



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

A atividade prática abordada por meio de situações-problema, visando a promoção da aprendizagem significativa dos conceitos relacionados aos processos de transmissão da energia térmica, no ensino médio.

Ana Paula da Costa Amaral

Brasília – DF

Março
2010



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

A atividade prática abordada por meio de situações-problema, visando a promoção da aprendizagem significativa dos conceitos relacionados aos processos de transmissão da energia térmica, no ensino médio.

Ana Paula da Costa Amaral

Dissertação realizada sob orientação da Prof.^a Dr.^a Célia Maria Soares Gomes de Sousa e apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Física”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília – DF

Março
2010

FOLHA DE APROVAÇÃO

Ana Paula da Costa Amaral

A atividade prática abordada por meio de situações-problema, visando a promoção da aprendizagem significativa dos conceitos relacionados aos processos de transmissão da energia térmica, no ensino médio.

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Física”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Aprovada em 04 de março de 2010.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Célia Maria Soares Gomes de Sousa
(Presidente)

Prof.^a Dr.^a Maria Aparecida Godoy Soler Pajanian
(Membro Titular não vinculado ao Programa)

Prof.^a Dr.^a Maria de Fátima da Silva Verdeaux
(Membro interno vinculado ao Programa – IF/UnB)

Prof. Dr. Gerson de Souza Mól
(Suplente – IQ/UnB)

DEDICATÓRIA

A meu amado Deus que me capacita em todos os momentos de minha vida concedendo-me sabedoria e confiança a cada etapa vivida.

A minha família por servir de fonte de inspiração em meu viver.

A minha preciosa mãe que desde sempre me apóia e auxilia em meus desafios demonstrando-me o quanto é importante sermos firmes e determinados na vida.

A meus irmãos por servirem de exemplos de conduta e caráter para mim.

Ana Paula da Costa Amaral

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Professora Doutora Célia Maria Soares Gomes de Sousa, por ter sido uma pessoa incrível nessa jornada representando uma mestre inesquecível e exímia profissional.

À minha mãe amada, meu sol. A meu pai querido. À minha irmã Diná, fonte de inspiração e força. A meu cunhado Sergiofredo, grande AB. À minha irmã Patrícia, apoio incondicional. A meu irmão Vagner, exemplo de caráter e resiliência. À minha cunhada, estamos todos juntos nessa luta. E a meus sobrinhos queridos: Gabriella, Millena e João Victor.

Aos meus companheiros de trabalho desses últimos anos, auxiliando-me em discussões e idéias: todos vocês fazem parte disso.

Aos meus alunos que sempre apoiaram e colaboraram na ocorrência desse projeto.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, da Universidade de Brasília, por esse auxílio na melhoria do Ensino de Ciências.

Aos meus colegas de mestrado, exemplos de profissionais. Especial abraço para Anna Elisa, Janduí Farias e Jales Aquino: obrigada pelo auxílio.

Ana Paula da Costa Amaral

RESUMO

Para professores e alunos é unânime o fato de que a atividade prática facilita o aprendizado, motiva a participação, aumenta o interesse por parte do aluno; sendo, por vezes, tratada como panacéia para o ensino de Física. Por outro lado, sabemos que esse senso comum leva a uma sobreutilização das atividades práticas, perdendo de vista alguns de seus objetivos iniciais: desenvolver a curiosidade, suscitar discussões, demandar reflexão e elaboração de hipóteses, bem como desenvolver espírito crítico. Na tentativa de motivar os alunos, aumentar sua participação e interesse, além de buscar implementar a conscientização da importância da Física para a vida, relacionando-a ao atual problema ambiental do aquecimento global, elaboramos uma estratégia de ensino diferenciada, baseada na atividade prática cuja realização se dá por meio de resoluções de situações-problema, na perspectiva de Gerard Vergnaud, visando a aprendizagem significativa à luz da teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Trabalhamos os Processos de Transmissão de Energia Térmica, pertencente ao currículo da segunda série do ensino médio, junto a duas turmas. Porém, em somente uma delas aplicamos nossa estratégia, enquanto na outra mantivemos as aulas tradicionais – aulas em que o professor se utiliza de giz, quadro, livro didático e exercícios extra acerca do conteúdo. Aplicamos os mesmos instrumentos de avaliação a ambas as turmas e analisamos os dados obtidos. Obtivemos ganhos em termos de rendimento, de domínio de conteúdo, explicitação de conceitos, sensibilização quanto às questões sócio-ambientais e mudança de visão sobre a disciplina Física.

ABSTRACT

Teachers and students are unanimous in the opinion that practical activity facilitates learning, motivates participation, and enhances students' interest; even though it can sometimes be used as a panacea for the teaching of Physics. On the other hand, it is known that such common sense leads to an overuse of practical activities that leads to a loss of focus on initial objectives such as developing curiosity, evoking discussions, demanding reflection, proposing hypothesis, and developing critical thinking skills. This study was conducted to increase participation, magnify interest level, and raise awareness of the importance of the teaching of Physics connected to the current environmental problem of the greenhouse effect. A strategy of differentiated instruction was elaborated with basis on practical activities that only happen through problem solving situations in Gerard Vergnaud's perspective targeting the meaningful learning proposed by David Ausubel's Meaningful Learning Theory. Teacher and two different classes worked on the Processes of Thermal Energy Transfer as it is part of the high school second grade curriculum. Only one of the classes used the strategy chosen, while the other one had traditional lessons in which the teacher used blackboard, chalk, book, and extra activities about the content. The assessments given were the same and the data collected was analyzed. Gains were observed in terms of learning, assimilation of content and concepts, students becoming more aware of socio-environmental issues, and shifts of opinion regarding Physics as a school subject.

Lista de ilustrações

Figura 1: Esquema do Processo da Aprendizagem Significativa.....	44
Figura 2: Classificação da Aprendizagem Significativa quanto à natureza.....	49
Figura 3: Mapa Conceitual sobre a Aprendizagem Significativa.....	53
Figura 4: Mapa Conceitual sobre Aprendizagem Significativa e Mecânica.....	54
Figura 5: Mapa Conceitual completo sobre a Aprendizagem Significativa.....	54
Figura 6: Metodologia do trabalho.....	62
Figura 7: Alunos realizando as atividades do 1º encontro.....	76
Figura 8: Alunos assistindo ao documentário no 2º encontro.....	77
Figura 9: Alunos preparando o material de construção do ASBC.....	79
Figura 10: Material preparado: canos e caixas pintadas, garrafas limpas.....	82
Figura 11: Processo de montagem das colunas do ASBC.....	86
Figura 12: Montagem da placa.....	89
Figura 13: Adaptações para colocar o ASBC em funcionamento.....	91
Figura 14: ASBC em funcionamento e a turma de trabalho.....	92
Figura 15: Imagens da palestra sobre o ASBC ministrada pelos alunos.....	93
Figura 16: Gráfico de comparação do resultado do primeiro teste de atitude.....	97
Figura 17: Gráfico de comparação do segundo teste de atitude.....	98
Figura 18: Respostas dos alunos escaneadas.....	106
Figura 19: Gráfico de comparação entre as médias das provas.....	108
Figura 20: Respostas escaneadas das provas dos alunos.....	111
Figura 21: Respostas escaneadas das provas dos alunos.....	112

Lista de Tabelas e Gráficos

Tabela 1: Comparação entre a AS e AM.....	41
Tabela 2: Relação de alunos inscritos por turma.....	63
Tabela 3: Tabela contendo os dados do teste t aplicado às médias das turmas.....	109

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1. Categoria 1 – Papel da Atividade Prática para o ensino de Física.....	18
2.2. Categoria 2 – Formações de Professores e a Atividade Prática	25
2.3. Categoria 3 – Variedades de Tendências na Atividade Prática.....	29
2.4. Categoria 4 – Ensino de Física e a Temática Ambiental.....	33
2.5. Categoria 5 – Atitude em Relação ao Ensino de Física	34
3. REFERENCIAL TEÓRICO	39
3.1.A Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel.....	39
3.2.A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud.....	55
3.3.Conclusões e Considerações sobre o Referencial Teórico.....	59
4.METODOLOGIA	62
5. A POPOSIÇÃO EDUCACIONAL	73
6. ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO	94
7.CONCLUSÃO	117
8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	124
9. ANEXOS	126
ANEXO A – Teste de Atitude	126
10. APÊNDICES	127
Apêndice A – Questionário de Conteúdos Prévios.....	127
Apêndice B – Avaliação	130
Apêndice C – Questionário de Opinião	135
Apêndice D – CD contendo a intervenção	136

Capítulo 1 – Introdução

Ao longo de sete anos de experiência como professora da rede pública, pudemos perceber certa resistência dos alunos para com a disciplina Física. Tal fato é constatado ao compararmos, durante a realização dos conselhos de classe, os rendimentos dos alunos do nível médio nessa e nas demais disciplinas. O baixo rendimento é uma consequência do não aprendizado de conceitos físicos necessários ao entendimento da matéria. Uma possível causa desse baixo rendimento, segundo Menegotto e Rocha Filho (2008), é o descompasso existente entre a Física ensinada em sala de aula e os conhecimentos prévios dos alunos, dificultando a construção de conhecimentos significativos e consistentes.

Pequena carga horária destinada à disciplina Física, grande número de turmas destinadas a cada professor, às vezes, 15 turmas abrangendo as três séries do ensino médio, número elevado de alunos por turma, quase sempre acima de 40, falta de recursos didáticos, processo de formação docente deficitário representam alguns dos problemas que levam o professor de Física a optar por seguir fielmente o livro didático e cumprir, dentro do prazo, o conteúdo programático, realizando burocraticamente a sua atividade docente.

Por muito tempo o sentimento de incômodo nos tomava e, por várias vezes, a sensação de fracasso era inevitável. Esse foi o principal motivo que nos levou a pensar em como melhorar esse ensino e torná-lo mais eficaz. A busca por melhorias e esclarecimentos acerca do Ensino de Física nos conduziu ao Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília, onde foram cursadas disciplinas de grande valia, as quais proporcionaram muitos conhecimentos, esclarecimentos, novas perspectivas e, acima de tudo, a compreensão de que é necessário olhar e avaliar com criticidade a prática docente.

Menegotto e Rocha Filho (2008), após realizarem pesquisa junto a alunos de ensino médio, entendem que a comunicação espontânea e a consideração dos conhecimentos prévios existentes – ou seja, partir do limite do conhecimento dos estudantes – são fatores que permitem ao aluno melhorar a sua capacidade reflexiva e compreensão do mundo que o cerca. E sendo a formação do ser o objetivo integral da educação, o professor deve tomar atitudes que atentem os alunos para a presença da Física em nossa vida, pois, dessa forma, o ensino pode se tornar mais significativo e motivante para o estudante.

O presente estudo se constitui em uma tentativa de motivar os alunos, aumentar sua participação e interesse, além de buscar implementar a conscientização da importância da Física para a vida, relacionando-a ao atual problema ambiental do aquecimento global. Óbvio que toda a sua produção baseia-se em crenças particulares norteadas por embasamentos teóricos adquiridos durante a formação nessa pós-graduação.

A realização de pré-conselhos nas escolas – instrumento através do qual os alunos expõem suas opiniões e quimeras para seu cotidiano escolar – sempre traz em seu bojo a requisição de aulas práticas. Para os alunos, aulas práticas seriam mais interessantes e facilitaria o aprendizado. De acordo com Carrascosa, Gil-Pérez e Vilches (2006), a atividade prática – abordada qualitativa ou quantitativamente – desenvolve uma série de potencialidades: desenvolve a curiosidade, suscita discussões, demanda reflexão e elaboração de hipóteses, bem como espírito crítico. Segundo Sére, Coelho e Nunes (2003) a experimentação é uma forma de favorecer o estabelecimento de um elo entre o mundo dos objetos, o mundo dos conceitos, leis e teorias e o das linguagens simbólicas. Dessa forma, o professor pode adotar diferentes abordagens em sua utilização, pois são importantes para explorar aspectos conceituais e procedurais visando refletir a atividade científica.

