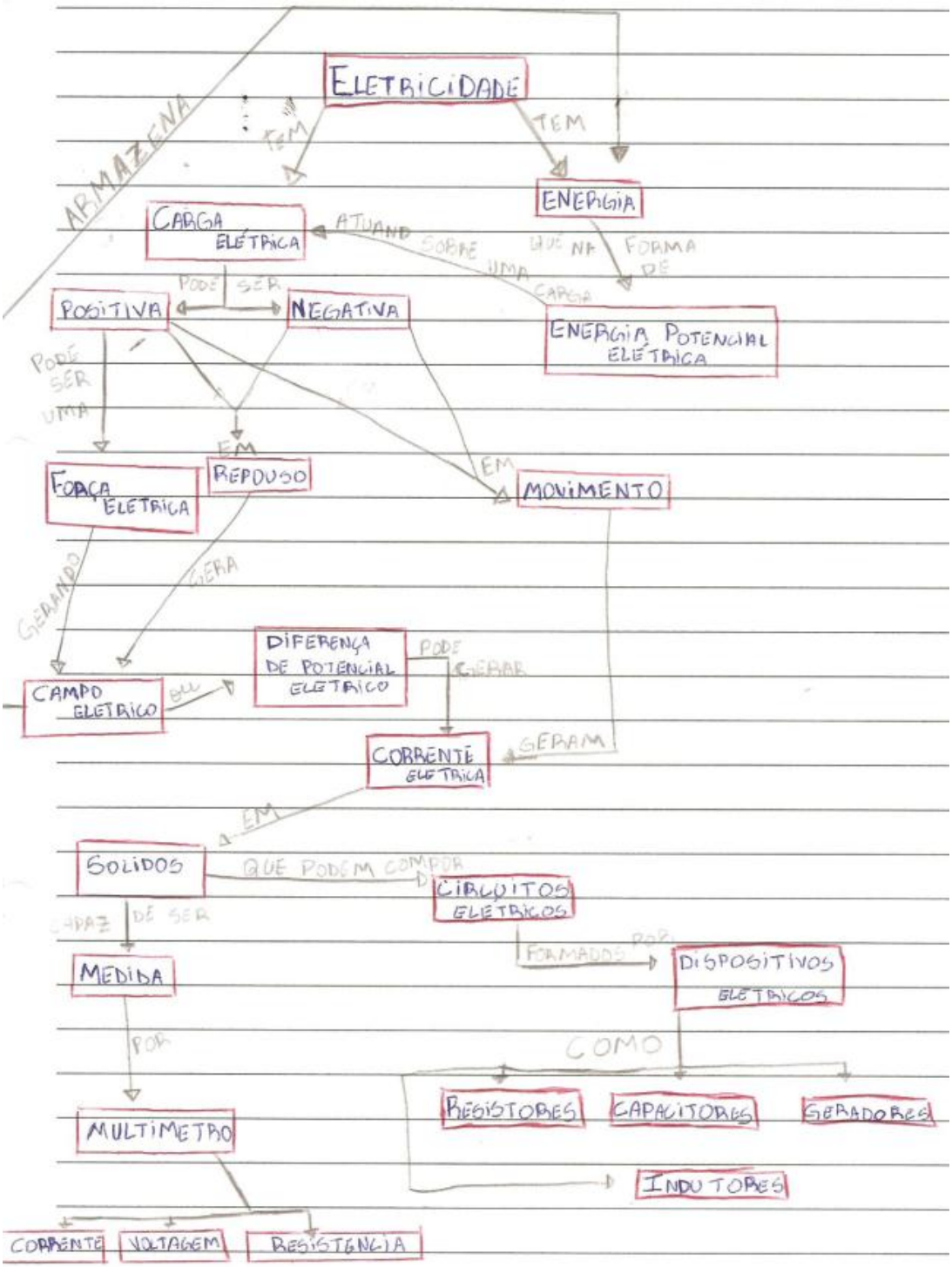

Figura 7. 2 – Mapa conceitual: Eletricidade 2.

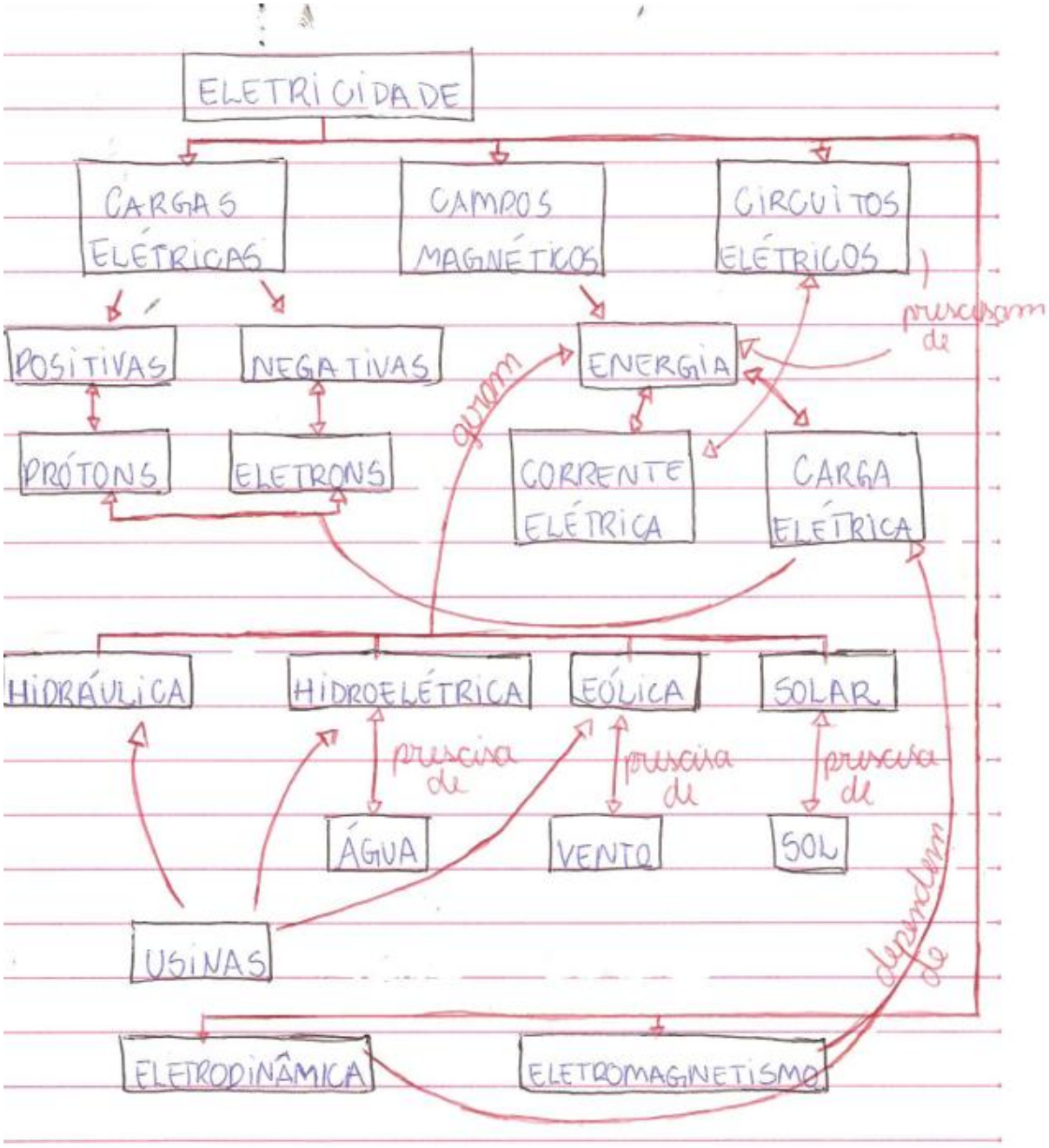

Figura 7. 3 – Mapa conceitual: Eletricidade 3.

Figura 7. 4 – Mapa conceitual: Eletricidade 4.

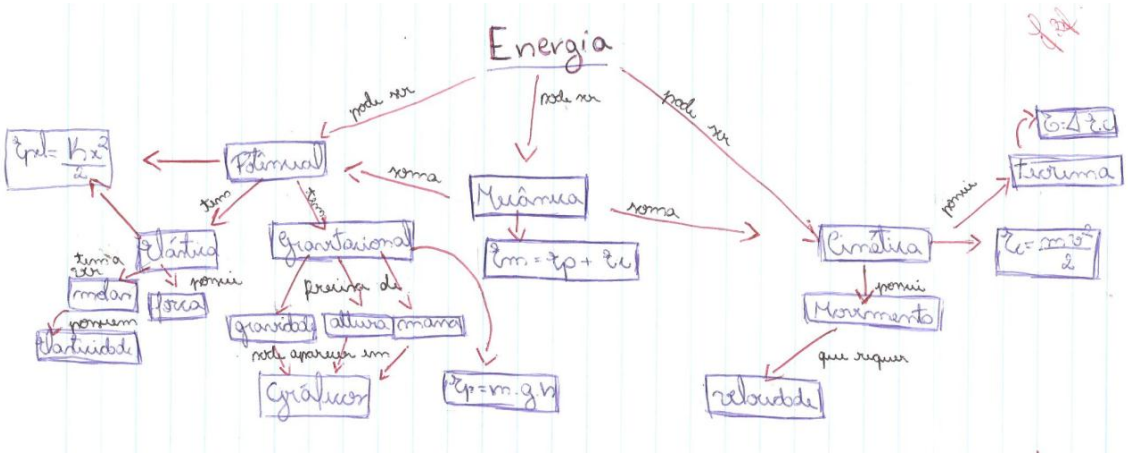

Figura 7. 5 – Mapa conceitual: Energia.

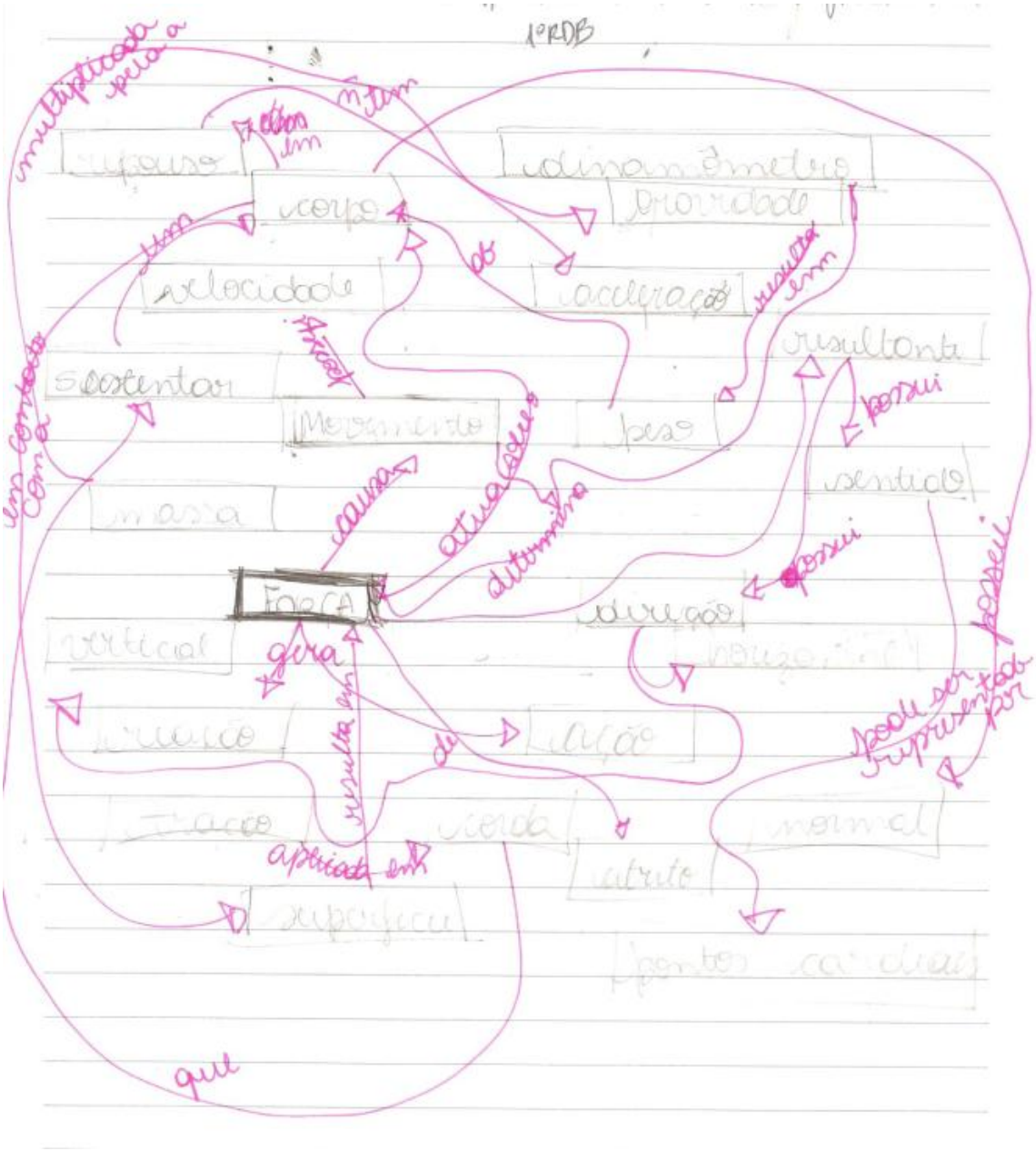

Figura 7. 6 – Mapa conceitual: Dinâmica.