Segundo Saraiva-Neves, Caballero e Moreira (2006), há concordância entre alunos e professores no que tange à baixa frequência de realização de atividades experimentais, assumindo em geral a forma de demonstração. Faz-se urgente a articulação de metodologias e estratégias mais eficazes, e uma forma de consegui-lo é envolvendo os professores em trabalhos de investigações.

Tendo em vista nossas angústias já descritas e esses conhecimentos citados, surge a seguinte questão: uma atividade prática elaborada respeitando os conhecimentos pré-existentes dos alunos e questionando-os, poderia fazê-los protagonizarem o processo de ensino e, assim, se interessarem mais pelo aprendizado da Física, representando uma possível solução para essa situação problemática? A elaboração de uma estratégia de ensino diferenciada baseada na atividade prática cuja realização se dá por meio de resoluções de situações-problema, na perspectiva de Gerard Vergnaud, visando a aprendizagem significativa, apresenta-se como uma proposta de sair dos moldes tradicionais, quadro e giz, na tentativa de inovar em meio à problemática até então mencionada.

Faz-se necessária a delimitação de um corpo de conteúdo específico de determinada série para viabilizar a realização da proposta. Optamos por trabalhar com os Processos de Transmissão de Energia Térmica, pertencente ao currículo da segunda série do ensino médio. Nessa estratégia, há a intenção de integrar a teoria à prática por meio de uma atividade experimental na qual se trata um tema de relevância social, o aquecimento global e a utilização de energias alternativas, em particular a solar, e a utilização de materiais de baixo custo. Segundo Damásio e Steffani (2007), atividades desse tipo despertam o interesse do aluno pela Física. A temática ambiental abordada no âmbito de ensino tem sido sugerida por pesquisadores buscando contemplar atuais propostas curriculares, levando à conscientização

dos alunos quanto à problemática do aquecimento global e suas conseqüências, além do esclarecimento sobre a necessidade de reciclarmos o lixo que produzimos.

Dessa forma, o processo de construção do Aquecedor Solar de Baixo Custo (ASBC) será a atividade experimental tratada no processo ensino-aprendizagem que poderá vir a compor uma estratégia de ensino efetiva para promover a aprendizagem significativa dos processos de transmissão de energia térmica.

Esse trabalho se propõe a investigar se a estratégia de ensino baseada na utilização de uma atividade experimental, em termos de situações-problema, promove a aprendizagem significativa de conteúdos de Física de maneira mais eficaz que as exposições tradicionais de conteúdo. Entende-se por aula convencional aquela na qual o professor se utiliza do livro didático, quadro, giz e exercícios extras acerca do corpo de conteúdo em questão.

Após a percepção da problemática, fizemos um levantamento bibliográfico sobre atividades experimentais, no contexto de sua importância para o ensino da Física e na formação de professores, para adquirir maior conhecimento e embasamento teórico acerca do tema. Assim, elaboramos a intervenção que acreditamos ser uma possível solução para o problema constatado. Na revisão bibliográfica, o levantamento foi realizado entre outubro e dezembro de 2008 sendo selecionados 19 artigos de periódicos no período entre 1998 e 2008. Alguns dos artigos estão fora desse período, mas por serem de grande relevância para nosso trabalho também foram selecionados.

A elaboração da intervenção ocorreu entre os meses de fevereiro e abril de 2009, tendo sido aplicada no mês de maio e início de junho do mesmo ano no CEM 414 da Samambaia – escola pertencente à rede pública do Distrito Federal. A intervenção se desenvolveu numa série de nove encontros.

O primeiro, segundo e terceiro encontros tinham por objetivo principal colocar argumentos que justifiquem, para o aluno, a prática que será proposta, chamando a atenção para a relevância social do aquecimento global, da necessidade de busca de medidas que possam vir a amenizá-lo e para a contribuição humana na ocorrência dos problemas ambientais. Do quarto encontro ao oitavo, os alunos, já dispostos em grupos, realizaram a construção do ASBC que é fisicamente problematizada por meio de questionamentos visando o aprendizado do corpo de conteúdo anteriormente definido. Basicamente, o desenvolvimento dos encontros dedicados à construção do ASBC constituiu em:

- No quarto e quinto encontros, a pintura das caixinhas e canos com tinta preta fosca foi trabalhada por meio de perguntas que giravam em torno dos tópicos: radiação e tipos de energia radiante, absorção e reflexão da energia radiante;
- No sexto encontro, a montagem das dez colunas que compõem a placa do ASBC foi realizada por meio de situações-problema em torno dos tópicos: radiação e efeito estufa;
- O sétimo encontro foi destinado ao entendimento de como os materiais sólidos se aquecem, portanto há a continuação da montagem da placa e as perguntas, agora, têm por objetivo o esclarecimento dos tópicos: processo de condução de energia térmica, condutores e isolantes;
- No oitavo encontro encerrou-se a montagem e discussão acerca dos princípios de funcionamento do ASBC, os tópicos trabalhados foram: processo de convecção e correntes de convecção devido à diferença de densidade;

- O nono encontro representou a culminância do projeto: uma apresentação protagonizada pelos alunos, no pátio da escola, expondo a seus colegas a construção e processos de funcionamento do ASBC. A turma demonstra o funcionamento da placa por meio do funcionamento daquela que construíram durante os encontros citados.

A aplicação ocorreu no primeiro semestre de 2009. Para isso, foram escolhidas duas turmas de segunda série do ensino médio da rede pública de ensino do DF. Em uma delas foi aplicada a intervenção – conjunto de aulas produzidas à luz dos referenciais de Ausubel e Vergnaud – já a outra, teve aulas tradicionais, conforme o descrito anteriormente.

De maneira geral, a coleta de dados correu seu curso normal, com poucas eventualidades, cuja ocorrência além de não comprometer o trabalho, será mais bem explicada no capítulo destinado à metodologia. Os resultados, consequência da análise e compilação dos dados, foram obtidos por meio da aplicação de questionário de conhecimentos prévios, teste de atitude, aplicado ao início e ao fim da intervenção, avaliação final, anotação daquilo que pensava ser relevante ao processo (diário de bordo) e gravação em áudio das intervenções.

O conjunto de nove encontros é a base do produto educacional resultante desse trabalho: um manual de apoio ao professor, onde se descrevem as situações aplicadas, bases teóricas, objetivos e, principalmente, sua razão de ser, os motivos que levaram à sua produção. Esse produto tem como principal objetivo compartilhar com os colegas de profissão nossas crenças, idéias, conhecimentos e produções no ensino de Física.

Esperamos a ocorrência da aprendizagem significativa, por parte dos alunos, do conteúdo proposto, mudança de postura no que tange a participação nas aulas, melhoria da

capacidade de explicitar seus conhecimentos se utilizando de termos científicos e conscientização sobre o aquecimento global.

Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica

Para essa revisão bibliográfica foram selecionados quatro periódicos de âmbito nacional e três de âmbito internacional para serem pesquisados por um período de dez anos (1998 a 2008). Dentro desse universo descrito, foram selecionados 18 artigos considerados relevantes à realização de nosso estudo. Vale também ressaltar que nos artigos selecionados, encontramos bibliografias importantes que não se encontram dentro desse período. Todavia, por serem referências de grande relevância, foram selecionadas e incorporadas ao nosso trabalho.

Os periódicos selecionados foram:

- ✓ Caderno Brasileiro de Ensino de Física – CBEF;
- ✓ Revista Brasileira de Ensino de Física – RBEF;
- ✓ Revista Eletrônica Investigação em Ensino de Ciências – IENCI;
- ✓ Caderno Catarinense de Ensino de Física – CCEF;
- ✓ Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias;
- ✓ Journal of Curriculum Studies;
- ✓ School Science Review.

Após leitura e análise dos artigos relacionados, eles foram organizados em categorias, as quais constam a seguir.

1. Papel da Atividade Prática no Ensino de Física (6 artigos);

2. Formação dos Professores e a Atividade Prática (4 artigos);
3. Variedades de Tendências na Atividade Prática (4 artigos);
4. Ensino de Física e a Temática Ambiental (2 artigos);
5. Atitude em relação ao Ensino de Física (2 artigos).

A seguir, é apresentada análise e discussão da bibliografia, por categoria.

Categoria 1 – Papel da Atividade Prática no Ensino de Física

Nessa categoria, os artigos têm como principal objetivo contestar e discutir a importância da Atividade Experimental para o Ensino de Física, mostrando as muitas possibilidades que ela pode proporcionar para a melhoria do ensino, os diferentes objetivos que se pode atingir, além de combater fortemente o senso comum de que a simples realização da prática agrega valores ao aprendizado do aluno. Nessa seção comentaremos seis artigos.

Hodson (1994) realiza um exame crítico dos supostos benefícios que derivam do ensino focado em atividades experimentais. Nesse artigo, o autor aplica a professores e alunos questionários acerca das razões de se utilizar da atividade experimental.

As razões que levam o professor a fazer com que seus alunos participem de atividades práticas são, por ele, dispostas em categorias. Essas categorias e suas respectivas críticas constam listadas abaixo:

- *Para motivar, por meio da estimulação do interesse e da diversão.*

Crítica: nem todos os alunos desfrutam da mesma forma de uma atividade experimental, além de o interesse pela prática decrescer com a idade.

Conclusão: para o aluno é mais atraente métodos de aprendizagem mais ativos, com maior oportunidade de interagir mais livremente com o professor e outros alunos;

- *Ensinar técnicas de laboratório: aquisição de habilidades por parte dos alunos.*

Crítica: Ele vê como muito difícil a transferência para a vida cotidiana de atividades como ler um amperímetro, operar um osciloscópio, etc. Afirma que as técnicas de laboratório não têm valor em si mesmo, mas que são necessárias para um bom desempenho nas atividades, logo a carência de algumas habilidades não é uma barreira para a aprendizagem. Além disso, alunos que levam anos tendo aulas orientadas são incapazes de tarefas simples como a montagem de um circuito simples.

Conclusão: deveríamos ensinar as habilidades que se demonstrem úteis para um aprendizado posterior e, quando for o caso, assegurar-nos de que essas habilidades sejam desenvolvidas a um nível de competência satisfatório.

- *Para intensificar a aprendizagem de conhecimentos científicos e aprender os métodos da ciência.*

Crítica: estudos realizados apresentam dados pouco consistentes, não se podendo afirmar, portanto, que a aprendizagem por meio de atividades práticas é superior que por meio das demais técnicas. A maneira como vem sendo realizada a atividade prática – forma de receitas – faz com que o aluno enxergue a atividade experimental desvirtuadamente: ele concentra-se em um único aspecto do experimento, converte-se em ajudantes de grupo, além de observar ao redor para copiar o que seus companheiros de grupo estão fazendo.

Conclusão: É necessário reconceituar as atividades práticas, tornando-as menos confusas, mais próximas do real e com real valor educativo. Dessa forma, o aluno estaria apto a compreender a natureza do problema e do procedimento experimental, a adotar uma perspectiva teórica relacionada ao tema de estudo e seguir as instruções, além de interpretar a diferença entre os dados obtidos e aqueles que se deveriam obter.

Hodson (1994) conclui que o trabalho prático tem sido sobre-utilizado pelos professores por serem utilizados como prática normal (utilizada sempre) e extraordinária. E infra-utilizado por explorar pouco o verdadeiro potencial de uma atividade prática. Muitas são mal concebidas, confusas e carecem de valor educativo real. Afirma que a única maneira de se aprender ciência é praticando-a junto a alguém mais capaz que o auxilie, ajude e critique (professor).