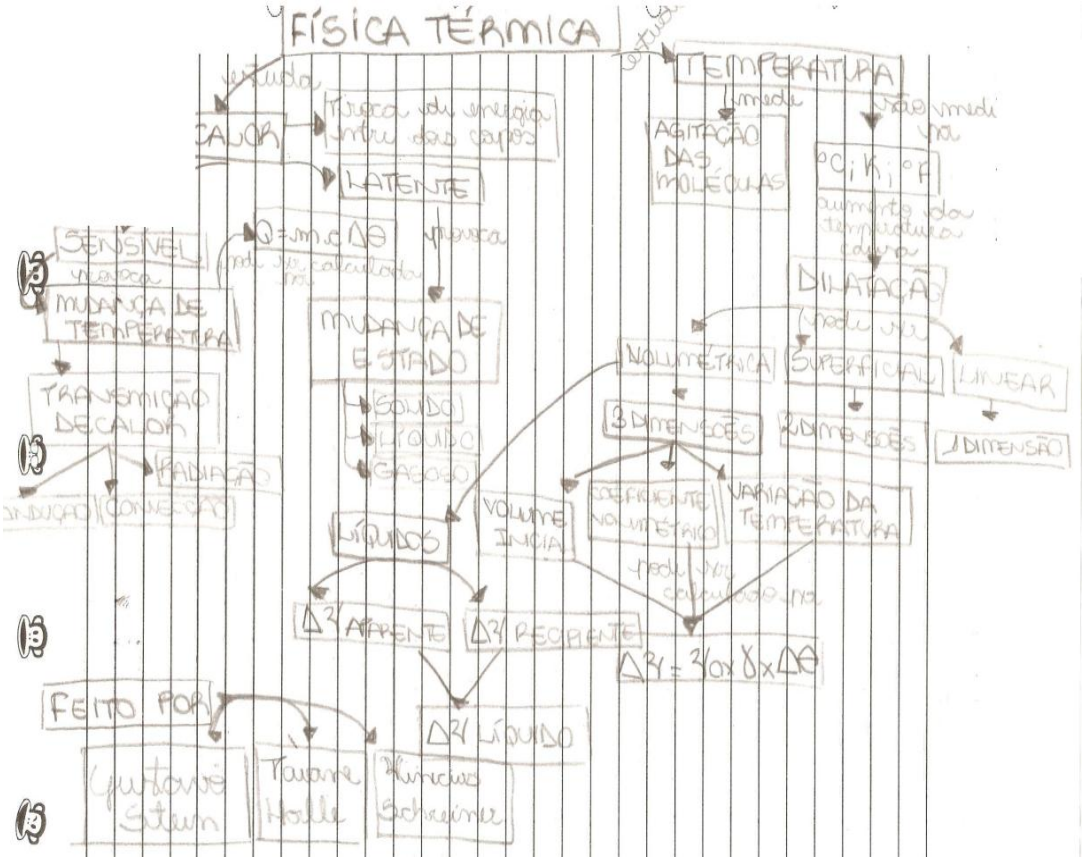

Figura 7. 7 – Mapa conceitual: Física Térmica 1.

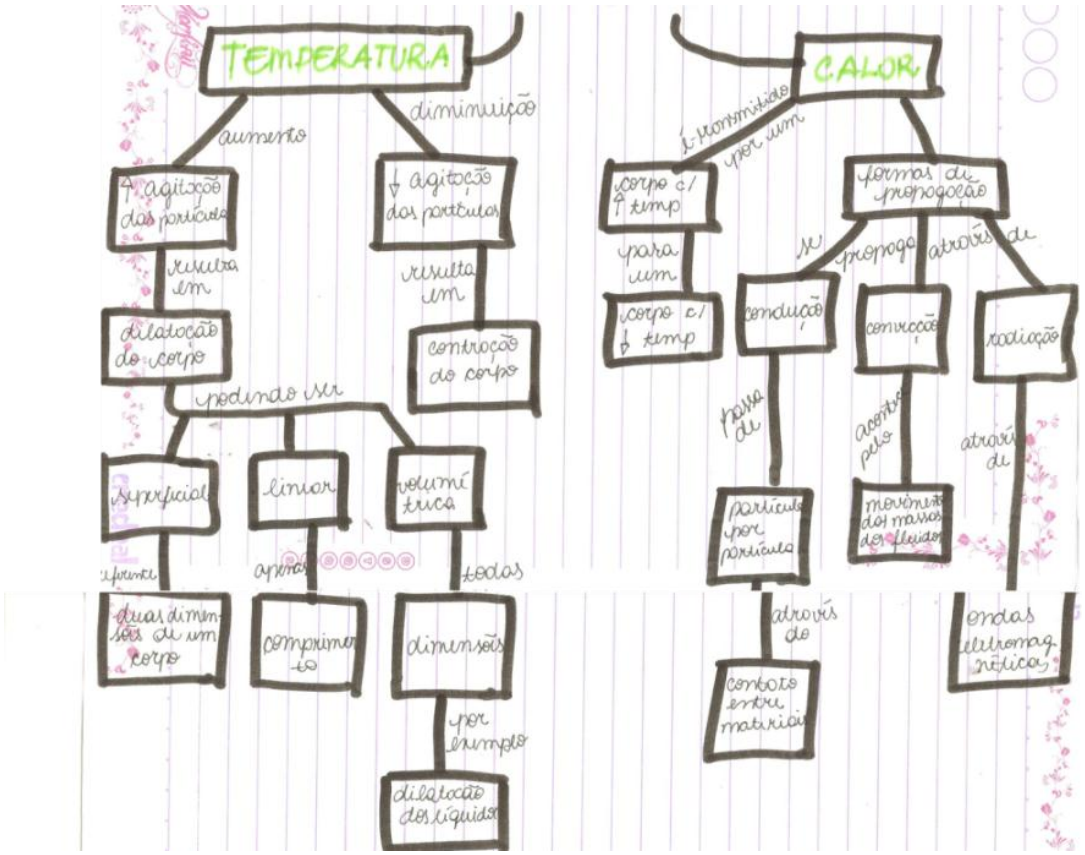

Figura 7. 8 – Mapa conceitual: Física Térmica 2.

Alguns conteúdos predominavam nos projetos de cada turma e, a partir disso, era definido um tema central da turma para a confecção do “Mapa Conceitual da turma”. Os alunos integraram os mapas conceituais dos grupos em um único mapa, que foi construído por eles no quadro branco conforme apresentamos nas Figuras 7.9 e 7.10. Nossa participação restringiu-se em mediar a atividade e instigar a participação dos alunos frente a alguns questionamentos.

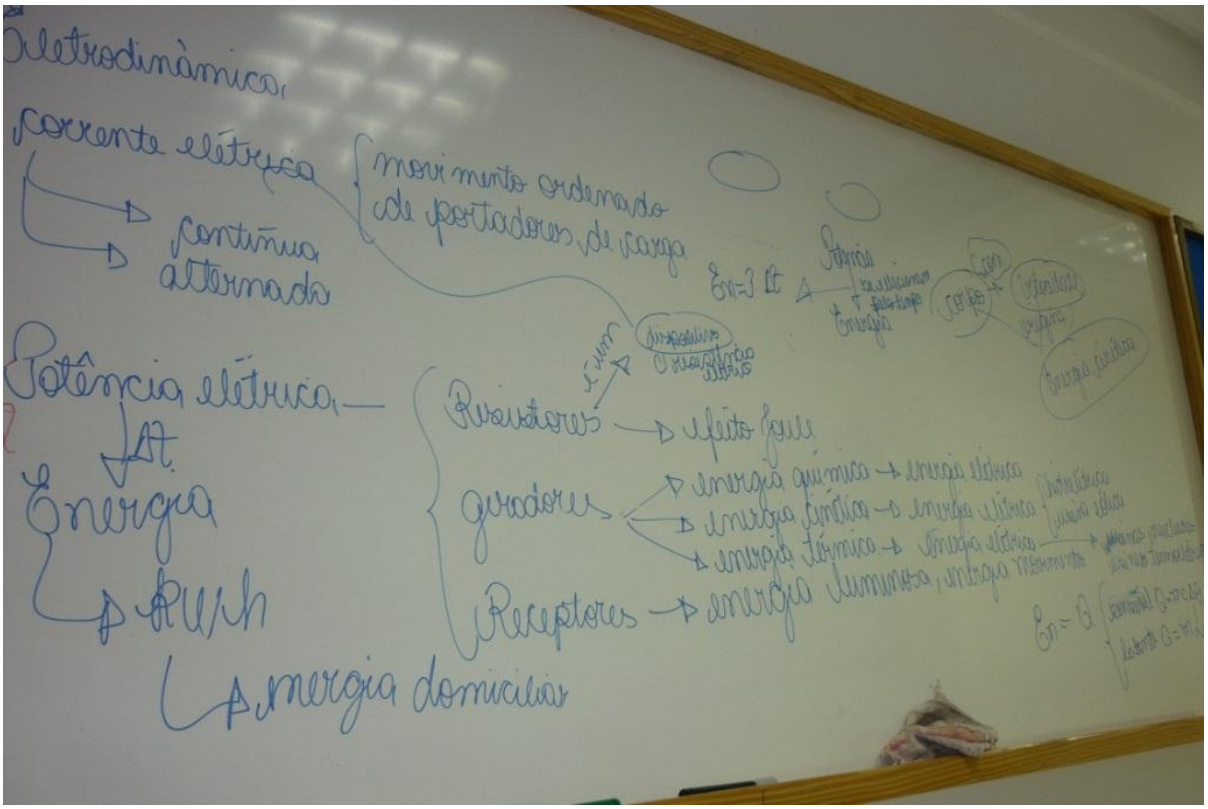

Figura 7. 9 - Mapa conceitual montado pelos alunos do 3º ano.

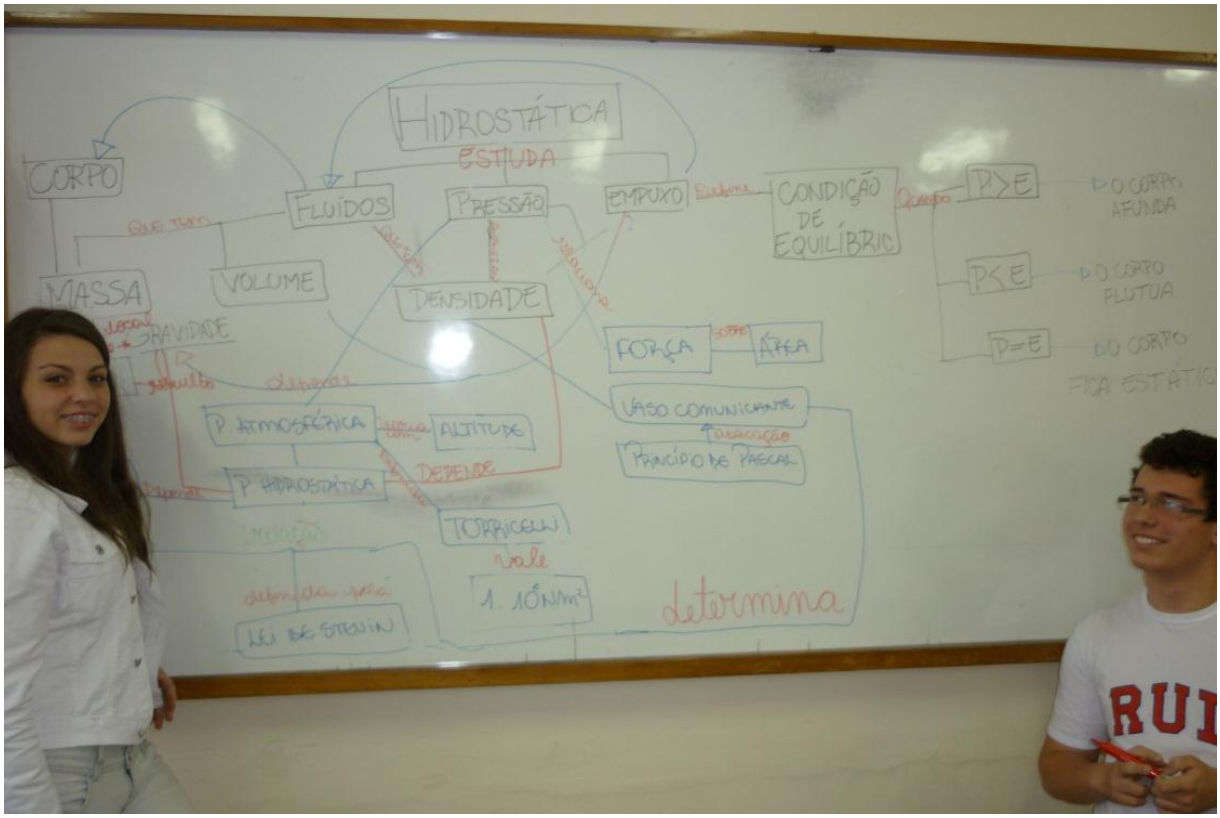

Figura 7. 10 - Mapa conceitual montado pelos alunos do 2º ano.

A avaliação da aprendizagem, refletindo a proposta da escola expressa no Projeto Político Pedagógico, perpassa os instrumentos teóricos: provas, trabalhos e relatórios de aulas prática e os aspectos formativos. Tendo em vista que a proposta foi paralela ao desenvolvimento dos conteúdos, os alunos foram avaliados na forma clássica e também nos aspectos da proposta. As avaliações dos relatos do processo, da apresentação oral e do relatório, bem como a construção dos mapas conceituais, foram validadas num percentual de 25 a 30% da nota do 2º trimestre letivo.

Durante todo o 3º trimestre os alunos utilizaram os mapas conceituais como esquemas de estudo e também passaram a fazer parte do espaço da sala de aula. Em vários momentos foram utilizados para diálogo com as turmas e acompanhamento dos rumos do processo de aprendizagem. Apesar dos mapas conceituais representarem uma avaliação subjetiva continuada, isso se refletiu na avaliação objetiva, já que a esquematização permitiu uma organização dos conceitos e uma assimilação no sistema cognitivo dos alunos. Isso se verifica a partir de algumas falas, conforme destacamos: *"Fazer esse mapa serve para fazer um resumo do conteúdo", "Fica bem mais fácil de gravar as fórmulas assim e também de saber quando eu posso usá-las".*

O mapa conceitual de turma que fora montado no quadro branco e após fotografado foi reproduzido em um painel que ficou disponível em sala de aula até o final do ano letivo, inclusive durante as avaliações objetivas.

No terceiro trimestre os alunos montaram e editaram um vídeo com a apresentação de cada projeto experimental. Em sala de aula foram assistidos os vídeos feitos pelas outras turmas. Essa atividade proporcionou uma importante troca de informações e experiências. Como os alunos do 1º ano poderiam escolher qualquer tema da Física, foram identificados projetos semelhantes, o que permitiu uma comparação muito positiva. Em momentos fora de sala de aula observamos e tivemos o relato de várias trocas de informação e orientações sobre os materiais e as metodologias utilizadas para o mesmo projeto experimental, o que enriqueceu e expandiu ainda mais as interações.

Durante a 2ª Edição do Experimentando Física, os alunos expuseram seus trabalhos em *stands* utilizando cartazes para explicar o funcionamento e os fenômenos envolvidos. A atividade teve a visitação de todas as modalidades de ensino da escola, da comunidade escolar e de alunos de outras escolas de ensino médio da cidade. Nesse dia os alunos foram avaliados pelos professores do Ensino Fundamental e do Ensino Médio da escola de acordo com uma ficha de avaliação que contemplava aspectos como criatividade, conhecimento a respeito da montagem e funcionamento do experimento, relação do funcionamento com os fenômenos físicos e a clareza e domínio do conteúdo durante as explicações. Essa avaliação, constante do Apêndice C, permitiu dividir, entre os professores de níveis e áreas distintas, a responsabilidade do processo de avaliação. Essa dinâmica proporcionou aos alunos comentários em sala de aula, oriundos dos professores de outros componentes curriculares, a respeito de temas afins, de modo que o projeto deixou de ser apenas específico de Física, tornando-se interdisciplinar.

Durante a Mostra, alguns relatores de turma apresentaram os mapas conceituais de turma (Figura 7.11) para todos os presentes.

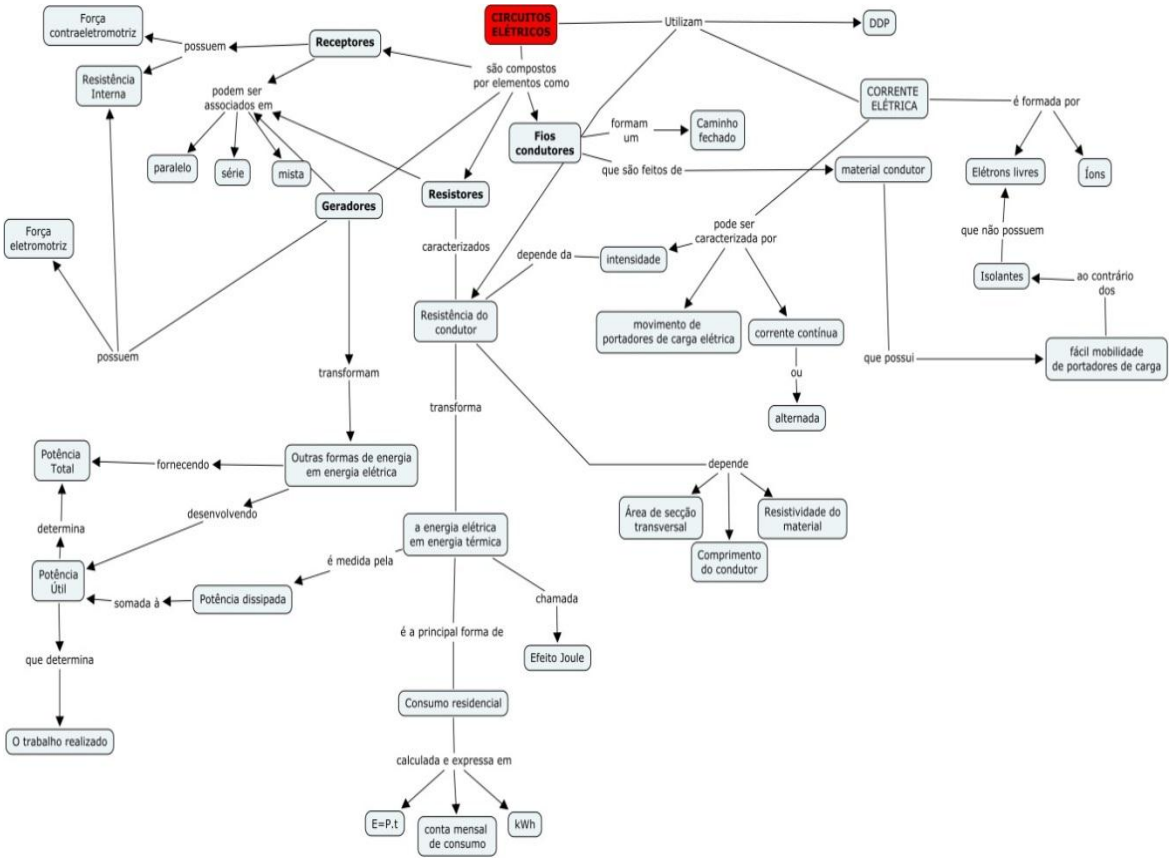

Figura 7. 11 - Mapa conceitual apresentado por relator de turma.

A montagem do vídeo, a participação na Mostra de Física e a avaliação feita pelos outros professores, constituíram 20% da nota do 3º trimestre letivo.

Os aspectos subjetivos da avaliação permitem dar um retorno ao professor e ao aluno, durante o processo. Esse diagnóstico se reflete na correção do rumo do processo de ensino e aprendizagem.

Em relação ao aproveitamento anual dos alunos, pode-se observar que muitos alunos demonstraram maior empenho e obtiveram melhor aproveitamento nas atividades ligadas ao projeto do que nas avaliações objetivas, o que proporcionou uma diminuição considerável no número de reprovações. Isso evidencia uma dificuldade da avaliação objetiva em analisar o aluno em aspectos gerais, já que muitos apresentam dificuldades de interpretação de leitura e no uso da ferramenta matemática, mas têm capacidade plena na interpretação dos fenômenos a partir de elementos práticos e conseguem com propriedade relacioná-los com o cotidiano. Apesar de ainda estar sendo exigida dos alunos, em avaliações externas e vestibulares, a resolução de problemas priorizando o uso de fórmulas e conceitos pré-determinados, de acordo com as diretrizes que orientam a educação básica, no ensino da Física deve-se priorizar o desenvolvimento de competências e habilidades.

7.2 Avaliação da proposta pelos alunos

Os desafios da educação que se apresentam diariamente requerem uma atitude proativa por parte dos alunos e professores. Ao professor cabe a tarefa de tornar o ensino agradável e interessante ao aluno, tarefa dificílima já que, de modo geral, os alunos rejeitam o que "dá trabalho", aquilo que exige estudo, dedicação e principalmente uma postura investigativa.

O fator de motivação inicial, em vários casos, foi quase que exclusivamente pela nota. Ao propor cada atividade, perguntas como: *"Professora, quanto vale?"* eram muito frequentes. Com o desenvolvimento do projeto experimental, principalmente pela necessidade de estruturá-lo e entender seu funcionamento, os alunos passaram a estudar os fenômenos e questionar os procedimentos e conteúdos. Em alguns era visível a frustração quando o equipamento não funcionava como o esperado, já outros trabalhavam e estudavam com mais afinco na obtenção dessa meta. Essa constatação pode ser observada por alguns depoimentos:

"Foi bastante difícil encontrar os materiais."

"A montagem exigiu muita pesquisa sobre o assunto".

"[...] esse projeto proporcionou aprendizado e muita dedicação (mesmo a ponto de desistir), no final foi tudo muito interessante."

Alguns grupos que não conseguiram, num primeiro momento, o funcionamento do experimento, solicitaram escolher outro projeto experimental. Oferecemos resistência às trocas orientando e incentivando os alunos. Nesse momento, os projetos passaram a ser objeto de uma nova pesquisa: *"Por que não funcionou?"*.

Isso motivou os alunos a estudarem de forma mais aprofundada os conteúdos que explicavam o fenômeno desejado. Os alunos necessitaram pesquisar mais sobre o funcionamento, experimentar novamente, montar, remontar, buscar auxílio em casa com os pais.

"[...] foi bom a profe ter teimado com a gente e não ter deixado trocar a experiência porque a gente estudou pra caramba e no final tudo deu certo."

Depoimentos como esses mostram a validade do processo em sua totalidade, pela investigação e estudo que proporciona, não tendo como foco principal o funcionamento perfeito do experimento.

Segundo o relato dos alunos soubemos que alguns solicitaram ajuda a estudantes de engenharia, por exemplo. Em alguns casos em que mesmo após várias tentativas o

experimento não apresentava o funcionamento esperado, a troca do experimento foi autorizada, desde que contemplasse o mesmo princípio de funcionamento.

Quando o equipamento funcionava conforme a previsão, muitos demonstraram satisfação e interesse em ampliá-lo ou associá-lo a algum experimento de maior proporção.

Tranquilizamos os alunos, desde o primeiro momento, que uma boa avaliação não estava condicionada ao funcionamento do experimento e sim ao processo em todos os seus aspectos.

Ao final de todas as etapas da pesquisa e transcorrida a Mostra dos experimentos sugerimos aos alunos uma avaliação da proposta em sua totalidade. Os aspectos a serem avaliados, conforme apresentados na ficha de avaliação no Apêndice D dessa dissertação, eram as dificuldades do processo, a avaliação do trabalho em grupo, particularidades a respeito do projeto escolhido, a participação e envolvimento de todos os integrantes no grupo em todo o processo. Os alunos avaliaram também a utilidade das metodologias propostas, ressaltando se os resultados foram positivos ou não e apresentando sugestões de melhoria. Seguem alguns depoimentos dos alunos:

"A montagem dos mapas conceituais foi útil, pois, tínhamos o conteúdo resumido todo na nossa frente, podendo visualizar melhor."

"Durante as apresentações dos mapas conceituais das outras turmas, tivemos noção do que aprenderemos nos próximos anos."

"[...] aprendi coisas novas com os trabalhos dos outros."

"[...] a feira incentivou muito os alunos a terem mais interesse sobre a matéria."

"As experiências fizeram a física parecer mais fácil."

A avaliação não tinha como proposta uma auto-avaliação por parte dos alunos, mas observamos que muitos o fizeram analisando sua participação nas etapas do projeto. Inclusive avaliaram os integrante do grupo, criticando ou ressaltando a participação, conforme verificamos em seus depoimentos:

"Durante a montagem, tanto do trabalho prático quanto do escrito, trabalhamos em equipe, todas juntas (mas como em qualquer trabalho em grupo, umas acabam trabalhando mais do que as outras em determinadas partes)".

"O grupo colaborou do início ao fim e não tivemos nenhuma intriga".

"A apresentação em aula deixou a desejar, pois teve uma pessoa que se metia no que os outros estavam falando, por isso ele ganhou mais nota, mas não era a vez dele falar."

"Na hora da feira, houve o mesmo problema da montagem, duas trabalharam o tempo todo (sem nem poder ir ver os outros trabalhos) e a outra não."

"[...] nesse meio tempo tivemos algumas discussões, mas tudo foi resolvido."

Entre vários aspectos que objetivaram essa pesquisa, a interação entre os pares em todos os momentos foi muito valorizada. Durante as apresentações em sala de aula observamos que um colega mostrava generosidade com o outro, introduzindo um assunto para que o outro pudesse dar continuidade e inclusive incentivando a falar sobre algo mais.

Durante a construção dos mapas conceituais, as trocas de informação foram ainda mais ricas. Observamos a interação entre os integrantes do grupo inicial do projeto, bem como a interação entre os grupos, quando um tentava corrigir o mapa do outro, ou ressaltava que o seu experimento tinha como base de funcionamento tal conteúdo. A dinâmica de trabalho em grupo foi muito agradável em todas as turmas.