Para ele, a aprendizagem em Ciências, a aprendizagem sobre a natureza da Ciência e a natureza da Ciência são aspectos que se inter-relacionam e são necessários. A prática da ciência incorpora esses aspectos; por isso há a deturpação de alguns deles quando as atividades práticas são limitadas (demonstração, receita, etc). Dessa forma, a função do professor é auxiliar o aluno a converter o implícito em explícito, por meio de seu planejamento, o qual deve instigar o aluno a investigar e elaborar hipóteses.

Sére, Coelho e Nunes (2003) discutiram o papel do experimento no ensino de Física com base em alguns exemplos práticos. Neste artigo, há a proposição de um mesmo experimento relacionado à lei de Snell-Descartes e explorado de diferentes maneiras. O objetivo é demonstrar que um mesmo experimento pode ser concebido considerando-se diferentes abordagens.

Os autores concluíram que a experimentação pode ser descrita considerando-se três pólos: o referencial empírico; os conceitos, leis e teorias; e as diferentes linguagens e simbolismos utilizados em Física. Graças às atividades práticas, o aluno é incitado a não permanecer no mundo dos conceitos e no mundo das “linguagens” (natural, matemática, simbólica), tendo a oportunidade de relacionar esses mundos com o mundo empírico. De acordo com eles, por meio das atividades experimentais, o aluno consegue mais facilmente ser “ator” na construção da Ciência e, ao serem diversificadas as atividades e as abordagens, dando-lhes uma conotação mais de acordo com as atividades científicas, cria-se no aluno uma nova motivação e um novo interesse para as atividades experimentais

Hodson (1990) faz uma reflexão acerca do trabalho prático baseada em seus vinte anos de experiência e afirma que, da maneira como é conduzido em muitas escolas, o trabalho prático torna-se confuso e improdutivo. Sua utilização indiscriminada como panacéia para os problemas de aprendizado de Física é infundada. Conclui afirmando: alguns professores são aptos a utilizarem eficazmente essas atividades práticas com alguns alunos, a fim de que se atinjam certos objetivos. Ou seja, cada maneira que se tem de explorar uma atividade prática relaciona-se diretamente aos objetivos que traçamos.

Em Hodson (1996), encontramos uma relação entre a mudança da natureza do trabalho prático e as mudanças nos movimentos de educação em ciências desde 1960 até os dias de hoje, ressaltando que qualquer que seja o movimento sob o qual se baseie a realização da atividade prática – aprendizagem por descoberta, construtivismo, etc. –, há uma séria distorção da imagem da Ciência. Por isso, propõe um enfoque alternativo para as atividades práticas a serem realizadas.

Para Hodson (1996), a educação em ciência é composta por três elementos principais:

- 1- A aprendizagem da Ciência – desenvolvimento teórico e conceitual;
- 2- Aprendizagem sobre a natureza da Ciência – desenvolvimento do entendimento sobre a natureza e os métodos da Ciência, sendo conscientes das interações complexas entre Ciência, Sociedade, Tecnologia e meio ambiente;
- 3- Prática da Ciência – desenvolvendo os conhecimentos técnicos sobre a investigação científica e a resolução de problemas.

Baseado nisso, conclui que para perpassar por todos esses aspectos da Ciência, um trabalho prático deve procurar oportunidades focadas em explorar a capacidade do aluno de entender e avaliar a firmeza de seus modelos e teorias para alcançar os objetivos da Ciência e oferecer estímulos adequados para desenvolvimento desses conceitos científicos. Para isso, propõe alguns passos a serem seguidos: a) Identificar as idéias e os pontos de vista dos alunos; b) Elaborar experiências para explorar tais idéias e pontos de vista; c) Oferecer estímulos para que eles desenvolvam e modifiquem o seu ponto de vista; d) Apoiar os alunos quando pensam, para mudar as suas idéias e pontos de vista. Dessa maneira, segundo Hodson, cabe ao professor adotar uma postura diferente e estimular os alunos a explorarem suas opiniões, colocando em prova sua capacidade de explicação e previsão, priorizando a reflexão, pois a atividade prática é uma atividade reflexiva. O autor acredita que assim, o aluno pode perceber que a prática da Ciência tanto gera perguntas, como respostas.

Saraiva-Neves, Caballero e Moreira (2006) realizaram um levantamento de situações promotoras de aprendizagem em sala de aula, no domínio da Física, baseadas em atividade experimental, em quatro escolas portuguesas de Lisboa. Recolheram opiniões junto a alunos e professores do Ensino Médio.

Utilizaram questionários, sendo um para professor e outro para aluno, com o objetivo de levantar os trabalhos experimentais realizados em sala de aula e recolher a opinião de ambos

acerca de quais tipos de trabalhos experimentais promovem a aprendizagem, além de solicitar sugestões de como melhorar essas atividades. Essa etapa foi realizada com a participação de 9 professores e 87 alunos. Depois, se aplicou uma entrevista estruturada a dois professores e cinco alunos focando os mesmos aspectos, somente mais detalhado.

Há concordância entre alunos e professores no que tange à baixa frequência de realização de trabalho experimental, assumindo em geral a forma de demonstração. Os professores citaram como empecilho à realização das atividades práticas a quantidade de material e o pouco tempo disponível para a discussão dos vários aspectos do trabalho experimental. Além de se referirem às atitudes e ao número de alunos como impedimentos à realização do trabalho prático.

Concluíram que grande parte do trabalho experimental realizado em sala de aula é meramente ilustrativo, resumindo-se a experiências do tipo “receita”, apresentando sérias deficiências, gerando pouca motivação nos alunos e favorecendo um tipo muito limitado de competências. Acreditam que a experiência sempre promove de alguma forma a aprendizagem, desde que adequadamente orientada. Alertam para a urgência da necessidade de articulação de metodologias e estratégias mais eficazes, sendo envolver os professores em investigações uma forma de consegui-la.

Carrascosa, Gil-Pérez e Vilches (2006) em seu trabalho questionam até que ponto a atividade prática influencia na aprendizagem e contribui para a familiarização com a Ciência por parte do aluno. Defendem um modelo de ensino e de aprendizagem de Ciências como uma investigação orientada, apresentando um exemplo ilustrativo de um trabalho prático orientado para alunos de ensino superior de Física.

Criticam as práticas laboratoriais correntes, atribuindo-lhes parte da culpa pela construção de uma imagem distorcida e empobrecida da atividade prática. Além disso,

afirmam não ser a quantidade de práticas realizadas que influencia na aprendizagem, mas sua natureza – pois a atividade experimental não tem sentido isoladamente.

Para que a atividade experimental se aproxime de uma investigação, deve integrar um conjunto de dez aspectos da atividade científica. São eles: a) situações problemáticas abertas; b) interesse que proporcionam as situações; c) proporcionar análise qualitativa sem negar o papel essencial da matemática; d) atividade central: emissão de hipóteses por parte dos alunos; e) elaboração de desenhos da situação; f) análise e interpretação dos resultados; g) consideração de possíveis perspectivas; h) integração entre o conhecimento construído e outros campos de conhecimento; i) produzir uma memória científica: ressaltar o papel da comunicação; j) potencializar a dimensão coletiva do trabalho científico.

Concluem que nas atividades práticas atuais, não se indica questões a serem respondidas – Ciência aproblemática – e não se discute seu interesse e relevância social –visão descontextualizada –, sendo necessária, portanto, uma reorientação na realização dessas práticas. Afirmam que uma atividade prática, abordada quantitativa ou qualitativamente, desenvolve uma série de potencialidades como curiosidade, facilidade de argumentar nas discussões, demanda reflexão, elaboração de hipóteses e espírito crítico. Isso ocorrerá, se o professor propuser uma prática que tenha todas ou algumas das características anteriormente citadas, realizando seu papel fundamental no processo de ensino-aprendizagem: ressaltar os argumentos dados pelos alunos e questioná-los até que cheguem a ser aqueles cientificamente aceitos.

Categoria 2 – Formação de Professores e a Atividade Prática

É muito forte entre os professores que a atividade prática é importante, porém, pouco a utilizam, ou até mesmo a ignoram. Essa dicotomia existente entre discurso e prática pode ser melhor compreendida quando analisamos o papel da atividade experimental na formação do professor. Nessa categoria, os artigos trazem reflexões acerca das implicações da atividade prática na formação do professor.

Thomaz (2000) defende que a componente experimental na formação do aluno depende grandemente do papel do professor no desenvolvimento da sua atividade docente e das suas perspectivas relativas a essa componente. Assim como muitos investigadores da área, Thomaz (2000, p.361) defende que

“O trabalho experimental, quando conduzido numa perspectiva em que, através da aprendizagem fundamental dos conteúdos científicos, os alunos possam desenvolver as capacidades científicas necessárias para atuarem na sociedade de um modo mais eficaz, qualquer que seja seu campo de ação, é um meio de excelência para a criação de oportunidades para o desenvolvimento, nos alunos, dessas mesmas capacidades”.

O autor aplicou questionários a professores do ensino básico e médio objetivando obter dados acerca da importância por eles conferida aos objetivos das atividades experimentais, seus respectivos posicionamentos durante a realização das atividades e razões que pudessem interferir na consecução das mesmas. Em nível universitário, foi entregue um questionário em um seminário organizado pelo departamento de Física, para se obter dados acerca da realidade da experimentação em nível superior. As respostas revelaram um abismo entre a relevância dada pelo professor a certos objetivos experimentais e o grau de execução dos mesmos em sala de aula. Nos ensinos básico, médio e superior, a experimentação é encarada pelo professor numa perspectiva empirista, centrada nos conteúdos, sendo a “demonstração feita pelo professor”, o tipo de trabalho mais utilizado. Dessa forma, os alunos

não protagonizam a atividade, não tendo a oportunidade de desenvolver as capacidades científicas que lhes são requeridas pela sociedade atual.

Conclui afirmando que para que haja a diminuição do abismo entre as necessidades sociais e a formação do jovem, é necessário levar o professor a uma reflexão sobre suas atividades docentes – analisando sua formação, a natureza da Ciência e o papel da experimentação para o ensino de Física –, pois suas concepções sobre o papel da atividade experimental irão determinar a sua prática.

Laburú, Barros e Kanbach (2007) rebatem a justificativa da não utilização da experimentação devido à falta ou deficiência de algo, associando-a a relação do professor com o seu saber profissional, centrada nas relações com o Eu, o Outro e o Mundo. Acreditam que o malogro da atividade experimental no ensino médio não se reduz à simples leitura negativa fundamentada na falta de material, de laboratório ou de horário na grade escolar, mas que depende da relação estabelecida entre o professor, o outro e o mundo. Toma como um referencial discursivo Charlot, para quem a relação com o saber é, de forma mais ampla, relação com o aprender. Para obter dados que lhes permitam relacionar a utilização de atividades experimentais com a relação pessoal do professor com seu conteúdo, realizaram junto a três professores e seus respectivos alunos uma pesquisa qualitativa do tipo estudo de caso, aplicando entrevistas semi-estruturadas, gravadas e transcritas para análise.

Analisando os dados, perceberam que os discursos dos professores destoam da prática pois apesar de alegarem que a atividade prática é muito importante, não fazem uso da mesma. Nas respostas dos docentes havia indícios de que a escolha da profissão se deu por equívoco, o tipo de relação com o seu saber profissional é de simples emprego e não de vocação, havendo, por várias vezes, a citação da insatisfação financeira. A necessidade de cumprimento de conteúdo e a falta de tempo foram alegadas para a não realização das atividades práticas.

Os autores concluem que há fracasso na formação do licenciando em Física, quando se constata a inexistência de um mínimo de ligação entre teoria e evidência durante a práxis desses profissionais. Terminam levantando a questão de que a discussão da relação do professor de Ciências e seu saber profissional devem ser inseridas em sua formação profissional por meio de reflexões problemáticas.