Somente um aluno de todo o ensino médio não avaliou positivamente o projeto. Em seu depoimento disse *"preferia ter tido aula e não ficar perdendo tempo ouvindo os outros falarem [...] e também não gostei de ficar naquela feira"*.

A reflexão sobre o próprio desempenho é um meio eficiente para o aluno aprender a identificar e corrigir seus erros. Nesse caminho, o papel do professor é essencialmente diagnóstico e instrutivo, no intuito de nortear e focar o trabalho e as metodologias utilizadas.

Alguns depoimentos, validam a ideia da proposta e motivam ainda mais a busca por novas metodologias e inovações.

"Na feira nosso trabalho foi muito "popular", [...]"

"[...] o projeto ajuda na parte de falar em público."

"Nunca gostei de física, mas com o trabalho pude mudar minha opinião."

"Agora eu explico para os meus pais como as coisas funcionam."

"[...] no final fiquei me "achando" com o nosso trabalho."

"Foi o trabalho mais divertido que eu já fiz."

Este instrumento, assinalando as atividades realizadas, fundamentados nas etapas do trabalho externo e em sala de aula, evidenciou, ao aluno e ao professor, o estágio do processo de construção de cada aluno, ou de um coletivo de alunos. Os projetos demarcaram um ponto de partida, e algumas das possibilidades de chegada de alunos individualmente ou entre os pares.

7.3 Impressões gerais

Apesar de algumas etapas não terem sido realizadas em sala de aula, acompanhávamos diariamente o desenvolvimento dos trabalhos. Alguns momentos em aula eram oportunizados para que os alunos pudessem trazer informações a respeito do andamento e dificuldades encontradas durante o trabalho. Esses relatos permitiam que outros grupos tomassem conhecimento dos projetos que estavam sendo desenvolvidos na turma, e trocassem sugestões de como o projeto poderia ficar melhor, que material utilizar para conseguir determinado efeito, entre outras.

Inicialmente os alunos trouxeram para as aulas diversas dúvidas a respeito da definição dos projetos, preocupados se o experimento daria certo, se conseguiriam montar o experimento ou se o experimento era muito simples prejudicando assim a "nota" do grupo. Outras dificuldades foram identificar e adquirir os materiais, conforme as falas:

"Professora, onde eu compro fio de cobre esmaltado?"

"Ebulidor de imersão se compra em farmácia?"

"Como posso cortar o gargalo de uma garrafa?"

"Como faço pra utilizar o carregador de celular como uma fonte de alimentação?"

"O que significa ligar o experimento a uma ddp de 220 V?"

"O que é PVC?"

A etapa de montagem foi a responsável pela maioria dos questionamentos. Muitos alunos trouxeram os trabalhos solicitando nossa ajuda no horário do intervalo, no horário de almoço, entre outros. Muitos alunos enviaram e-mails "desesperados" solicitando se poderiam alterar a escolha do trabalho porque não haviam conseguido todos os materiais ou o experimento não funcionara. Quando a dificuldade era efetivamente constatada pela falta de aquisição dos materiais, permitíamos a troca mediante a escolha de outro experimento que utilizasse o mesmo ou parte do mesmo fenômeno físico da escolha inicial. Isso exigia do aluno uma pesquisa sobre o fenômeno para associá-lo a um novo experimento.

Apesar de haver uma evolução quanto ao interesse dos alunos durante as etapas, observamos inicialmente uma "preguiça de investigação". Muitos alunos restringiam-se a estudar o experimento de forma superficial. Ao contrário de alunos de séries iniciais, que querem saber o porquê de tudo, observamos, nos adolescentes do ensino médio, uma tendência a perder curiosidade natural e a capacidade criativa. Foi necessário estimulá-los o tempo todo, para aprofundarem os estudos e o entendimento a respeito do experimento.

Alguns grupos aprofundaram os estudos a respeito dos conteúdos em seus aspectos técnicos com uma intensidade que nos surpreendeu. Observamos que apresentavam o experimento com segurança e falavam da montagem, do funcionamento e das aplicações com extrema propriedade.

Um aspecto importantíssimo a ser ressaltado se refere ao distanciamento entre as habilidades requeridas pelas propostas e as observadas entre os alunos. O contexto social em que os alunos estão inseridos define grande parte dos instrumentos e habilidades que fazem parte do seu cotidiano. A proposta de atividades experimentais trouxe a muitos alunos um primeiro contato com ferramentas de trabalhos manuais. Alguns deles nunca haviam sequer trocado uma lâmpada em casa, outros não sabiam a diferença entre um alicate e uma chave, para outro uma chave "Philips" representava a marca da ferramenta.

Já em relação à etapa de montagem do vídeo, após apresentar os itens que deveriam estar presentes, observamos que os questionamentos eram poucos. Quando assistimos aos vídeos observamos a presença das tecnologias no dia a dia dos alunos e a segurança dos alunos ao utilizar essas ferramentas. Como a grande maioria dos alunos realizou a filmagem na escola, pudemos observar que não contaram com ajuda durante essa etapa.

Surpreendemo-nos positivamente com a qualidade dos vídeos apresentados, o que mostra a habilidade que os estudantes apresentam ao manusearem essas ferramentas tecnológicas.

Outro fator muito positivo foi a variedade de tópicos presentes em uma única aula durante as apresentações dos projetos. Apesar de termos compilado alguns projetos afins para as apresentações de uma mesma aula, observamos que na apresentação de experimentos de um mesmo conteúdo era contemplada uma variedade de outros tópicos. Íamos de uma apresentação envolvendo campo eletromagnético, passando por associação de capacitores, para transformações de energia cinética em potencial gravitacional em questão de minutos, durante a análise de um mesmo experimento. Pouquíssimos experimentos apresentavam um único conteúdo na explicação do seu funcionamento. Quando os outros conteúdos não eram mencionados pelos alunos apresentadores, algumas vezes apresentamos questionamentos que levavam à discussão de outros temas e outras vezes os outros colegas traziam esses questionamentos, provocando algumas intervenções muito positivas.

Consideramos que a proposta transcendeu seus objetivos. Enquanto um dos objetivos era o de integrar os pares, observamos a integração de todos os grupos entre si, as trocas de informação entre grupos de turmas e séries diferentes, a participação dos familiares durante os

processos e também sua visitação à Mostra de Física (Figuras 7.12 e 7.13). Esse fato deve-se principalmente ao envolvimento de todas as turmas do ensino médio.

Figura 7. 12 – Alunos expondo o projeto "Catapulta".

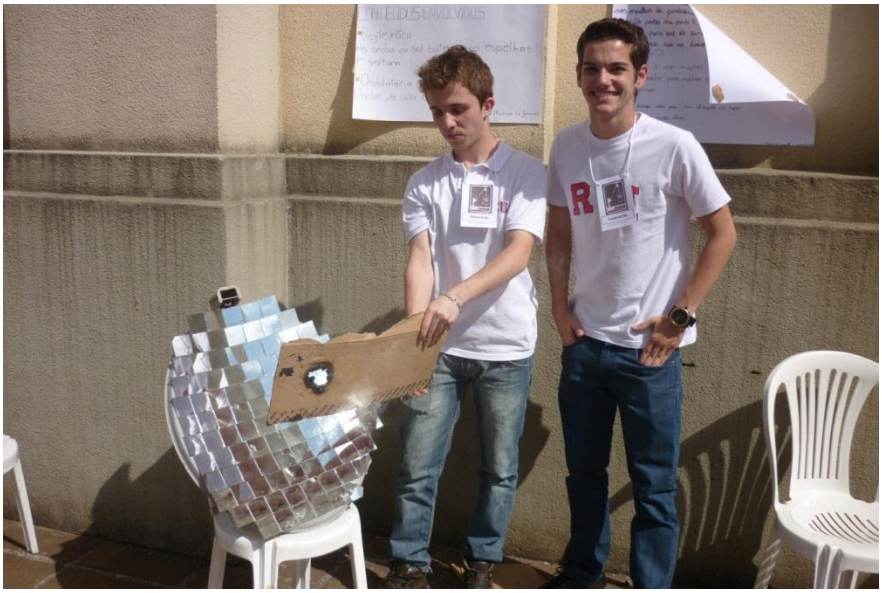

Figura 7. 13 – Alunos demonstrando o projeto "Raio solar da morte".

Alguns projetos tiveram sua eficiência verificada e testemunhada por um grupo curioso e interessado conforme visualizamos na Figura 7.14. Esses momentos nos fazem acreditar que esforços no sentido de tornar a física acessível e atrativa aos alunos trazem retornos positivos.

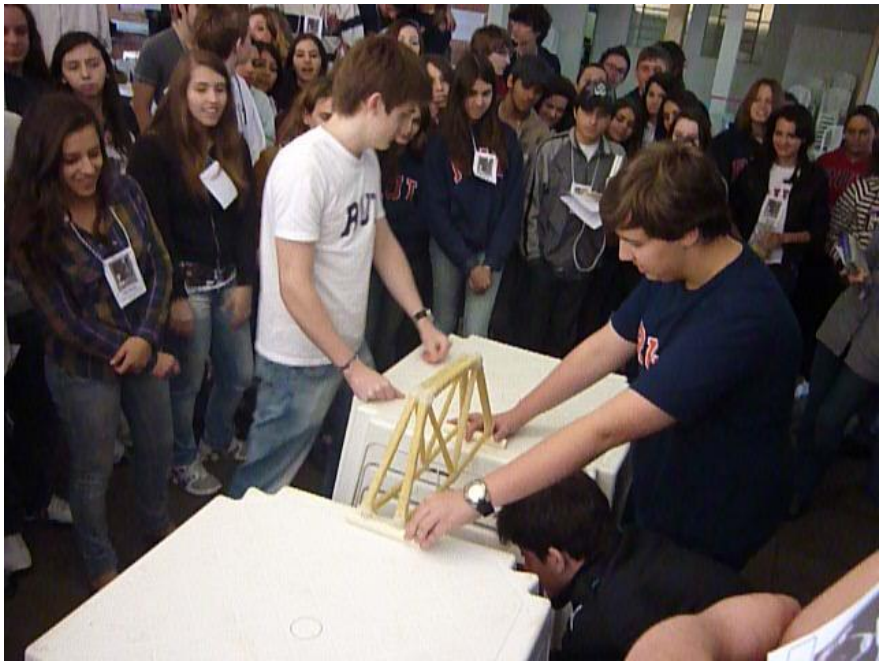

Figura 7. 14 – Alunos verificando a resistência mecânica da "ponte de espaguete".

Como a presença dos pais na escola é frequente, alguns nos relatavam as dificuldades e o empenho dos seus filhos na montagem dos experimentos. Outros ressaltavam as dificuldades que haviam encontrado e inclusive que a família toda se envolvera na atividade.

Apesar das dificuldades, dos relatos angustiados de alguns alunos quando o experimento não funcionava, verificamos que a aprendizagem mais significativa ocorreu nos casos em que os experimentos não funcionavam imediatamente. Quando funcionava de imediato, o objetivo (na concepção dos alunos) fora alcançado e o trabalho, a pesquisa estavam finalizados. Restava apenas aguardar o dia da apresentação.

Ao contrário, buscava-se resolver os problemas que justificassem o não funcionamento. Nesses casos ocorria o verdadeiro processo de pesquisa. A análise dos materiais utilizados, a montagem, remontagem, os estudos sobre o fenômeno de funcionamento, todos esses aspectos eram aprofundados. Em alguns casos o experimento não funcionava conforme estava previsto e os alunos foram orientados e estimulados a explorarem e apresentarem aos colegas o processo de pesquisa que fora realizado. O produto final é a aprendizagem em todos os aspectos do processo e não apenas o resultado e o funcionamento do experimento proposto.

CAPÍTULO 8: CONSIDERAÇÕES FINAIS

A discussão sobre as competências e os conhecimentos a serem promovidos não pode ocorrer dissociada da discussão sobre as estratégias de ensino e aprendizagem utilizadas em sala de aula, na medida em que são essas mesmas estratégias que expressam de forma bem mais concreta o que se deseja promover.

No atual sistema educacional os métodos de ensino privilegiam a transmissão de conhecimentos dada ao aluno pela habilidade de memorizá-los e reproduzí-los, sem evidenciar um verdadeiro entendimento. Dessa forma o ensino de Física realiza-se, normalmente, mediante a apresentação desarticulada e descontextualizada de conceitos, leis e fórmulas, desvinculados da realidade e desprovidos de significado.

Dar significado ao que se ensina ao aluno é um dos maiores desafios. Trata-se de um desafio pelo fato de muitas vezes a Física não apresentar-se atraente ao aluno, pelas metodologias que priorizam a teoria e a abstração e insistem na solução de exercícios repetitivos, pretendendo que o aprendizado aconteça pela automatização e memorização, e não pela construção do conhecimento.

Para tanto, é necessário que o aluno tenha predisposição para aprender. Nessa abordagem, apresentam-se diversos emaranhados que podem interferir nessa necessidade: problema cognitivo, de disciplina, de relacionamento, falta de estrutura educacional, deficiência em relação a fundamentos básicos de séries anteriores, entre outros. Esses itens não foram explorados nesse trabalho, mas convém apresentá-los a fim de salientar a complexidade da prática docente.