Em seu trabalho, Barros, Losada e Alonso (1995) analisam e apresentam uma intervenção concreta para professores em formação, pois acreditam que para que haja uma nova orientação do trabalho prático, que não pode se limitar a introduzir leis, conceitos e teorias, mas aproximar o estudante do trabalho científico, é necessário uma mudança metodológica do professorado. Aplicaram questionário a 54 alunos do curso de mestrado (especialidade de Ciências) e a 29 alunos licenciados em Biologia, Química, Física e que cursam didática das Ciências experimentais. Cada um dos alunos deveria assinalar, entre uma série de possíveis conteúdos, aqueles que, em seu entendimento, se promoviam através de atividades práticas tradicionais e aqueles que não eram, mas que poderiam ser promovidos por elas. Além disso, três grupos: um do curso de mestrado e outros dois do grupo de licenciados, analisaram duas atividades práticas propostas: uma habitual e outra inovadora.

Os resultados obtidos indicam que os professores em formação têm uma visão restrita das possibilidades educativas do trabalho prático, limitando-os a desenvolver no aluno a observação e as habilidades manipulativas, além de constituir uma ajuda para compreender a teoria explicada na classe habitual. Escassamente demonstraram reivindicação quanto ao maior protagonismo dos alunos no processo de ensino-aprendizagem, minimizado nas práticas habituais de simples ilustração da teoria e integrantes de um modelo de ensino transmissão-recepção. Concluem afirmando que na formação dos professores é essencial que os sujeitos reflitam sobre suas próprias idéias com relação ao ensino de Ciências e tomá-las

como ponto de partida para promover mudanças metodológicas e de atitude. Dessa forma, o professor se torna mais livre, por ser mais conhecedor do assunto, podendo construir seus próprios materiais e modificar os já existentes. Segundo os autores, a análise crítica proporciona ao professor transcender o âmbito educativo.

Em seu trabalho, Leite e Esteves (2005) questionam se a formação do professor o prepara para abordar a Ciência, quer em termos cognitivos (domínio do assunto) ou afetivos (atitude perante ela e reconhecimento de sua importância), de maneira a encontrar formas de desenvolver em seus alunos competências necessárias para lidarem adequadamente com a atividade prática, evitando que se torne uma mera demonstração. Pesquisaram junto a 31 estudantes universitários de um curso de formação de professores de Química e Física de Portugal, aplicando-lhes questionários sobre três atividades laboratoriais. Os professores fariam uma análise individual e, logo depois, em grupo, sobre cada uma dessas atividades. O detalhe reside no fato de que em cada atividade laboratorial há a ausência de um procedimento que torna a experiência pouco clara – tanto para o entendimento, quanto para a execução – para um principiante.

Os resultados mostraram que os professores não identificaram os problemas associados a cada atividade experimental. As análises, em grupo e individual, pouco diferiram entre si, demonstrando a homogeneidade do grupo. Concluíram, então, que esses estudantes universitários apresentaram dificuldades em identificar as inconsistências e incorreções das atividades laboratoriais. Por isso, defendem que a formação inicial de professores em atividades laboratoriais pode e deve ocorrer no âmbito de disciplinas científicas e disciplinas didático-metodológicas de ensino. Além disso, afirmam a necessidade da discussão, ao longo da formação do professor, sobre a importância da atividade prática para o ensino de ciências.

Categoria 3 – Variedades de Tendências na Atividade Prática

Nessa categoria os artigos propõem reorientações para as atividades práticas de maneira que se tornem mais eficazes para o ensino de Ciências. Dessa forma, encontra-se em muitos deles uma variedade de tendências possíveis para a realização de práticas e os objetivos que se atinge com cada uma delas. Assim, são importantes para a conscientização de que as diferentes modalidades de experimentação tendem a priorizar e facilitar o alcance de diferentes objetivos educacionais, cabendo ao condutor da atividade a escolha mais adequada considerando: momento, contexto e finalidades pretendidas.

Araújo e Abib (2003) analisam a produção de artigos sobre a utilização da experimentação como estratégia de ensino de Física objetivando identificar a variedade de tendências existentes em seu uso, assim como suas respectivas finalidades. Foram selecionados 106 artigos publicados na década compreendida entre 1992 e 2001 em dois periódicos de Ensino de Física nacionais – Caderno Catarinense de Ensino de Física e Revista Brasileira de Ensino de Física.

As principais características identificadas pelos autores foram:

- a) Quanto à ênfase matemática: qualitativo (foco nos aspectos de natureza conceitual) e quantitativo (roteiros fechados com tratamento de dados bem enfatizado);
- b) Quanto ao grau de direcionamento da atividade: demonstração/observação (fechada – centrada no professor; aberta – discussões e incentivo a reflexões críticas), verificação (validade de alguma lei física) e investigação (abordagem centrada nos aspectos cognitivos).
- c) Utilização de novas tecnologias;
- d) Construção de equipamentos.

Concluem o trabalho afirmando que a temática é bastante explorada pelos pesquisadores e com diferentes enfoques. Possui dois aspectos fundamentais em sua eficiência: 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.

Borges (2002) defende uma mudança de foco no trabalho dos laboratórios para objetivos que se aproximem mais da Ciência: manipulações de idéias e interpretações sobre observações e fenômenos. Discute o papel da prática no ensino de ciências além de rever como tem sido utilizada. Para o autor, o ensino, não só de Ciências, é uma atividade complexa e problemática: uma gama de variáveis que vão desde o próprio professor, passando por seus colegas, seus estudantes, a comunidade, chegando às suas condições de trabalho. Afirma que a forma como os professores entendem aquilo que ensinam e como crêem que podem fazê-lo é uma parte fundamental para a melhora do ensino de ciência.

O autor afirma que apesar de haver a crença de que a inclusão de atividades práticas melhore o ensino, sua simples realização não garante bons resultados. Por isso, o professor deve ter em mente que a atividade prática realizada pelo aluno não tem o mesmo objetivo que a atividade do cientista em seu laboratório e que não há a necessidade de haver um ambiente especial reservado para a realização de atividades práticas – com mesas, instrumentos – mas que haja a atividade prática como uma atividade reflexiva. Necessita-se buscar novas maneiras de se utilizar as atividades prático-experimentais, permitindo ao estudante integrar conhecimentos práticos e teóricos. Conclui seu trabalho propondo algumas alternativas para

as atividades práticas. São elas: a) favorecer a atividade do estudante: que ele seja o centro desse processo ensino-aprendizagem; b) respeitar os conhecimentos prévios dos alunos; c) estruturar uma atividade com investigações e problemas práticos mais abertos, para que os alunos resolvam sem a direção imposta por um roteiro fortemente estruturado ou por instruções verbais do professor; d) atividades cuidadosamente planejadas, levando-se em conta objetivos pretendidos, recursos disponíveis e idéias prévias dos estudantes; e) variar o grau de abertura da atividade, objetivar explorar os fenômenos e que o aluno tenha responsabilidade nessa investigação; e) professor atuar como mediador entre grupo e tarefa, intervindo nos momentos de indecisão, falta de clareza ou consenso; f) propiciar atividades relevantes e motivadoras que desafiem o aluno em suas habilidades cognitivas; g) levar os alunos a discutir e tentar compreender o significado e as implicações das observações e resultados.

Gil Pérez e Valdés Castro (1996) acreditam que as práticas devem ser reorientadas e apresentam, em seu trabalho, uma remodelação de uma prática habitual a fim de convertê-la no que pensam se aproximar da investigação. Para ser considerada uma investigação, uma atividade deve possuir uma série de aspectos, já citados na categoria 1 em Carrascosa, Gil Pérez e Vilches (2006).

Produziram uma atividade ilustrativa de investigação para orientar estudantes com a finalidade de familiarizá-los com a riqueza da atividade científica. Acreditam que a discussão acerca da importância do estudo planejado contribui para que os alunos já comecem a formar uma concepção preliminar da situação problemática. Quando se pede que os estudantes fundamentem suas hipóteses, avançam argumentos, que podem ser parcialmente certos, mas que conduzem a conclusões erradas por incorrer em reducionismos funcionais, elaboram estratégias que possam comprovar suas hipóteses, analisam e comunicam seus resultados. Já o

professor tem um papel fundamental na discussão: ressaltar e ampliar os argumentos dos estudantes e somar a eles outros argumentos, tentando fazer com que apareçam os conhecimentos científicos.

Merino e Herrero (2007) apresentam, como resultado de uma pesquisa realizada durante anos, uma proposta de atividade prática aberta e de fácil aplicação no ensino médio denominada “Resolução de Problemas Experimentais”. Acreditam ser uma possível solução para preencher as lacunas deixadas pelo uso tradicional do laboratório. Afirmam que:

“O uso tradicional que se vem realizando nos laboratórios, baseado na realização de práticas receitas em que os alunos seguem fielmente as indicações listadas em um roteiro é uma forma pobre e obsoleta de se utilizar este recurso didático tão importante” (Merino e Herrero, 2007, p.631)

De acordo com os autores, há três razões para que as atividades experimentais não obtenham sucesso: 1) se utiliza pouco o laboratório; 2) raras vezes se incluem as investigações; 3) os estudantes não têm espaços para conclusões e reflexões. Para avaliar a realidade dos trabalhos práticos, realizaram, durante quatro anos, junto a alunos uma pesquisa-ação com o objetivo de avaliar a realidade dos trabalhos práticos de laboratório na realidade escolar, escolhendo três aspectos: 1) opiniões dos professores sobre a prática de laboratório; 2) análise do conhecimento da metodologia científica por parte dos alunos; 3) análise de bibliografia de livros e textos em manuais de laboratório.

Concluem o trabalho defendendo que o grupo de laboratório deve ser no máximo de três alunos e a turma de 18 alunos. Além disso, afirmam ser necessária a existência de professores de apoio que possam atender o desdobramento que essas atividades requerem. Trocariam todos os manuais por uma ficha de anotação que tenha a seqüência de uma investigação científica que conduza muito bem a atividade do aluno além de familiarizá-lo com a metodologia científica: identificar problemas, dividir tarefas, refletir sobre os fatos. Porém, afirmam sobre os alunos:

“A metodologia da superficialidade segue reinando entre os alunos que primam pela imediatez, por resultados a qualquer custo, atalhos, sem muito rigor em suas ações, sem precisão e gosto pelo trabalho bem feito. Empregam uma linguagem própria e não chamam os objetos dos laboratórios por seus nome” (Merino e Herrero, 2007, p.642).

Categoria 4 – Ensino de Física e a Temática Ambiental

Foram poucos os artigos encontrados nesta categoria. Não se pode entender o porquê de não se utilizar de temas ambientais, em voga atualmente, para ensinar conceitos de Física. Acreditamos que isso contribuiria não só para a socialização de conhecimentos científicos, como também para uma maior identificação do aluno com as aulas – o que facilitaria no ensino dos conteúdos propostos.

Silva e Carvalho (2002) acreditam que o processo educativo pode e deve ser utilizado para que as pessoas opinem sobre e vivenciem os principais problemas decorrentes da utilização das diversas tecnologias de produção de eletricidade em larga escala. Por isso, identificam e sistematizam os principais elementos das discussões ocorridas nos meios técnicos e acadêmicos, que tratam sobre produção de energia elétrica em larga escala, relacionam à temática ambiental e os apontam como potenciais temas para se trabalhar conteúdos escolares.

Concluem suas idéias afirmando que é necessário que os principais temas discutidos e valorizados pela sociedade estejam sistematizados com o saber escolar, de maneira a trazer para sala de aula as principais discussões que ocorrem nos meios técnicos e acadêmicos sobre produção de energia elétrica em larga escala e a temática ambiental, pois uma situação ou problema de natureza social pode contribuir para que o professor desenvolva os conteúdos de natureza mais técnica da Física. Além disso, a compreensão desses conteúdos possibilita ao

professor atuar na formação cidadã do aluno por meio de um aprofundamento no conhecimento dos fenômenos naturais, podendo oferecer a eles condições de análise e de interpretação de fenômenos sociais mais complexos, sobre os quais estará apto a opinar e dar sugestões.