> [...] para enfatizar os objetivos formativos e promover competências, é imprescindível que os conhecimentos se apresentem como desafios cuja solução, por parte dos alunos, envolve mobilização de recursos cognitivos, investimento pessoal e perseverança para uma tomada de decisão. (KAWAMURA; HOSOUME, 2003)

Fazer opções por determinadas formas de ação ou encaminhamentos das atividades não é tarefa simples, já que existe o reconhecimento do contexto escolar específico, suas características e prioridades.

Acredita-se que a aplicação desta proposta metodológica se deu de forma plenamente satisfatória. Durante todo o período destinado à aplicação desta proposta, constatou-se que houve participação ativa de todos os alunos de todas as turmas envolvidas, tanto durante as etapas de elaboração do projeto experimental, pesquisa e estudo dos fenômenos, quanto na

construção dos mapas conceituais e subsequentes discussões nos grupos e na turma como um todo. Julga-se, também, que tenha havido um aumento no interesse dos alunos pelo estudo da Física e um crescimento significativo nas mudanças conceituais demonstrados na análise dos resultados da avaliação dos alunos (Capítulo 7), realizada com o uso de diferentes instrumentos. Supõe-se que tanto o material instrucional, quanto os instrumentos de avaliação e os resultados obtidos contribuam para a convicção da validade desta proposta metodológica.

Outro aspecto, que destaca a eficácia do trabalho desenvolvido, foi verificado pelas mudanças ocorridas nas relações estabelecidas entre os alunos (discentes) e entre professor e aluno (di-docente). Procurou-se passar de uma realidade em que o professor atuava como um transmissor de conhecimento que ensinava e os alunos passivos aprendiam, para uma relação de troca, isto é, o professor atuando como mediador, orientando os alunos, enquanto estes, sujeitos do saber, pesquisavam, realizavam os experimentos, construíam os mapas conceituais, debatiam e formulavam conclusões. Também foram relevantes as discussões que eram geradas em determinadas situações no transcorrer do desenvolvimento das atividades, devido à divergência de opiniões de cada um.

Constatou-se, também que, apesar da proposta ter sido direcionada ao componente curricular de Física, ela se apresenta como uma metodologia que pode instrumentalizar professores das diversas áreas do conhecimento. Independente do componente curricular e apesar da necessidade de atender ao tempo e ao currículo escolar é possível desenvolver um trabalho diferenciado, onde o aluno e o professor estejam comprometidos com o ensino e com a aprendizagem.

Quando a proposta foi apresentada para as turmas, observamos diversas reações dos alunos. Alguns ficaram um pouco entusiasmados, outros se preocuparam em saber em quanto seria avaliada a atividade. À medida que as etapas da proposta iam sendo realizadas pelos alunos, puderam-se perceber progressos, no sentido de entendimento dos fenômenos que justificavam os experimentos e também em relação à contextualização dos temas estudados. Inicialmente, havia muitas dúvidas, eram feitos muitos questionamentos à professora, que era solicitada com frequência e, simultaneamente, por quase todos os grupos.

A importância dessa metodologia de ensino, bem como sua validade, também foi constatada pela motivação e a seriedade com que os alunos desenvolviam cada atividade. A Mostra dos projetos experimentais foi a etapa que causou maior entusiasmo e dedicação por parte dos alunos. Isso se justifica por alguns fatores:

- Além do próprio experimento, os alunos conheciam os experimentos dos outros grupos e tentavam equiparar-se aos melhores;

- Durante as etapas das apresentações o projeto foi avaliado pela professora e recebeu sugestões dos colegas, o que instigava mudanças e aperfeiçoamentos;
- Na Mostra, os experimentos seriam avaliados por vários professores e também seriam contemplados por outros alunos alheios ao grupo da turma e inclusive de outras escolas.

Neste trabalho adaptou-se o mapa conceitual adequando-o ao currículo das turmas nas quais foi aplicado. Para cada contexto escolar, faz-se necessária uma nova reflexão sobre essa ferramenta. Após essa experiência de ensino, pode-se afirmar, com convicção, que é possível realizar um trabalho com objetivos similares aos dessa proposta até mais cedo, em séries anteriores do ensino fundamental. É importante que se tenha sempre o cuidado de não realizar os experimentos como uma mera tarefa avaliativa. Associar os conceitos teóricos do currículo aos fenômenos presentes nos projetos é, sem dúvida, o fator de maior relevância para a apropriação do conhecimento. É necessário propor atividades de reconciliação para o aluno perceber que o conhecimento é construído por cada um.

Segundo Moreira (2011), se o objetivo é a aprendizagem por parte dos estudantes, então é essencial que se explore o seu conhecimento prévio com projetos adequados às suas condições de trabalho, de conhecimento e estudo. Dentro de uma perspectiva Ausubeliana, isso implica em realizar a diferenciação progressiva até os subsunçores, definir os projetos de estudo e pesquisa que explorem novos conceitos que irão se ancorar aos já existentes. Nesse sentido, a interligação entre o projeto experimental e o fenômeno científico presente só será reconhecida pelos estudantes se a reconciliação integrativa for realizada no final de cada projeto ou à medida que novos conceitos sejam aprendidos.

A utilização dos mapas conceituais não garante a aprendizagem e o reconhecimento das relações entre os conceitos, entretanto é importante que se proceda a discussão e comparação dos mapas produzidos. Os mapas conceituais requerem uma leitura por parte do autor que direciona os conceitos de acordo com o entendimento que possui do tema. Por isso, com a intenção de efetivar a reconciliação integrativa, em um determinado momento todos os grupos apresentavam os mapas conceituais desenvolvidos e no final do ano uma apresentação de todos os trabalhos concluídos foi feita para a comunidade onde a escola se insere.

Analisamos o significado dos mapas conceituais com a convicção de que são uma representação gráfica de um processo integral que facilita a unificação, diversificação e integração de conceitos ou pensamentos para analisá-los e sintetizá-los em uma estrutura crescente e organizada, elaborada com imagens, cores, palavras e símbolos. Segundo vários autores, já citados nesta dissertação, os mapas mentais ou conceituais contribuem para

potencializar a capacidade de aprender a pensar e a estudar, tendo, portanto, como objetivo principal a aprendizagem.

De uma perspectiva cognitivista, pode-se definir a aprendizagem como um processo de aquisição, reestruturação e mudança das estruturas do conhecimento, no qual a percepção, a atenção e a memória, a partir da interpretação dinâmica dos fenômenos, desempenham um papel importante. Segundo Buzan (*apud* ONTORIA *et al.*, 2004), a percepção facilita a adaptação ao contexto, e, portanto, ajuda a selecionar e interpretar os significados dos estímulos sensoriais. É, pois, um processo de absorção de informação, cuja seleção é influenciada pelas ideias, motivações e interesses prévios. A atenção constitui a orientação seletiva em direção aos estímulos sensoriais. A atividade focaliza-se e concentra-se em determinados elementos de estimulação. Finalmente, a memória representa o processo de reter e lembrar os conhecimentos adquiridos e relaciona-se ao processo de compreensão.

Considerando-se essas ideias, é possível explicitar as seguintes conclusões em relação ao processo ensino-aprendizagem:

- A percepção, a atenção e a memória são unidades vitais para o processo de informação.
- O processamento da informação vê-se condicionado pelas necessidades e motivações dos aprendizes, em razão de seu caráter ativo.
- Os fatores socioculturais facilitam ou retardam o desenvolvimento cognitivo dos alunos.
- É conveniente vincular os conteúdos à vida real para que a aprendizagem se converta em uma experiência significativa.
- O envolvimento dos alunos no processo de aprendizagem faz com que este se transforme em um processo de metacognição, no qual se dá a conscientização de que a aprendizagem é uma experiência do Eu ou da pessoa total.

Nessa linha está situada a proposta do construtivismo piagetiano, o sociocognitivismo de Vygotsky e a aprendizagem significativa de Ausubel, que implicam uma relação da nova informação com conhecimentos organizados que o aluno possui, promovendo uma aprendizagem que potencializa o pensamento criativo e, portanto, estabelece uma combinação de ideias ou conceitos para gerar outras novas. O processo de informação tem a função de incorporar novos elementos que reforcem os existentes ou de contribuir para uma nova elaboração do conhecimento.

Retomando o problema apresentado na introdução desse trabalho: “Como orientar o trabalho em grupos, para que as interações do indivíduo com o meio social em que está

inserido possa impulsionar a predisposição do aluno em aprender, tornando o ensino interessante e significativo ao aluno, sendo aplicável às situações do dia a dia, de modo que se aproprie do conhecimento?" podemos destacar que os trabalhos que envolvem situações do cotidiano tendem a favorecer o aprendizado de conceitos novos na medida em que enfocam uma realidade vivida pelos estudantes e que são normalmente caracterizadas por situações nas quais os estudantes criam suas próprias concepções acerca de diversos fenômenos. Desse modo, acredita-se que atividades relacionadas com aspectos do cotidiano apresentam uma significativa importância, uma vez que os conceitos relacionados com os fenômenos abordados podem ser analisados segundo as conceituações científicas, permitindo aos alunos analisar e comparar a adequação e limitação das diferentes interpretações, contribuindo-se assim para que possam alcançar a desejada reestruturação conceitual.

De um modo geral, independente da linha ou modalidade adotada, constata-se que todos os autores, citados nesta dissertação, são unânimes em defender o uso de atividades experimentais, podendo-se destacar dois aspectos fundamentais pelos quais eles acreditam na eficiência desta estratégia:

a) Capacidade de estimular a participação ativa dos estudantes, despertando sua curiosidade e interesse, favorecendo um efetivo envolvimento com sua aprendizagem.

b) Tendência em propiciar a construção de um ambiente motivador, agradável, estimulante e rico em situações novas e desafiadoras que, quando bem empregadas, aumentam a probabilidade de que sejam elaborados conhecimentos e sejam desenvolvidas habilidades, atitudes e competências relacionadas ao fazer e entender a Ciência.

A produção de "objetos de aprendizagem" abre muitas perspectivas para o ensino da Física, em diversos níveis de aprendizagem. Relacionando essas perspectivas de aprendizagem com teorias de estudiosos em educação e psicologia educacional observa-se uma forte tendência para essas metodologias. Vygotsky (2007) condiciona a aprendizagem de um novo conceito à existência de uma estrutura cognitiva contida na zona de desenvolvimento imediato da pessoa. Embora o conteúdo apresentado esteja dentro desses limites, a aprendizagem desse conteúdo precisa de tempo para que o cérebro construa as estruturas mentais capazes de processar o novo conceito. Esse conceito deve ser apresentado, discutido e trabalhado de forma reiterada e numa interação social em que o professor ou o colega é o parceiro mais capaz. A discussão deve ser assimétrica, ou seja, o professor como mediador.

É nessa interação com a utilização de uma metodologia de projetos experimentais possibilitando a descoberta do conhecimento por parte do aluno, que a aprendizagem se torna eficaz.

Para Ausubel (*apud* Moreira, 2011) a formação de conceitos se dá pela regularidade de encontros com o objeto, através de processos como abstração, indução e descoberta, ainda que de forma elementar. A outra forma, a assimilação, ocorre em crianças em idade escolar, adolescentes e adultos, podendo ocorrer quando os novos conceitos são subordinados aos conceitos já existentes, quando os conceitos já existentes ficam subordinados aos novos conceitos e por combinação, quando nem os conceitos preexistentes são subordinados aos novos e nem os novos são subordinados aos preexistentes, ou seja, a ideia nova e a ideia já estabelecida não estão relacionadas hierarquicamente.

Para Novak (1984), uma teoria de educação deve considerar que seres humanos pensam, sentem e agem e deve ajudar a explicar como podem melhorar as maneiras através das quais as pessoas fazem isso. Qualquer evento educativo é, de acordo com Novak, uma ação para trocar significados (pensar) e sentimentos entre aprendiz e professor. Um episódio de ensino-aprendizagem se caracteriza pelo compartilhar significados entre aluno e professor, a respeito de conhecimentos veiculados por materiais educativos do currículo. Usando materiais educativos do currículo, aluno e professor buscam congruência de significados.

Considerando a preocupação com o perfil do professor no contexto atual da sociedade da informação, em contínua e rápida transformação, e a necessidade de uma educação que possibilite o desenvolvimento harmônico das pessoas e da cultura, a formação de professores "não se constrói por acumulação (de cursos, de conhecimento ou de técnicas), mas sim através de um trabalho de reflexividade crítica sobre as práticas e de (re)construção permanente de uma identidade pessoal" (NÓVOA, 1996). A elaboração de materiais que integrem atividade experimental, metodologia de projetos e uso de mapas conceituais, como apresentamos em nossa proposta é uma estratégia que possibilita a reflexão e a construção de saberes a partir de necessidades concretas e da vivência dos alunos, afastando-se dos estudos teóricos elaborados desvinculados da construção da identidade do professor no novo contexto globalizado.

Alguns aspectos são relevantes para que esta metodologia resulte em aprendizagem significativa. Primeiramente, o professor deve atuar como orientador. Para tanto, faz-se necessário que ele tenha domínio do conteúdo, bem como do uso das novas tecnologias e desenvoltura, também, ao propor a realização de experimentos no laboratório convencional. Apesar de o professor ter recebido a ficha de inscrição onde consta um resumo do projeto, o

quanto esse projeto poderá bifurcar em conteúdos, é um desafio para o professor. Ao mesmo tempo é uma atividade não limitada que permite ao grupo explorar muito além do que estava proposto inicialmente como objetivo do projeto.

Além disso, o conceito da disciplina em sala de aula deve ser entendido não mais como tradicionalmente se definia: carteiras enfileiradas, alunos sempre em silêncio ouvindo o professor, mas sim com os alunos movimentando-se em trabalhos de grupo, deslocando-se na sala, grupos interagindo entre si, portanto, com momentos de menos silêncio e mais atuação de todos.

Em praticamente todas as propostas apresentadas nesse material instrucional, o professor aparece como ente mediador indispensável à prática. O melhor produto educacional não resultará em resultados satisfatórios, se não for apresentado e mediado, de forma responsável e comprometida pelo professor. O professor mais do que um ente participativo do processo de ensinar e aprender possui uma parcela muito significativa de responsabilidade pelo sucesso da aprendizagem.

A partir dessa análise que evidencia a importância da nossa proposta, recomendamos que essas metodologias não se restrinjam a uma turma ou nível de ensino. Sugerimos que ela possa ser aplicada a qualquer modalidade de ensino, etapa e área do conhecimento pela possibilidade de explorar diversas habilidades e competências dos alunos, pela riqueza de interações que proporciona e por tornar o aluno sujeito responsável pela construção do seu próprio conhecimento.

Espera-se que todo o material instrucional desenvolvido neste trabalho, ou parte dele, possa ser utilizado por outros professores conforme seu contexto escolar e que a implementação dessas propostas possibilite que o professor, como ente crítico, possa avaliar a sua eficácia.

A proposta desta dissertação foi implementada no ano de 2011. No entanto, em 2010 algumas etapas da proposta já integravam nossa metodologia utilizada em sala de aula. Em 2012, novamente utilizamos essa metodologia com pequenas alterações sugeridas pelos alunos em suas avaliações do ano anterior. Nesse sentido, constatamos que ano após ano aprimoramos esse conjunto de metodologias adaptando-as às necessidades e particularidades da escola, das turmas e dos alunos. Apesar das alterações, a essência da proposta se mantém e tem apresentado resultados cada vez mais satisfatórios e gratificantes.

O educador é o maior responsável pelas necessárias mudanças no ensino e aprendizagem da Física, pois ele é o agente direto do processo educativo que ocorre na sala de aula, onde somente ele (o professor) é capaz de impor mudanças e inovar a educação.

Em meio a esse aglomerado de informações a respeito de processo de ensino e aprendizagem, pensamentos psicológicos, pesquisas relacionadas às mais diversas metodologias de trabalho, é unânime a importância do professor em todos esses processos.

A prática educativa é um processo que não está moldado. É necessário que o professor, através das experiências, possa aprimorar a melhor prática, os melhores procedimentos, as melhores metodologias de ensino, para alcançar êxito. E o êxito do professor é o sucesso do aluno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176-194, abr./jun. 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio - ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

CARAZINHO, Prefeitura Municipal. ***Site* oficial da Prefeitura Municipal de Carazinho.** Disponível em: <http://www.carazinho.rs.gov.br/web/index.php?menu=cidade&sub=estatisticas>. Acesso em: 16 nov. 2012.

CHROBACK, R. Uso de estratégias facilitadoras del aprendizaje significativo em los cursos de física introductoria. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 8, n. 1 p. 07-21, Argentina: maio 1995.

D'AMBRÓSIO, U. **Educação Matemática: da teoria à prática.** 11. ed. Campinas: Papirus, 1996. (Coleção Perspectiva em Educação Matemática)

ESPÍNDOLA, Karen. **A Pedagogia de projetos como estratégia de ensino para alunos da educação de jovens e adultos: em busca de uma aprendizagem significativa em Física.** Dissertação apresentada ao PMPEF da UFRGS. Porto Alegre: 2005. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ppgenfis/index.php> Acesso em: jul. 2012.

GASPAR, A. **Experiências de Ciências para o ensino fundamental.** São Paulo: Ática, 2005.

HERNÁNDEZ, F. **A organização do currículo por projetos de trabalho.** 5. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

HERNÁNDEZ, F. O tempo nos projetos de trabalho. **Pátio: revista pedagógica**, Porto Alegre, v. 8, n. 30, p. 12-15, maio/jul. 2004.

KAWAMURA, M. R. D.; HOSOUME, Y. A contribuição da Física para um novo Ensino Médio. **Revista Física na Escola**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 22-27, 2003.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem.** 2. ed. ampl., São Paulo: EPU, 2011.

_____. **Mapas conceituais e diagramas V.** Porto Alegre: do autor, 2006.

NOVAK, J. D. Estratégias metacognitivas para ajudar alunos a aprender a aprender. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 6, n. 1, p. 32-36, abril 1989.

_____. **Aprender, criar e utilizar o conhecimento. Mapas conceptuais como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas.** Tradução para o português do original *Learning, creating, and using knowledge. Concept maps as facilitating tools in schools and comporations.* Lisboa: Plátano Universitária, 2000.

NOVAK, J. D; GOWIN, D. B. **Aprendendo a aprender.** Lisboa: Plátano Técnicas, 1984.

NÓVOA, A. **História da educação: percursos de uma disciplina.** Análise Psicológica. Lisboa: n.4, 1996.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio histórico. Pensamento e ação no magistério.** 4. ed., São Paulo: Scipione, 2004.

ONTORIA, A.; LUQUE, A.; GÓMEZ, J. P. R.; **Aprender com mapas mentais: uma estratégia para pensar e estudar.** Tradução Silvia Mariângela Spada. São Paulo: Madras, 2004.

PESSOA, O. F.; GEVERTZ, R; SILVA, A.G. **Como ensinar ciências.** São Paulo: Nacional, 1970.

SARAIVA, R. A. Projetos de trabalho: uma das formas de re-significar o espaço da sala de aula. **Ciência e Letras**, n. 36, p. 171-186, Porto Alegre: jul./dez. 2004.

SILVA, J. B.; BRINATTI, A. M.; SILVA, S. R. **Utilização de mapas conceituais para planejamento de projetos interdisciplinares em ciências.** In: SANTOS, C. A.; QUADROS, A. F. (Org.) *Utopia em busca de Possibilidade: Abordagens interdisciplinares no ensino das ciências da natureza.* Foz do Iguaçu: UNILA, 2011.

SOLAZ, J. J.; SANJOSE, V.; VIDAL, ABARCA, E. Influência del conocimiento prévio y de la estructura conceptual de los estudiantes de BUP em la resolución de problemas. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 8, n. 2, p. 21-28, Argentina: out. 1995.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** Tradução José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche, do original *Mind in society: the development of higher psychological processes.* 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem.** Tradução Jefferson Luiz Camargo do original *Thought and language.* Revisão técnica José Cipolla Nelo. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

APÊNDICES

APÊNDICE A: FICHA DE PROJETOS EXPERIMENTAIS

FÍSICA – ENSINO MÉDIO
Professora: *Fabiane Beatriz Sestari*

FICHA DE PROJETOS EXPERIMENTAIS

1 IDENTIFICAÇÃO DOS INTEGRANTES

1.1 Nomes dos integrantes:
a) _____
b) _____
c) _____

1.2 Série: _____ Turma: _____

2 IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO EXPERIMENTAL

2.1 Título do projeto: _____

2.2 Resumo do projeto (fazer uma breve apresentação):
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

2.3 Conteúdos envolvidos:
_____
_____
_____

2.4 Necessidades para o dia da apresentação:

( ) Ligação hidráulica ( ) Ligação elétrica ( ) Gás

Outras:
_____
_____

2.5 Particularidades importantes:
_____
_____
_____
_____

APÊNDICE B: SÍNTESE DOS PROJETOS EXPERIMENTAIS

B.1 Turma 1º RDB

Figura B- 1: Acende ou não.

O projeto da Figura B- 1 tem como objetivo identificar quais e porque alguns materiais conduzem eletricidade e outros não. Para isso foi utilizado um circuito com uma lâmpada, fios de cobre e bateria. O material a ser estudado era utilizado para fechar o circuito. Foi observado que a família dos metais e algumas soluções iônicas presentes em frutas e legumes, são capazes de conduzir eletricidade pelo fato de terem elétrons ou íons livres. Outros materiais como madeira e borracha não conduzem eletricidade, são chamados isolantes.

Figura B- 2: Bexiga na garrafa.

O experimento da Figura B- 2 mostrou como encher uma bexiga dentro de uma garrafa utilizando para isso apenas a pressão atmosférica. Aquecendo uma garrafa com água quente, e colocando um balão dentro da garrafa, observamos que quando a garrafa começa a esfriar e consequentemente diminuindo a pressão interna, a pressão externa empurra a bexiga de cima para baixo, inflando-a dentro da garrafa até que se atinja o equilíbrio entre as pressões.

Figura B- 3: Pilha de limão/batata.

O experimento da Figura B- 3 consiste em gerar uma corrente elétrica através do uso de 4 limões ou 4 batatas, introduzindo um corpo de zinco (prego) e outro de cobre (moeda) em cada limão/batata. Ligando os limões com o uso de jacarés e fios de cobre de modo a fechar o circuito, observamos a presença de corrente elétrica que pode ser verificada através de um voltímetro. A corrente elétrica gerada é capaz de acender *Leds* de baixa voltagem.

Figura B- 4: Cone antigravidade.

Quando erguemos um objeto levantamos seu centro de gravidade. Esse é o princípio do cone duplo antigravitacional apresentado na Figura B- 4 que cria a ilusão de que anda contra a gravidade, ou seja, subindo a rampa. O ângulo da estrutura e o ângulo do cone é que criam essa ilusão, além de ajudá-lo a descer. Para realizar esse experimento é preciso de duas barras de ferro compridas, dois cones de bases unidas e duas bases, uma maior e outra menor para apoiar as barras.

Figura B- 5: Jogo do pêndulo.

O experimento consiste em mostrar um brinquedo que apresenta a aplicação da 3ª Lei de Newton: “toda ação tem uma reação de mesma intensidade e mesma direção, porém em sentido contrário”. Usando uma estrutura de madeira conforme visualizamos na Figura B- 5, com uma bola presa na parte superior por um fio, formando um pêndulo para derrubar um pino colocado no meio da estrutura. Como o pino não pode ser derrubado na ida do pêndulo, fisicamente é

impossível derrubar o pino na volta, devido ao princípio da ação e reação.

Figura B- 6: Ovo na garrafa.

A experiência da Figura B- 6 consiste em demonstrar que é possível introduzir em uma garrafa um ovo de diâmetro maior do que o seu gargalo. Colocando um algodão em chama dentro da garrafa, ocorre a combustão que consome o oxigênio interno. Ao colocar o ovo no gargalo, ocorre uma diminuição na pressão interna. Devido à diferença de pressão, a pressão atmosférica empurra o ovo para dentro da garrafa com o objetivo de igualar as pressões.

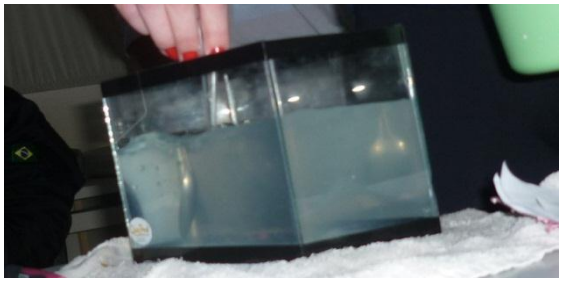

Figura B- 7: Por que o céu é azul?

A Figura B- 7 representa através de uma experiência utilizando água com maizena, onde incidirá um feixe luminoso. O feixe luminoso, ao atravessar essa mistura, sofrendo refração, ocorrerá o espalhamento da luz, podendo ser observada a presença da cor azul. Da mesma forma, quando a luz do sol atravessa a atmosfera, ocorre o espalhamento ficando visível o comprimento de onda da cor azul.

Figura B- 8: Gerador de Van de Graaff.

O experimento da Figura B- 8 simula o funcionamento do gerador Van de Graaff que utiliza os princípios da eletrostática. Através de um sistema de correias que giram presas a um motor,

ocorre o processo de eletrização por atrito. Essas cargas são levadas até a extremidade da latinha, armazenando-se externamente. Ao aproximarmos materiais neutros, como por exemplo o cabelo de uma boneca observamos que são atraídos e eletrizados por contato.

Figura B- 9: Física dos espelhos.

A experiência da Figura B- 9 consiste em apresentar os tipos de espelhos esféricos. Utilizando farinha e um laser, foi possível observar a reflexão que ocorre nos dois tipos de espelhos esféricos: côncavo e convexo. A farinha formava uma nuvem que permitia visualizar os ângulos de incidência e reflexão nos espelhos.

Figura B- 10: Gerador de energia eólica.