A temática ambiental abordada no âmbito do ensino tem sido sugerida por pesquisadores na área do Ensino de Física, buscando contemplar atuais propostas curriculares. Dessa forma, Damásio e Steffani (2007) elaboraram uma proposta de trabalho cujo tema foi utilizado para propor um projeto a fim de explorar os conceitos científicos durante sua execução. Nele, um dos objetivos principais foi conscientizar alunos e pais sobre o aquecimento global suas conseqüências e a necessidade de reciclarmos o lixo que produzimos. Defendem que atividades desse tipo despertam o interesse do aluno pela Física. A escola deve proporcionar atividades como essa, pois é responsável por formar cidadãos que responderão por decisões futuras acerca da economia e política, inclusive quanto à escolha de futuros dirigentes de nosso país.

Categoria 5 – Atitude em relação ao Ensino de Física

Essa categoria aborda algo extremamente importante para os professores, pois nos esclarece qual é a atitude dos alunos em relação à Física. Vale ressaltar que se define como atitude uma disposição ou tendência a responder positivamente ou negativamente em relação a alguma coisa. Possui pelo menos três componentes – cognitiva, emocional e comportamental.

Talim (2004) acredita que todo professor deseja que os estudantes gostem de sua disciplina e trabalha ativamente para modificar a atitude desses alunos. Dessa forma, resolve

pesquisar sobre a atitude no ensino de Física, porém identifica três grandes obstáculos para a pesquisa sobre atitude: a) definição de termos relevantes (atitude e ciência); b) falta de um medidor, de um instrumento válido, não havia, na literatura consultada, instrumentos válidos para medir a atitude de estudante do nível médio em relação à Física; c) ausência de uma teoria psicológica que possa dar suporte às relações possíveis entre atitude e o comportamento, e às estratégias de mudança de atitude. Sendo assim, o autor resolve contribuir construindo um instrumento eficaz de medidas de atitude (escala tipo Likert), procurando solucionar um dos três obstáculos por ele identificados.

Elaborou uma escala cujas afirmativas têm dois fatores que podem ser observados – o uso e utilidade da Física, aspecto afetivo de gostar ou não da disciplina. A escala foi validada por meio da análise de sua aplicação a um grupo heterogêneo e de número significativo de componentes – 502 alunos de escolas estaduais, municipais e particulares. Além de ser a única do tipo no Brasil, ainda pode ser utilizada em dois tipos de pesquisas: as que buscam relacionar os efeitos da atitude nos processos de ensino-aprendizagem e que precisam dividir os alunos em dois ou mais grupos diferentes, e as que visam modificar as suas atitudes. Conclui que grande parte dos alunos atribui importância à Física, porém, no aspecto afetivo, não gostam da disciplina.

Menegotto e Rocha Filho (2008) investigaram a atitude dos alunos de Física do Ensino Médio na Região do São Miguel do Oeste, em Santa Catarina, em relação a esta ciência. Assumem o conceito de atitude tal qual Talim (2004), anteriormente citado. Aplicaram, a 125 alunos, um teste contendo 14 afirmações, cada qual oferecendo 5 alternativas relativas à concordância do respondente quanto ao teor na afirmação.

A análise dos dados coletados permitiu concluir que muitos alunos demonstram interesse pela Física e consideram-na importante para suas vidas; porém, por muitas vezes,

sentem-se incompetentes para aprendê-la porque a associam a cálculos matemáticos que consideram complexos e difíceis. Identificaram um descompasso existente entre a Física ensinada e os conhecimentos prévios dos alunos, dificultando a construção de conhecimentos significativos e consistentes. Afirmam que a baixa relação da Física com a realidade dos estudantes é um dos principais entraves à aprendizagem e que o aprimoramento das formas de linguagem utilizadas em sala de aula pode conduzir o aluno à compreensão, pois o estudante aprende de acordo com a linguagem que o professor utiliza.

Concluem afirmando que, para o estudo de Física se tornar relevante e interessante para o aluno, é importante que o professor aborde os conteúdos de maneira que conduza os estudantes à reflexão e à interação, como sujeitos participantes do processo, e não como meros expectadores. Com isso, possibilitaríamos aos alunos a elaboração de seus conceitos e atitudes, introduzindo termos científicos em seus conhecimentos prévios. Por isso, o professor deve proporcionar situações que possibilitem comunicações espontâneas, o que permitiria ao professor acompanhar o desenvolvimento do pensamento dos alunos, melhorando sua compreensão do mundo em que vive.

De acordo com as recomendações, resultados e experiências encontradas nessa revisão, pudemos observar que a atividade prática pode promover a aprendizagem significativa, mas, para isso, o professor deve ter muito cuidado ao conduzi-la. O presente projeto somente tomou sua forma final após a leitura de tais textos. Muitas foram as advertências e alertas. Dessa forma, tomamos alguns pontos como referência para a elaboração das aulas:

- 1) Tal como defendido por Damásio e Steffani (2007): escolher um tema de relevância social e de cunho ambiental no qual conceitos, relativos ao corpo de conteúdo abordado, pudessem ser explorados.

- 2) Discutir a importância do estudo planejado, o que contribui para que os alunos já elaborem uma concepção preliminar da situação problemática, conforme defendido por Gil Pérez e Valdés Castro (1996).
- 3) Como aconselhado por Menegotto e Rocha Filho (2008) e indicado por Hodson (1994): elaborar situações que possibilitassem comunicações espontâneas, embasadas nas questões-problema de Vergnaud , o que permitiria ao professor conduzir a discussão e acompanhar o desenvolvimento do pensamento dos alunos.
- 4) Utilizando a escala elaborada por Talim (2004): investigar a atitude dos alunos em relação à Física, relativa ao uso e utilidade da Física e ao aspecto afetivo de gostar ou não da disciplina.
- 5) Um dos requisitos básicos para que haja a aprendizagem significativa: levantar os conhecimentos prévios dos alunos necessários ao entendimento do corpo de conteúdo escolhido. De acordo com Borges (2002), respeitar os conhecimentos prévios dos alunos e planejar cuidadosamente as atividades, levando-se em conta objetivos pretendidos, recursos disponíveis e idéias prévias dos estudantes, favorece a motivação do aluno, pois ele percebe ser o centro desse processo ensino-aprendizagem.
- 6) Conforme indicado por Hodson (1994): durante os questionamentos, a pessoa mais capaz conduz as discussões, levando os alunos a questionarem suas idéias. Dessa forma, os alunos são estimulados a explorarem sua opinião, transformando a atividade prática em uma atividade reflexiva.

De acordo com Araújo e Abib (2003), podemos enxergar a atividade experimental de construção do aquecedor solar de baixo custo como uma situação nova e desafiadora para o aluno, na tentativa de propiciar a construção de um ambiente motivador. Utilizamos aulas em power point e vídeos sobre o assunto, procurando diversificar ainda mais tal prática. De acordo com os autores aqui citados, podemos dizer que a atividade, por nós elaborada, tem as seguintes características:

- ✓ Caráter qualitativo – foco nos aspectos de natureza conceitual do processo;
- ✓ Atividade aberta – com discussões e incentivo a reflexões críticas;
- ✓ Apresenta alguns aspectos de investigação pela abordagem estar centrada nos aspectos cognitivos.

Capítulo 3 – Referencial Teórico

Na revisão bibliográfica, observamos que várias questões levantadas relativas ao ensino por meio da utilização de atividades práticas e as propostas elaboradas, nos reportavam a pontos da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel, dentre os quais o mais relevante, em nossa opinião, é a valorização do conhecimento prévio do aluno.

De acordo com essa teoria os conhecimentos prévios dos alunos devem ser valorizados, e quando relacionados ao novo conteúdo, colaboram para dar significado a ele. Supõe a participação ativa do aluno na aquisição de conhecimentos, de maneira que tais conhecimentos venham a ser não apenas uma mera repetição, mas uma reelaboração pessoal. O objetivo é o de que o aluno aproprie-se do conteúdo aprendido de forma que ele venha a auxiliá-lo em futuras assimilações de conhecimento. Para complementar, por serem compatíveis com algumas de nossas idéias sobre o processo ensino-aprendizagem, faremos referência, de forma menos aprofundada, ao referencial proporcionado pela Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud.

3.1 – A Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel

Moreira (1999a, p.50) enfatiza uma asserção de Ausubel que diz que se fosse possível isolar o fator mais importante para a aprendizagem significativa de um novo material, esse fator seria o conhecimento prévio do aprendiz. Dessa forma, o professor deveria descobri-lo e ensinar baseado nisso. Moreira (1999b) também afirma que na perspectiva ausubeliana, o conhecimento prévio é a variável crucial para a aprendizagem significativa.

Ausubel (em Moreira, 1999a) considera três tipos de aprendizagens: a cognitiva – armazenamento organizado de informações –, a afetiva – sinais internos dos indivíduos: prazer, dor, ansiedade, etc – e a psicomotora – respostas musculares treino e prática. Ausubel foca sua proposta na aprendizagem cognitiva. Para ele, aprendizagem significa a organização e integração de materiais na estrutura cognitiva, sendo o processo cognitivo o evento por meio do qual se adquire e se utiliza o conhecimento.

Ausubel parte do pressuposto de que os indivíduos apresentam organizações cognitivas internas baseadas em conhecimentos de caráter conceitual, sendo sua complexidade determinada não pelo número de conceitos que contém, mas sim pelas relações que os conceitos existentes estabelecem entre si. Essas relações, segundo ele, têm caráter hierárquico de forma que a estrutura cognitiva é compreendida como uma rede de conceitos organizados hierarquicamente, de acordo com o grau de abstração e generalização.

De acordo com Moreira (2006), o conceito central da teoria de Ausubel é o da aprendizagem significativa. Para ele (Moreira, 1999b), a aprendizagem é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona de maneira substantiva (não-literal) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. A substantividade significa dizer que se incorpora à estrutura cognitiva a substância do novo conhecimento, das novas idéias, e não os signos precisos usados para expressá-lo. Já a não-arbitrariedade significa dizer que esse relacionamento não é com qualquer aspecto preexistente da estrutura cognitiva, mas sim com conhecimentos especificamente relevantes, os subsunçores, conhecimentos prévios que servem de matriz ideacional e organizacional para a incorporação, compreensão e fixação (ancoragem) de novos conhecimentos.

Mas o que são os subsunçores? A idéia básica é que o subsunçor – que pode ser uma idéia, uma proposição ou um conceito – sirva de “ancoradouro”, receptáculo para a nova informação. Isto é, que por meio dele, o aluno seja capaz de atribuir significado à nova informação. Dessa forma, novas informações podem ser aprendidas significativamente, na medida em que idéias, conceitos, proposições, relevantes e inclusivos estejam disponíveis na estrutura cognitiva do aprendiz.

De acordo com Moreira, não ocorre apenas uma atribuição de significado a uma nova estrutura, mais há mudanças significativas em atributos relevantes da estrutura cognitiva do aprendiz. Segundo ele:

“Há, pois, um processo de interação pelo qual conceitos mais relevantes e inclusivos interagem com o novo material servindo de ancoradouro, incorporando-o e assimilando-o, porém, ao mesmo tempo, modificando-se em função dessa ancoragem” (Moreira 2006, p.15).

Mas o que ocorre se não existirem os subsunçores? Os subsunçores podem ser abrangentes e bem-desenvolvidos, ou limitados e pouco desenvolvidos, dependendo da frequência com que ocorre aprendizagem significativa em conjunção com um dado subsunçor. Caso não existam, são adquiridos por meio da aprendizagem mecânica, processo através do qual novas informações são aprendidas praticamente sem interação com conceitos relevantes da estrutura cognitiva e que vão se tornando mais elaborados na medida em que ocorre a aprendizagem significativa.