A Figura B- 10 demonstra um protótipo de usina eólica. Essa energia, considerada limpa, é gerada a partir da força dos ventos que giram a hélice de um aerogerador. A energia cinética do aerogerador transforma-se em energia elétrica pelo processo da indução eletromagnética. Para a demonstração, foi montada uma maquete utilizando *coolers* de computador (aerogerador), secador de cabelo (vento), fios condutores e *Leds* para verificar a presença de corrente elétrica.

Figura B- 11: Fonte de Heron.

Consiste em um sistema de vasilhas e garrafas ligadas por mangueiras conforme apresentado na Figura B- 11. Devido ao princípio da impenetrabilidade dos corpos, que diz que dois corpos não ocupam o mesmo lugar no espaço ao mesmo tempo, a água que desce da vasilha para a primeira garrafa ocupa o espaço do ar que antes estava ali. Esse ar é empurrado para outra garrafa que para recebê-lo precisa empurrar a água que está contida em seu interior. Isso forma uma fonte ou um chafariz.

Figura B- 12: Cascata de fumaça.

O trabalho apresentado na Figura B- 12 consiste em mostrar a presença de correntes de convecção devido à diferença de densidade das substâncias. Utiliza-se uma garrafa pet com um furo lateral onde é introduzido um rolinho de papel. Colocando fogo na extremidade externa do rolinho, a fumaça que entra na garrafa devido à combustão aumenta a densidade, descendo para o fundo da garrafa, formando uma cascata.

B.2 Turma 2º RDB

Figura B- 13: Gênio da Garrafa.

Utilizando duas garrafas, conforme observamos na Figura B-13, uma com água quente e um pouco de corante e outra com água fria, o experimento demonstra as correntes de convecção que se formam ao emborcar uma garrafa na outra. Pela diferença de densidade da água devido às temperaturas diferentes, observa-se que a água quente da garrafa de baixo, sobe para a de cima. O aumento na temperatura da água causa uma redução na densidade. As correntes de convecção se formam, pois a porção menos densa de água (quente) sobe e a porção mais densa (fria) desce.

Figura B- 14: Ponte de espaguete.

Utilizando espaguete e cola foi montada a ponte da Figura B- 14. Através de cálculos de equilibro dos corpos e torque foram determinados os tamanhos dos espaguetes e a quantidade necessária para que a ponte suportasse o maior peso possível. Foram utilizados vários pesos para demonstrar que a ponte, apesar da sua fragilidade, poderia sustentar um peso elevado devido à correta distribuição das forças entre os diversos pontos da sua estrutura.

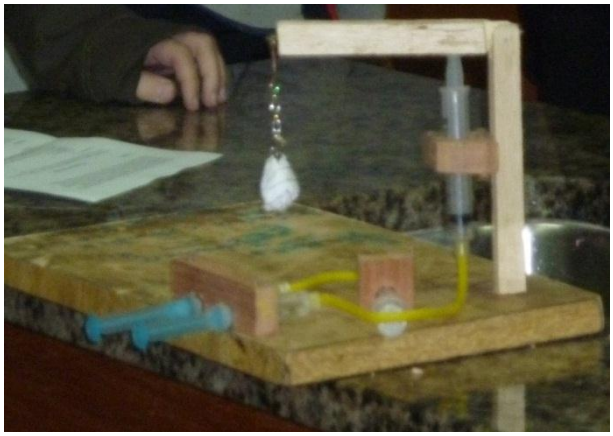

Figura B- 15: Guindaste hidráulico.

O trabalho da Figura B- 15 consiste em um sistema de seringas ligadas uma a outra com mangueiras de equipo soro. Devido à presença de água dentro das seringas ao exercer pressão sobre uma delas, essa pressão se transmite integralmente para a outra que ligada a um sistema, eleva um determinado peso e/ou faz girar um braço. Esse modelo exemplifica um guindaste hidráulico utilizado em oficinas e postos de combustíveis para elevar os veículos.

Figura B- 16: Chafariz de mesa.

O projeto da Figura B- 16 consiste em um sistema que liga, através de mangueiras, um prato a uma garrafa pet e essa garrafa a uma segunda garrafa. Da segunda garrafa sai uma mangueira que será o chafariz. Devido à pressão atmosférica a água desce do prato para a primeira garrafa. Para dar lugar à água, o ar que há nessa garrafa é expulso para a segunda garrafa, que por sua vez, para acomodar o ar, precisa expelir parte da água. Essa água jorra pela mangueira formando um chafariz.

Figura B- 17: Manômetro.

Utilizando materiais alternativos como pequenas embalagens e uma mangueirinha, foi montado o manômetro experimental mostrado na Figura B- 17. Utilizando mercúrio Cromo no interior do tubo e o princípio dos vasos comunicantes, pode-se observar a alteração da pressão ao colocar a extremidade do manômetro em um aquário com água. Devido à pressão hidrostática o mercúrio subiu para a outra extremidade com o objetivo de igualar as pressões.

Figura B- 18: Extintor de incêndio.

O trabalho da Figura B- 18 consiste em formar uma composição química utilizando vinagre e bicarbonato. A mistura é feita dentro de uma garrafa perfeitamente vedada com um escape superior que é fechado com o dedo. Ao agitar a garrafa aproxima-se esse escape de uma vela e observa-se que parte da solução é expelida e extingue o fogo da vela.

Figura B- 19: Forno solar.

No projeto da Figura B- 19 foram montados dois sistemas ópticos. Um deles, utilizando uma estrutura de madeira com

vários CDs colocados estrategicamente de modo a formar um grande espelho côncavo e outro utilizando espelhos dentro de bacias. O objetivo era o de demonstrar que os raios luminosos que incidiam no espelho côncavo refletem passando pelo foco. Como no foco há um grande acúmulo de energia, é possível aquecer materiais colocados nesse ponto.

Figura B- 20: Foguete de água.

O projeto da Figura B- 20 consiste em um lançador de foguete (garrafas Pet). Utilizando canos de PVC, registros, cola e bomba de bicicleta. Foi montada uma estrutura ligada em uma extremidade a uma bomba de encher bola e a outra a um cano de PVC. Na extremidade do cano de PVC foi colocada uma garrafa Pet com um pouco de água. Ao bombear ar para dentro da garrafa, houve um aumento considerável da pressão interna. Ao soltar a garrafa, devido à presença de água, a garrafa sobe expelindo a água para fora.

Figura B- 21: Elevador hidráulico.

O experimento da Figura B- 21 consiste em duas ou mais seringas de volumes diferentes, ligadas por mangueiras e presas a uma estrutura. O objetivo é observar a força aplicada em diferentes áreas (seringa pequena e grande) observando a relação de força pela área de aplicação de modo a garantir a transmissão da pressão em todos os pontos do líquido.

B.3 Turma 3º RDB

Figura B- 22: Chamas dançantes.

As chamas dançantes apresentadas na Figura B- 22 consistem em demonstrar através das chamas de um cano de alumínio com pequenos orifícios preso a um botijão de gás, como funciona um equalizador de som. A outra extremidade do cano é ligada a uma caixa de som. A variação no movimento das chamas é devido às alterações nas propriedades da onda sonora (frequência e amplitude).

Figura B- 23: Motor eletrostático de pêndulo.

O projeto da Figura B- 23 foi construído com duas latas e um pêndulo. O pêndulo se choca com as paredes das latas conforme a alternância de cargas. Essa eletricidade estática é obtida da tela de uma televisão de tubo ligada ao experimento. Quanto maior a densidade de carga que chega ao pêndulo, maiores são as forças de interação com as latas e maior a agitação do pêndulo.

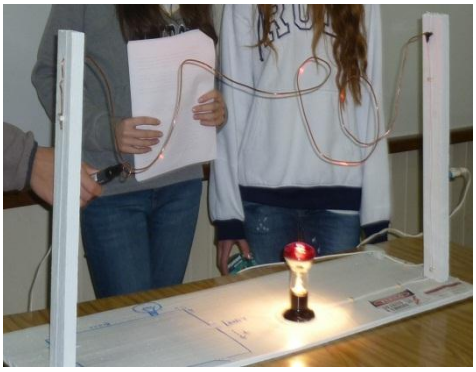

Figura B- 24: Circuito divertido.

O projeto da Figura B- 24 consiste em um brinquedo (circuito elétrico) montado com fios de cobre, suporte de madeira e lâmpada. O funcionamento é baseado no contato ou não entre os fios de cobre, sendo um deles uma argola que o aluno deve passar ao redor do outro fio sem encostar. Se houver o contato, o circuito se fecha, acionando a lâmpada.

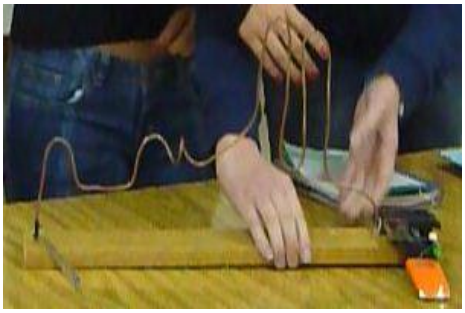

Figura B- 25: Nervo teste.

O experimento da Figura B- 25 consiste em um circuito elétrico formado por fio condutor ligado a uma fonte de alimentação. A extremidade que fecha o circuito é uma argola que deve passar em torno do fio condutor todo cheio de curvas. O objetivo é não tocar no fio. Se tocar o circuito se fecha acionando o som de um aparelho sonoro.

Figura B- 26: Campo magnético.

Para a montagem do trabalho da Figura B- 26 foram utilizados uma garrafa Pet, água, glicerina, pó de palha de aço e dois ímãs. Dentro da garrafa o pó da palha de aço fica misturado em meio a glicerina e a água. Quando aproximamos os ímãs, um de cada lado da garrafa, as limalhas de aço se alinham, formando linhas de campo magnético.

Figura B- 27: Espelhos múltiplos.

O trabalho da Figura B- 27 consiste na utilização de dois ou três espelhos dispostos em ângulos diferentes, paralelos e também formando um triângulo equilátero. Dependendo da associação dos espelhos com um objeto entre eles, observa-se a formação de imagens o que permite analisar os conceitos de óptica e de formação de imagens em espelhos planos.

Figura B- 28: Bobina para imantar.

O projeto da Figura B- 28 consiste em uma bobina ligada à corrente elétrica e presa a uma base de madeira. Quando a corrente elétrica percorre a bobina, gera um campo magnético no interior dela, capaz de orientar os ímãs elementares de

substâncias ferromagnéticas colocadas em seu interior, provocando a imantação. Os processos para desfazer a imantação de um material são por aquecimento e dilatação térmica ou por impacto.

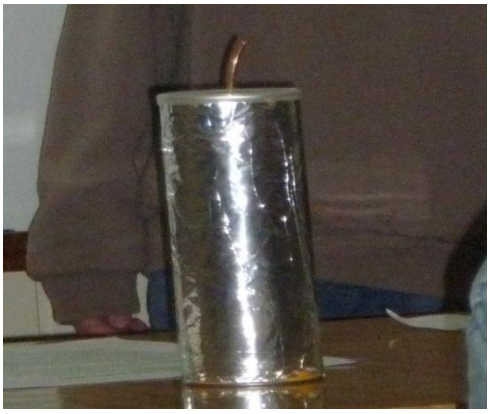

Figura B- 29: Garrafa de Leyden.

O projeto apresentado pela Figura B- 29 exemplifica um capacitor, conhecido como Garrafa de Leyden, que armazena energia por algumas horas. Para a sua montagem foi usado um pote de requeijão, folha de alumínio e dois fios de cobre. A garrafa recebia carga elétrica de um gerador eletrostático.

B.4 Turma 21

Figura B- 30: Gerador de energia eólica.

O projeto da Figura B- 30 consiste na construção de uma maquete que simula um parque eólico. Com o uso de *coolers* de computador que giram com o auxílio de um secador de cabelo, é possível observar a corrente elétrica gerada pela força do vento, ao acender alguns *Leds*. O experimento mostra como é gerada uma das formas mais limpas de energia – a energia eólica.

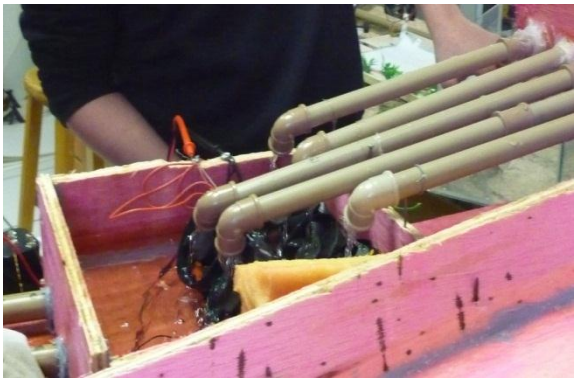

Figura B- 31: Usina hidrelétrica.

O projeto da Figura B- 31 consiste em uma mini usina hidrelétrica que utiliza materiais alternativos na sua montagem. Uma das partes representa o reservatório de água que fica a uma determinada altura. A energia potencial gravitacional se transforma em energia cinética quando é aberto o registro, fazendo a água percorrer uma tubulação que leva a água até um sistema de *coolers* que giram devido à força da água. Nesse ponto ocorre a transformação de energia cinética em energia elétrica o que pode ser observado pelos *Leds* que estão ligados aos *coolers*.