Ausubel (em Moreira, 1999a) não estabelece distinção entre a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica como sendo uma dicotomia, mas sim um *continuum*, onde teríamos a aprendizagem mecânica num dos extremos e a aprendizagem significativa em outro.

Podemos apresentar as diferenças entre as duas aprendizagens numa tabela:

Tabela 1: Comparação entre a Aprendizagem Significativa e Aprendizagem Mecânica.

APRENDIZAGEM MECÂNICA	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA
Nova informação com pouca ou nenhuma interação com os subsunçores da estrutura cognitiva do aprendiz.	Nova informação interage com conceitos relevantes pré-existent na estrutura cognitiva do aprendiz: os subsunçores.
Interação arbitrária	Interação não-arbitrária
Interação literal	Interação substantiva
Armazenamento arbitrário	Armazenamento hierárquico

Moreira afirma o seguinte sobre a aprendizagem mecânica:

“Em Física, como em outras disciplinas, a simples memorização de fórmulas pode ser entendida como um exemplo típico de aprendizagem mecânica. Ou ... típica argumentação daquele aluno que afirma ter estudado tudo, ..., mas que ...na hora da prova não consegue resolver problemas ... e transferir esse conhecimento” (Moreira 2006, p.16).

Mas o que se deve fazer para que a aprendizagem significativa ocorra? Que o aprendiz tenha os subsunçores necessários à ancoragem das novas informações, pois isso permite que o assunto faça sentido para o aluno e ele tenha condições de aprender significativamente o corpo de conteúdo em questão. Para que ocorra a aprendizagem

significativa é necessário que o **material seja potencialmente significativo**; que possibilite estabelecer relação entre a informação nova e os conhecimentos que o aluno já tem.

“A condição de que o material seja potencialmente significativo envolve dois fatores principais, ou duas condições subjacentes, quais sejam: a natureza do material em si; e a natureza da estrutura cognitiva do aprendiz. Quanto à natureza do material, ele deve ser ‘logicamente significativo’ ou ter ‘significado lógico’, isto é, ser suficientemente não-arbitrário e não-aleatório, de modo que possa ser relacionado, de forma substantiva e não-arbitrária, a idéias correspondentes relevantes, que se situem dentro do domínio da capacidade humana de aprender. No que se refere à estrutura cognitiva do aprendiz, nela devem estar disponíveis os conceitos subsunçores ‘específicos’, com os quais o novo material poderá relacionar” (Moreira, 1999b, p. 21).

Essa condição não se faz suficiente, pois outra, tão importante quanto, é a de que o aprendiz manifeste a disposição para relacionar o conteúdo do material potencialmente significativo à sua estrutura cognitiva de maneira substantiva e não-arbitrária, ou seja, **pré-disposição para aprender de forma significativa**.

Quanto ao material ser potencialmente significativo (Moreira, 1999b) há algumas condições satisfeitas para que isso ocorra:

- **Natureza do Material** – logicamente significativa, ter significado lógico, suficientemente não-arbitrário e não-literal;
- **Natureza da Estrutura Cognitiva** – nela devem estar disponíveis os subsunçores específicos, com os quais o material irá se relacionar.

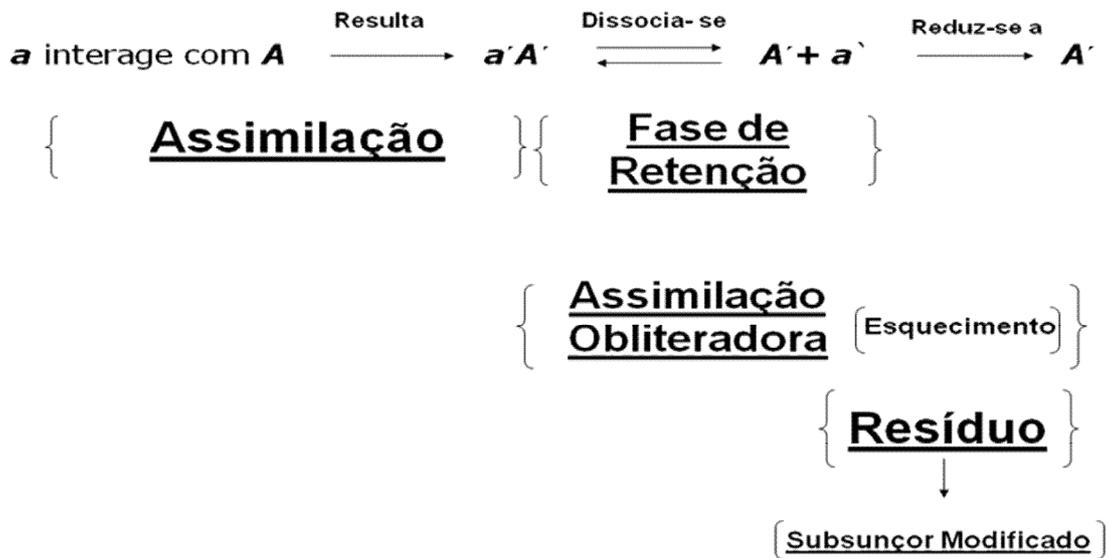
Independente de quão significativo seja o material a ser trabalhado, de nada adiantará se o aluno tiver a intenção de memorizá-lo arbitrariamente e literalmente, tendo, assim, uma aprendizagem mecânica. Isso significa que a participação do aluno com a sua “vontade de aprender” é de suma importância para a ocorrência da aprendizagem significativa. O contrário

também é verdadeiro: independente de quão motivado a estudar e disposto a aprender, tal aprendizagem não ocorrerá caso não haja o material potencialmente significativo. Ou seja, essas duas condições são necessárias para a ocorrência da aprendizagem significativa.

Em Moreira (1999b), encontramos que, no processo da aprendizagem significativa, o novo corpo de conteúdo, ao ser assimilado pelo aprendiz, sofre alteração e entra em um processo que chamamos retenção, onde as idéias antigas e novas ainda são dissociáveis. Essas idéias tornam-se progressivamente indissociáveis a uma só, o resíduo, o subsunçor modificado. Esse processo respeita a tendência reducionista da organização cognitiva, pois é mais simples e econômico reter apenas idéias, conceitos e proposições mais gerais e estáveis.

Podemos deixar essa idéia mais clara através do esquema abaixo (Moreira, 1999b, p.28):

Figura 1 – Esquema do Processo da Aprendizagem Significativa

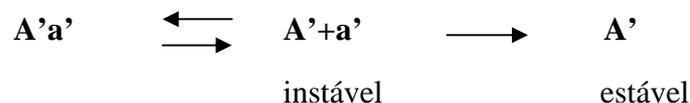


Cada processo desses é assim por ele explicado:

- **Assimilação** – processo que ocorre quando uma idéia, conceito ou proposição *a*, potencialmente significativo, é assimilado por uma idéia, conceito ou proposição mais geral e inclusiva, isto é, um subsunçor *A*, já estabelecido na estrutura cognitiva.
- **Retenção** – período de tempo variável onde as idéias permanecem dissociáveis, como entidades individuais.



- **Assimilação Obliteradora** – o novo torna-se, espontânea e progressivamente, menos dissociável da estrutura cognitiva, até que não possa ser reproduzido separadamente.



- **Resíduo** – membro mais estável do produto *A'a'*, isto é, o **subsunçor modificado**.

De acordo com Moreira (1999b), o fenômeno da aprendizagem significativa ocorre baseado numa **tendência reducionista da organização cognitiva**: é mais simples e econômico reter apenas idéias, conceitos e proposições mais gerais e estáveis do que as novas idéias assimiladas. A estrutura cognitiva tende a uma organização hierárquica em relação ao nível de abstração, generalidade e inclusividade das idéias.

Ausubel distingue três tipos de aprendizagem significativa: representacional, de conceitos e proposicional. Faremos aqui uma descrição mais detalhada de cada uma:

- Aprendizagem representacional: tipo mais básico de aprendizagem significativa. Envolve a atribuição de significados a determinados símbolos (tipicamente palavras), isto é, a identificação, em significado, de símbolos com seus referentes (objetos, eventos e conceitos). Moreira (2006) coloca a aprendizagem de conceitos como uma aprendizagem representacional, pois conceitos também são representados por símbolos particulares. Cita que Ausubel entende conceito como objetos, eventos, situações ou propriedades que possuem atributos criteriosais comuns e são designados, em uma dada cultura, por um signo ou símbolo aceito. É basicamente uma associação simbólica primária. Atribuindo significados a símbolos como, por exemplo, valores sonoros vocais a caracteres linguísticos.
- Aprendizagem de conceitos: representam abstrações dos atributos essenciais dos referentes, representam regularidades em eventos ou objetos. É uma extensão da aprendizagem representacional, mas num nível mais abrangente e abstrato, como o significado de uma palavra, por exemplo. A formação de conceitos ocorre, primordialmente, em crianças em idade pré-escolar, enquanto a aprendizagem de conceitos por assimilação predomina em crianças em idade escolar e em adultos. Segundo Ausubel (em Moreira, 2006), a estrutura cognitiva tende a organizar-se hierarquicamente em termos de abstração, generalidade e inclusividade de seus conteúdos.

- Aprendizagem proposicional: é o inverso da representacional. A tarefa é aprender o significado que está além da soma de significados das palavras e conceitos que compõem a proposição. A aprendizagem representacional é básica, ou pré-requisito, para a aprendizagem proposicional. Exemplo: a proposição referente à lei de Ohm só poderá ser aprendida significativamente depois que forem aprendidos os conceitos que, combinados, constituem tal proposição.

Segundo Ausubel (em Moreira, 2006), de acordo com sua natureza, a aprendizagem significativa pode ser de três diferentes tipos:

- a) Subordinada: nessa, a estrutura presente na estrutura cognitiva do aprendiz, o subsunçor, tem idéias mais gerais e inclusivas que o material potencialmente significativo. Logo, ocorre uma subordinação do novo conhecimento à estrutura cognitiva. Ocorre por diferenciação progressiva, melhor explicado mais a frente.

Distinguem-se dois tipos de aprendizagem subordinada:

- b) Derivativa – o material é um exemplo específico de um conceito já estabelecido na estrutura cognitiva, ou apenas enfatiza e ilustra uma proposição geral, previamente aprendida. Ex: aprender a falar em campo de temperaturas, campo de pressões, campo de energias poderia ser uma aprendizagem subordinada derivativa para alunos que tivessem bem claro e diferenciado, em sua estrutura cognitiva, o conceito de campo, e particularmente, o de campo escalar. Nessa aprendizagem, os atributos criteriosais do subsunçor não mudam, porém novos exemplos podem ser reconhecidos como relevantes.

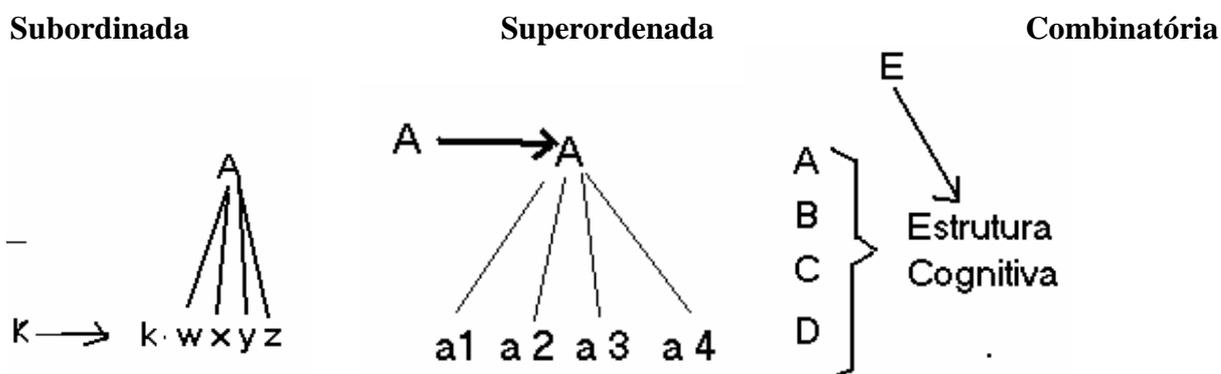
- c) Correlativa – o material é uma extensão, elaboração, modificação ou qualificações de conceitos ou proposições previamente aprendidos. É

incorporado por interação com subsunçores, mais inclusivos, contudo seu significado não está implícito e não pode ser adequadamente representado por esses subsunçores; processo pelo qual, mais tipicamente, o novo conteúdo é aprendido. Ex: a identificação do campo produzido por um fluxo magnético variável como um campo elétrico induzido. Esse novo conceito adquirirá significação pela interação com o conceito de campo elétrico, porém não como um mero exemplo, pois possui características próprias, modificando o conceito pré-existente. Nessa aprendizagem, os atributos do subsunçor são estendidos ou modificados no processo de subsunção.

- Superordenada: o conceito ou proposição é mais geral e inclusivo do que as idéias já estabelecidas na estrutura cognitiva do aprendiz. É indutiva e ocorre por reconciliação integrativa. Ex: a aprendizagem do princípio de conservação de energia na medida em que fosse introduzido por meio de exemplos específicos, em que a quantidade total de energia de um sistema, antes e depois de uma transformação, é a mesma. Após sucessivos exemplos, o aluno poderá chegar ao conceito de conservação de energia como um todo.
- Combinatória: a idéia não é suficiente ampla para absorver os subsunçores, mas, em contrapartida, é muito abrangente para ser absorvida por esses. Ou seja, a nova proposição não é assimilada por outras já estabelecidas na estrutura cognitiva, nem é capaz de assimilá-las. Dessa forma, a nova informação potencialmente significativa pode ser relacionável à estrutura cognitiva como um todo, de uma forma geral, e não como um exemplo. Isso ocorre pela via integrativa: como exemplo Ausubel cita a aprendizagem da equivalência entre massa e energia.

Moreira (1999a) ilustra as diferentes naturezas da aprendizagem significativa da seguinte maneira:

Figura 2: Classificação da aprendizagem significativa quanto à natureza.



Os processos que ocorrem na estrutura cognitiva do aluno, ou seja, aqueles por meio dos quais a estrutura cognitiva se reorganiza para reter a nova informação e, portanto, proporcionar a ocorrência da aprendizagem significativa, são: **diferenciação progressiva** e a **reconciliação integrativa**. Esses processos ocorrem na medida em que a aprendizagem significativa acontece, ou seja, no curso da aquisição de significados.

Na intenção de exemplificá-los, Moreira (2006) afirma que uma vez adquirida a idéia de que a aprendizagem significativa é caracterizada pelo relacionamento substantivo e não arbitrário de uma nova informação com outra relevante já existente na estrutura cognitiva, as aprendizagens significativas dos conceitos de aprendizagem representacional, conceitual e proposicional, representam uma diferenciação progressiva do conceito de aprendizagem significativa, em si. Dessa forma, o conceito subsunçor “aprendizagem significativa” foi reelaborado, modificado, adquirindo novos significados. Um exemplo, encontrado em Moreira (1999b), diz que se pode falar em campos de temperatura, campos de pressão, campos de energia, o que seria um caso de aprendizagem derivativa para alunos que tivessem

bem claro e diferenciado, em sua estrutura cognitiva, o conceito de campo e, particularmente, o de campo escalar.

Por outro lado, reconhecer que esses tipos de aprendizagem podem ocorrer tanto por subordinação, como por superordenação, ou por combinação de significados, constitui uma reconciliação integrativa. Essa reconciliação integrativa ocorre na medida em que o aprendiz reconhece classificações diferentes de aprendizagem e que não envolvem contradições. Conflitos entre significados podem ser resolvidos por meio de reconciliação integrativa. Como exemplo, podemos citar a equivalência entre massa e energia. Existe uma proposição de equivalência entre massa e energia que não se subordina aos conceitos de massa e energia e que nem é capaz de subordiná-los. Essa proposição é relacionável ao que o aprendiz já possui em sua estrutura cognitiva. Dessa forma, houve um delineamento de diferenças e similaridades entre coisas relacionadas, ou seja, houve um rearranjo dos elementos existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Assim, Moreira afirma:

“... a aprendizagem que resultar em reconciliação integrativa resultará igualmente em diferenciação progressiva adicional de conceitos e proposições. A reconciliação integrativa é uma forma de diferenciação progressiva da estrutura cognitiva que ocorre na aprendizagem significativa” (Moreira, 2006, p.37).

Assim, percebe-se que são processos que garantem a dinamicidade de nossa estrutura cognitiva que leva a uma organização do conteúdo aprendido. Estrutura essa que, segundo Moreira (2006), é hierárquica e na qual idéias mais inclusivas se situam no topo e, progressivamente, abrangem proposições, conceitos e dados menos inclusivos e mais diferenciados.

Para se obter evidências de ocorrência da aprendizagem significativa o professor deve ter coerência entre ensino e avaliação; não adianta buscar evidências de uma aprendizagem significativa se o ensino não foi organizado e ministrado para a facilitação da mesma. Dessa forma, o professor deve estimular a estrutura cognitiva do aprendiz, organizando seqüencialmente um corpo de matéria; identificando os subsunçores que devem existir na estrutura do aprendiz; identificando o potencial significante do aprendiz, isto é, suas estruturas cognitivas já consolidadas e aplicando um método de ensino que priorize a associação das idéias novas com as do aprendiz.

O professor pode influenciar a estrutura cognitiva do aluno de duas maneiras:

- a) **Substantivamente** – apresentação de conceitos e princípios unificadores e inclusivos.
- b) **Programaticamente** – utilização de **princípios programáticos** – organizadores prévios, por exemplo – apropriados na organização seqüencial da matéria de ensino.

Os princípios programáticos são meios que podem ser utilizados pelo professor para facilitar a ocorrência da aprendizagem significativa, pois muitas vezes o aluno, apesar de possuir os subsunçores adequados, não percebe sua relacionabilidade com o novo conteúdo.

São eles:

- a) Organizadores Prévios – materiais introdutórios, apresentados antes do próprio material a ser aprendido, porém, em um nível maior de abstração, generalidade e inclusividade do que esse material. É uma estratégia apresentada por Ausubel para manipular a estrutura cognitiva do aluno, a fim de facilitar a aprendizagem. Os organizadores são espécies de pontes cognitivas com a função de preencher a

lacuna existente entre o que o aluno já sabe e o conteúdo a ser aprendido de forma significativa, uma espécie de “ancoradouro provisório” (em Moreira, 1999b).

- b) Diferenciação Progressiva – princípio que indica a apresentação das idéias e conceitos mais gerais e inclusivos do corpo de conteúdo a ser trabalhados no início da instrução e, progressivamente, diferenciados em termos de detalhe e de especificidade.
- c) Reconciliação Integrativa – princípio programático pelo qual a instrução também deve explorar relações entre idéias, apontar similaridades e diferenças importantes e reconciliar discrepâncias reais e aparentes.
- d) Organização Sequencial – consiste em seqüenciar os tópicos, ou unidades de estudo, de maneira coerente com as relações de dependência naturalmente existentes na matéria, observando os dois princípios da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

Findamos a apresentação da TAS de Ausubel, falando um pouco sobre as maneiras através dos quais buscamos evidências da ocorrência da aprendizagem significativa. Para isso, destacamos um comentário de Moreira sobre a busca dessas evidências

“... não adianta nada buscar evidências de Aprendizagem Significativa se o ensino não foi organizado e ministrado para facilitar a Aprendizagem Significativa. ... entre ensino e avaliação deve haver coerência, harmonia, consistência...” (Moreira, 1999b, p.57)

São três as maneiras que temos de evidenciá-la:

- 1) Para evitar a simulação da aprendizagem significativa deve-se formular questões e problemas de maneira nova e não familiar que requeiram máxima transformação do conhecimento adquirido;
- 2) Solicitar aos estudantes que diferenciem idéias relacionadas, mas não idênticas, ou que identifiquem os elementos de um conceito ou proposição de uma lista contendo elementos de outros conceitos e proposições similares;
- 3) Propor ao aprendiz tarefas de aprendizagem que dependam seqüencialmente uma da outra, e que não possa ser executada sem uma genuína compreensão da antecedente.

Por fim, Buchewits (2001), em seus estudos, apresenta dois mapas conceituais descrevendo, por meio deles os aspectos da aprendizagem significativa.

Figura 3: Mapa conceitual simples sobre a Aprendizagem Significativa
http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol6/n2/v6_n2_a2.htm