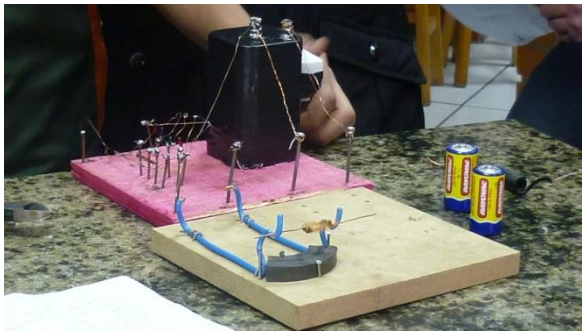

Figura B- 32: Motor elétrico.

O experimento da Figura B- 32 consiste em demonstrar o funcionamento dos motores elétricos. Um conjunto de espiras é colocado sobre uma estrutura metálica ligada a uma pilha. A extremidade das espiras possui um lado esmaltado e outro raspado. Quando a corrente elétrica percorre o fio condutor, entra em contato com a parte raspada faz com que passe corrente na espira, gerando um campo magnético. Esse campo interage com o

campo de um ímã colocado nas proximidades. Devido às forças de atração e repulsão do campo magnético, o conjunto de espiras gira sobre a estrutura, simulando um motor elétrico.

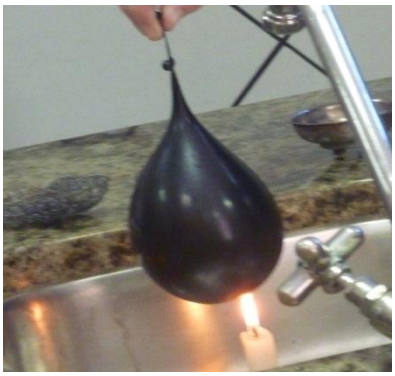

Figura B- 33: Arrefecimento de calor.

O projeto da Figura B- 33 demonstra o comportamento das substâncias quando são submetidas ao calor. Ao colocar um balão cheio de ar sobre a chama de uma vela, este estoura rapidamente. Se colocarmos água dentro do balão, observamos que a chama da vela não perfura o balão. Isso ocorre devido à capacidade térmica da água e ao seu coeficiente de condutibilidade térmica. A água absorve o calor, o que impede que o balão se rompa.

B.5 Turma 22

Figura B- 34: Monjolo.

A Figura B- 34 apresenta uma máquina rudimentar utilizada para socar grãos e erva. O movimento que realiza comprova a presença da energia mecânica transformando energia potencial gravitacional em energia cinética, realizando trabalho de moer os grãos.

Figura B- 35: Balão resistente ao fogo.

O experimento da Figura B- 35 apresenta uma demonstração das mudanças de temperatura, volume e pressão, conforme a primeira lei da Termodinâmica. Utilizando princípios da calorimetria, analisando o calor específico das substâncias, observamos que quando um balão está com água, mesmo exposto à chama de uma vela, não rompe o balão pelo alto índice de absorção de calor que a água possui.

Figura B- 36: Catapulta.

A Catapulta, apresentada na Figura B- 36 demonstra o funcionamento de um equipamento utilizado, como os lançadores de projéteis em chama, em batalhas na era medieval. Apresenta as transformações de energia potencial elástica em energia cinética e energia potencial gravitacional.

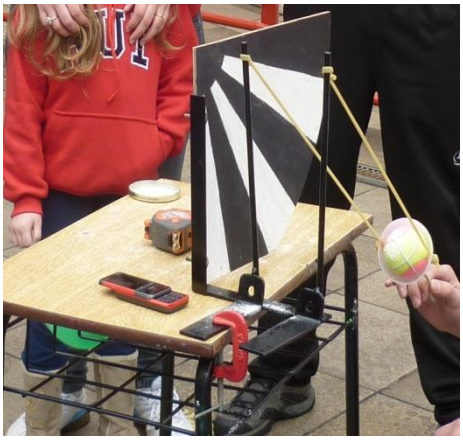

Figura B- 37: Balista.

A balista era usada antigamente para arremessar projéteis a uma longa distância. Em escala menor e com um sistema manual de arremesso, utilizando hastes de metal, elástico, bocal de garrafa e madeira foi construído um experimento que simula esse equipamento conforme apresentado na Figura B- 37. Através de um painel que indica o ângulo de lançamento e utilizando instrumentos de medição é possível determinar altura, alcance e velocidade dos lançamentos.

Figura B- 38: Fonte de Heron.

O experimento da Figura B- 38 consiste em uma fonte simples, montada com garrafas PETs, bacia e tubos. Funciona sem o uso de motores ou bombas, utilizando apenas conceitos de energia e pressão. A água colocada na parte superior do experimento desce devido a energia potencial gravitacional ocupando o espaço antes ocupado pelo ar em uma das garrafas. O ar que saiu para dar lugar á água precisa ocupar um espaço em outra garrafa que expele água para dar lugar ao ar.

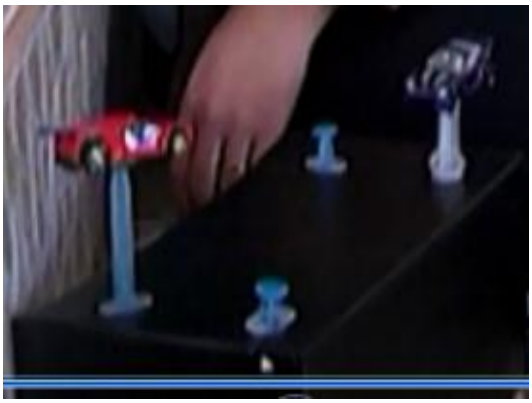

Figura B- 39: Elevacar.

O elevador hidráulico, apresentado na Figura B- 39, consiste em uma aplicação do Princípio de Pascal utilizando um sistema de seringas, onde se observa que o acréscimo de pressão exercido em um ponto do recipiente se transmite integralmente a todos os pontos. Analisa as relações entre a força aplicada e a respectiva área de aplicação.

Figura B- 40: Braço mecânico.

O projeto experimental da Figura B- 40 apresenta um experimento no qual os conteúdos envolvidos são de hidrostática, principalmente o Princípio de Pascal. Analisando a relação entre a força aplicada sobre as respectivas áreas é possível movimentar um sistema de levantamento, de “abre e fecha” e de rotação.

Figura B- 41: Raio solar da morte.

O experimento da Figura B- 41 consiste em uma antena parabólica coberta por espelhos de tamanhos iguais, formando um grande espelho côncavo. Quando o espelho recebe os raios solares, estes convergem para o foco. Nesse ponto a energia é tão elevada sendo capaz de queimar e/ou aquecer materiais e alimentos.

Figura B- 42: Canhão de batata.

O experimento da Figura B- 42 apresenta um experimento cujo princípio fundamental é o de pressão servindo como força propulsora do projétil. A armação é feita com canos PVC de diferentes espessuras e um registro que controla o disparo. O ar é impulsionado para dentro do sistema com o auxílio de uma bomba de ar.

Figura B- 43: Pilha de batatas.

O experimento apresentado na Figura B- 43 consiste na demonstração do processo de construção de uma pilha utilizando princípios químicos para a conversão em energia elétrica. O experimento é montado utilizando materiais como zinco e cobre em contato com um alimento que possui acidez como batatas e/ou limões.

Figura B- 44: Bons e maus condutores de eletricidade.

A Figura B- 44 apresenta um experimento composto por fios condutores, tubo de caneta, soquete e lâmpada, com o objetivo de verificar se materiais sólidos e líquidos são bons ou maus condutores de eletricidade. Os materiais bons condutores atuam com livre movimentação de portadores de cargas elétricas, ou seja, apresentam elétrons livres na última camada de seus átomos; já os isolantes, atuam ao contrário, não tendo fácil mobilidade de cargas.

Figura B- 45: Plástico que não queima.

O trabalho da Figura B- 45 tem como objetivo demonstrar como as substâncias, dentro de um copo plástico reagem quando em contato com a chama de uma vela. Essa reação deve-se à sua capacidade calorífica e seu calor específico. Dessa forma é possível manter o copo sobre a chama da vela, quando contém água.

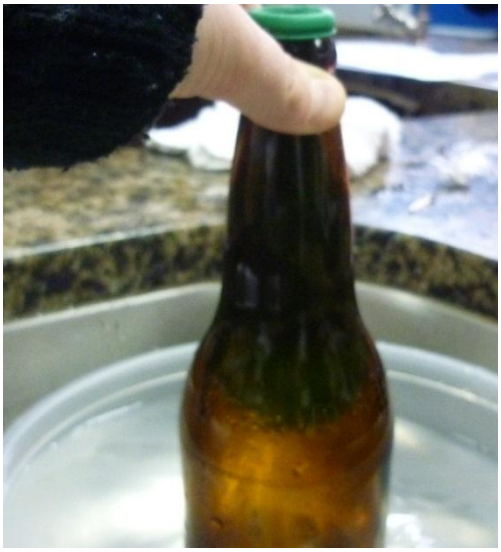

Figura B- 46: Encher balão sem assoprar.

O experimento da Figura B- 46 consiste na aplicação dos conceitos de pressão. O vidro aquecido pela água quente aumenta a temperatura do ar interno, aumentando sua pressão (que estará equilibrada com a externa). Quando a temperatura diminui, após a colocação da bexiga, a pressão interna fica menor. Devido à diferença da pressão atmosférica e da pressão interna, a bexiga irá inflar dentro da garrafa até atingir o equilíbrio de pressões.

B.6 Turma 23

Figura B- 47: Fritador de salsicha.

O projeto da Figura B- 47 consiste em um circuito elétrico formado por fios condutores e uma lâmpada ligada à rede elétrica. No caminho do circuito é colocada uma salsicha sobre dois garfos. A salsicha serve como material condutor para a corrente elétrica percorrer o circuito. Como um dos principais efeitos da corrente elétrica é o efeito Joule, observa-se o aquecimento da salsicha.

Figura B- 48: Cara ou coroa.

A Figura B- 48 ilustra a probabilidade de ocorrência de cara ou coroa de uma moeda ao colocá-la em movimento. Utilizando princípios de torque e probabilidade matemática observa-se que a forma em que a moeda é colocada em movimento interfere na ocorrência do resultado.

Figura B- 49: Casa sustentável.

O projeto da Figura B- 49 consiste em uma maquete que demonstra uma casa sustentável. São exploradas as formas de aproveitamento da energia solar para aquecimento da água, a estrutura das paredes para um isolamento térmico adequado, bem como outros fatores que auxiliam na economia de energia elétrica e proporcionam um melhor aproveitamento dos recursos naturais.

Figura B- 50: Circuito elétrico.

O trabalho da Figura B- 50 consiste em um circuito elétrico ligado à rede elétrica, utilizando fios de cobre e uma lâmpada. Em um determinado ponto o circuito está aberto e pode ser fechado colocando as extremidades em contato com alguns materiais. A lâmpada se acende quando o material em contato é um condutor de eletricidade, o que não se observa ao colocar em contato um material isolante. Isso se deve à mobilidade de portadores de cargas existentes nos materiais.

APÊNDICE C: FICHA DE AVALIAÇÃO

EXPERIMENTANDO Física

AVALIAÇÃO DOS PROJETOS EXPERIMENTAIS

Título do Trabalho: _____
Série: _____ **Turma:** _____
Integrantes:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

Caro avaliador: Utilize notas de 5 a 10 para as avaliações.

Itens para avaliação do PROJETO EXPERIMENTAL:

(A) Criatividade	
(B) Funcionamento do Experimento	
(C) Relação do funcionamento com os fenômenos físicos	
(D) Média [(A+B+C)/3]	

Itens para avaliação dos INTEGRANTES:

Itens / **Integrantes**	Aluno 1	Aluno 2	Aluno 3	Aluno 4
(E) Clareza nas explicações				
(F) Domínio do conteúdo				
(G) Conhecimento do processo de montagem e funcionamento				
(H) Média [(E+F+G)/3]				
Média Total [(D+H)/2]				

Avaliador(a): _____

APÊNDICE D: FICHA DE AVALIAÇÃO PELOS ALUNOS

RELATO E AVALIAÇÃO DE ATIVIDADES

Caros alunos:

No espaço abaixo fazer um breve relato do que representou para vocês participar dos projetos experimentais em todas as suas etapas: a montagem, a apresentação em sala de aula, a apresentação na Mostra de Física, a montagem dos mapas conceituais e a utilização desses mapas como esquemas resumos dos conteúdos.

Relatar os pontos positivos e negativos apresentando a sua opinião sobre a validade desse trabalho: se proporcionou um melhor ou pior entendimento da disciplina, se tornou mais ou menos atraente o ensino de Física entre outras considerações que julgar necessárias.

Obrigada a todos pela participação em todas as etapas do projeto.

Profª Fabi

APÊNDICE E: CARTÃO SD COM O MATERIAL INSTRUCIONAL[4]

O produto educacional desta dissertação, estruturado com o objetivo de instrumentalizar professores das diversas áreas do conhecimento com subsídios e sugestões de técnicas metodológicas é apresentado no formato *offline* no Cartão SD abaixo e também está disponível no endereço eletrônico www.experimentandofisica.blogspot.com.

[4] O produto também está disponível no endereço www.experimentandofisica.blogspot.com.