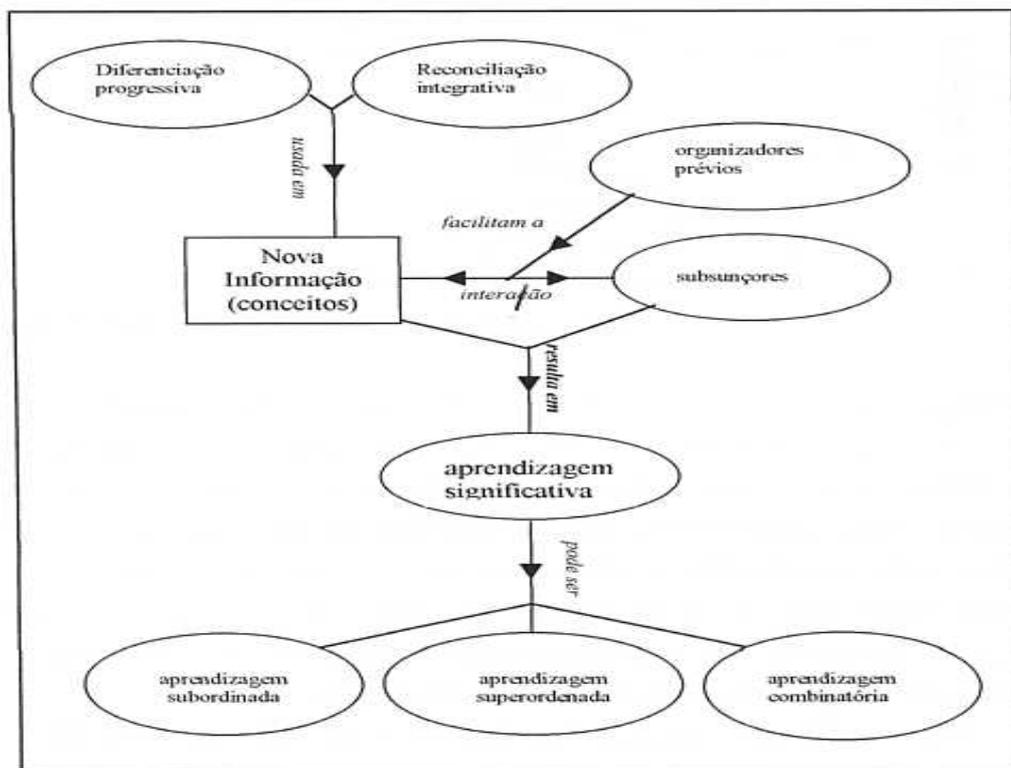
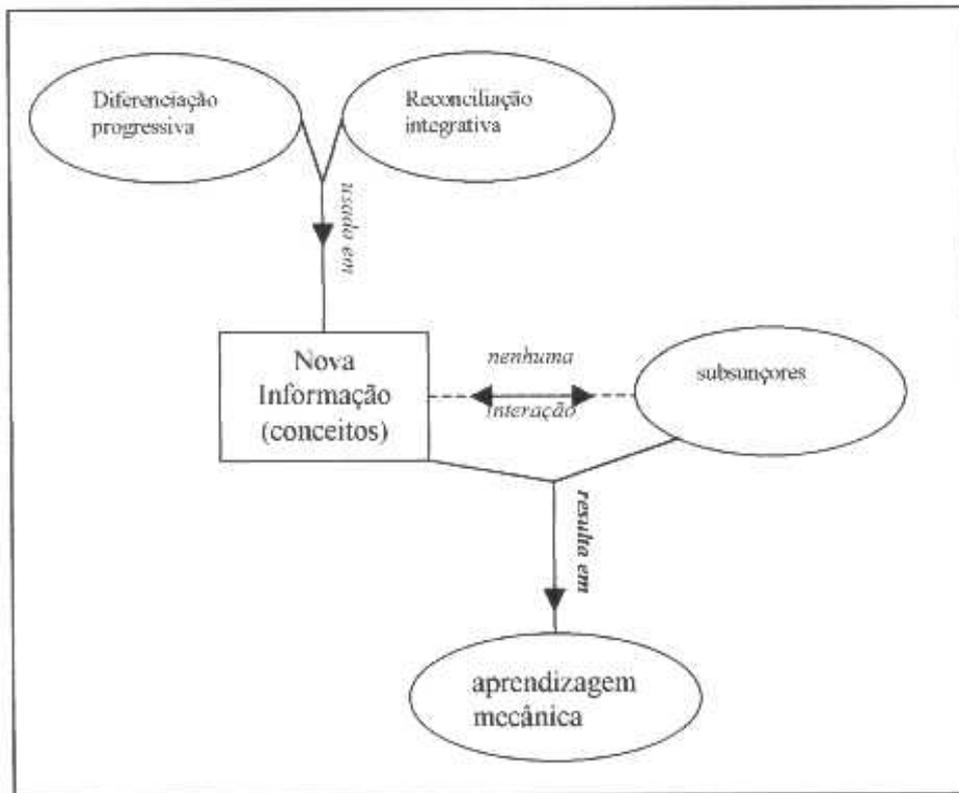
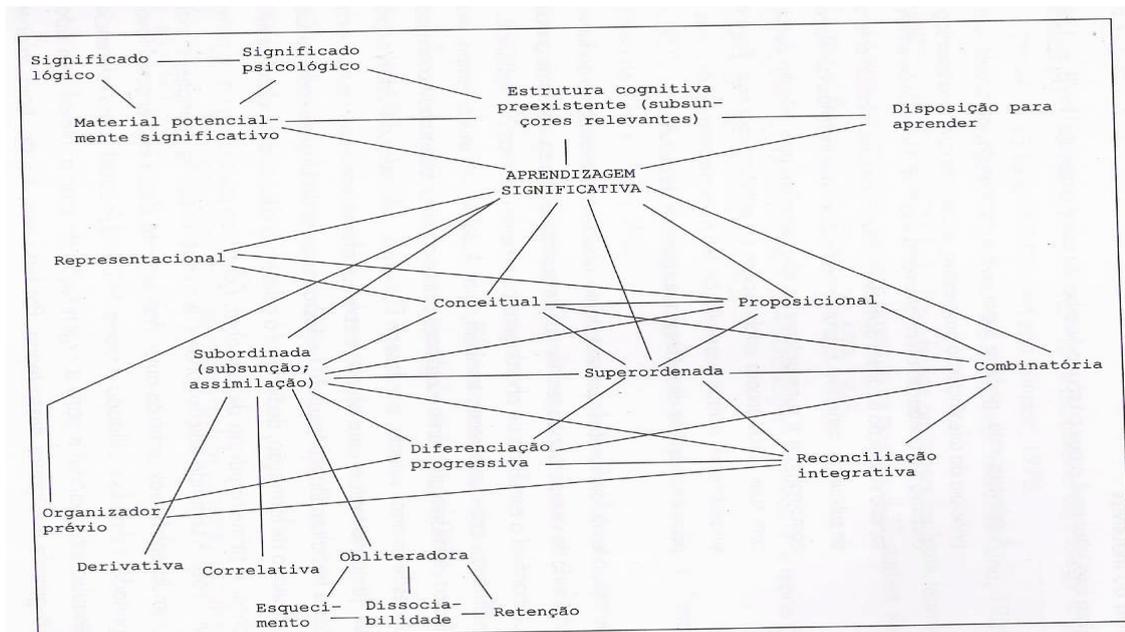


Figura 4: Mapa Conceitual sobre Aprendizagem Significativa e Mecânica
http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol6/n2/v6_n2_a2.htm



Ou ainda, conforme mapa conceitual encontrado em Moreira (2006, p.41), relacionando todos os conceitos anteriormente por nós apresentados:

Figura 5: Mapa conceitual completo sobre a Aprendizagem Significativa



3.2 – A Teoria dos Campos Conceituais de Gerard Vergnaud

A teoria de campos conceituais de Vergnaud é uma teoria psicológica de conceitualização do real. Gérard Vergnaud amplia e redireciona, em sua teoria, o foco piagetiano das operações lógicas gerais, das estruturas gerais do pensamento, para o estudo do funcionamento cognitivo do “sujeito-em-situação”. Moreira (2002) afirma que sua teoria toma como referência o próprio conhecimento e a análise conceitual do domínio desse conhecimento.

Sua teoria, segundo Moreira (2002), tem na conceitualização a pedra angular. Essa tem conseqüências no desenvolvimento cognitivo e permite explorar vínculos entre a estrutura cognitiva humana e a estrutura dos conceitos. Para Vergnaud, o conhecimento está organizado em campos conceituais cujo domínio ocorre ao longo do tempo e depende de variáveis como experiência, maturidade e aprendizagem, trocas de experiências e interações sociais.

De acordo com Moreira (2002), os conceitos-chave para o entendimento de tal teoria serão abaixo especificados:

- Campos Conceituais: conjunto de situações e problemas cujo tratamento requer conceitos, procedimentos e representações de diferentes tipos, mas intimamente relacionados. Ou seja, conjunto de situações cujo tratamento requer o domínio de vários conceitos de naturezas diferentes. Um campo conceitual pode ser uma unidade de estudo, cujas situações, conceitos e procedimentos podem ser tratados de forma independente de outros conjuntos. Um campo conceitual é um conjunto de conteúdos, mas não somente de conteúdos que estão fortemente interligados entre si, e sim que podem estar relacionados com outros campos conceituais.

- Conceito: Tripleto $\rightarrow C(S, I, R)$
 - a) S: conjunto de situações que dão sentido ao conceito (psicológico) \rightarrow referente do conceito;
 - b) I: conjunto de invariantes (objetos, propriedades e relações) sobre as quais repousa a operacionalidade do conceito (realidade) \rightarrow significante do conceito;
 - c) R: representações simbólicas (linguagem natural, gráficos, diagramas, sentenças formais, etc.) que podem ser usadas para indicar e representar esses invariantes (realidade) \rightarrow significante.

- Situações-Problema: não se trata de situação didática, mas sim de tarefa. Toda situação pode e deve ser realizada como um conjunto de tarefas as quais apresentam dificuldades próprias, que são importantes conhecer. As situações dão sentido aos conceitos. O sentido é uma relação do sujeito com as situações e com os significantes. Consiste nos esquemas evocados pelo sujeito ao se deparar com determinadas situações. De acordo com Moreira (2002)

“Trata-se de um subconjunto dos esquemas que o sujeito possui, ou dos esquemas possíveis.”

- Esquemas: forma estrutural da atividade. É a organização invariante da conduta de um sujeito sobre uma classe de situações e contém conhecimentos em ação implícitos. Ingredientes de um esquema:
 - a) Metas e antecipações;
 - b) Regras do tipo “se ... então ...”;

- c) Invariantes Operatórios: teorema e conceito em ação (reconhecimento dos elementos pertinentes à situação);
- d) Possibilidades de inferências, raciocínios.

É nos esquemas que estão os conhecimentos-em-ação do sujeito, isto é, os elementos cognitivos que fazem com que a ação do sujeito seja operatória. Um esquema deve ser eficiente para uma gama de situações e pode gerar diferentes seqüências de ação, de coleta de informações e de controle, dependendo das características de cada situação em particular.

Um esquema apóia-se sempre numa conceitualização implícita. Há muito de implícito nos esquemas. O desenvolvimento cognitivo, do qual a conceitualização é o núcleo, consiste no desenvolvimento de um vasto repertório de esquemas. Os conceitos-em-ação, categoria de pensamento considerada como pertinente, e os teoremas-em-ação, proposições consideradas como verdadeiras sobre o real – são os conhecimentos contidos nos esquemas que podem ser designados pela expressão mais abrangente "invariantes operatórios".

O conhecimento contido nos esquemas é essencialmente implícito, e o aprendiz tem dificuldade em explicá-lo ou expressá-lo, mas isto não significa que tal conhecimento não possa ser explicitado. Segundo Moreira (2002), é através do processo de explicitação do conhecimento que os teoremas e conceitos-em-ação podem se converter em verdadeiros teoremas e conceitos científicos.

Dessa maneira, de acordo com essa teoria, o papel fundamental do professor é o de mediar a explicitação do conhecimento implícito do aluno. Os conceitos e teoremas-em-ação

são lapidados até que se tornem conceitos e teorias científicas. Conceitos e teoremas explícitos são uma pequena parte da conceitualização; sem a parte implícita formada pelos invariantes operatórios, a parte explícita não teria significado.

E como o professor pode mediar essa situação? Propondo situações frutíferas – estimuladoras da interação sujeito-situação, aos alunos para desenvolverem seus conjuntos de esquemas e representações, já que o desenvolvimento cognitivo ocorre quando o estudante é submetido a distintas situações e as domina progressivamente. Assim, as situações propostas são fundamentais no processo de aprendizagem e podem ser de duas classes:

- 1) Aquelas nas quais o sujeito, em um dado momento de seu desenvolvimento e sob certas circunstâncias, dispõe, no seu repertório, das competências necessárias ao tratamento imediato da situação;
- 2) Aquelas nas quais o sujeito não dispõe de todas as competências necessárias, o que o obriga a um tempo de reflexão e exploração, a hesitações, às tentativas frustradas, levando-o, eventualmente, ao sucesso ou ao fracasso.

Nas primeiras situações, o sujeito já dispõe do esquema necessário para resolvê-las e observa-se um comportamento amplamente automatizado; nas segundas, é necessário a testagem de vários esquemas até encontrar, ou não, o esquema apropriado.

Moreira (2002) afirma que a evidência da aprendizagem, à luz de Vernaugd, está num maior domínio do campo conceitual em questão, que não é linear, mas progressivo e demorado, a ser explorado por aprendiz e professor. Quanto mais natural se torna a

externalização de conceitos por parte do aluno, e quanto mais próximos das idéias científicas tiverem, mais efetivo foi o processo de ensino-aprendizagem.

3.3 – Conclusões e Considerações Sobre o Referencial Teórico

A TAS de Ausubel é voltada para sala de aula e, por isso, responde à grande maioria das indagações de nós professores. Apresenta uma idéia sobre aprendizagem que tem como ambiente uma comunicação eficaz, conduzindo o aluno a entender-se como parte integrante desse novo conhecimento, através de elos, de termos semelhantes a eles, proporcionando a ele a oportunidade de envolver-se cognitivamente e emocionalmente com as tarefas propostas. Dessa forma, vemos nessa teoria e na de Vernaugd idéias complementares para nos auxiliarem no corrente trabalho e na elaboração do material instrucional.

Baseado no que aprendemos, resolvemos tomar como ponto de partida as concepções prévias dos alunos para que partíssemos daquilo que sabem, além de identificar a existência ou ausência de idéias importantes e necessárias ao desenvolvimento do corpo de conteúdo trabalhado. Por isso, elaboramos um Teste de Conteúdos Prévios para realizar uma sondagem junto aos alunos.

As condições necessárias para a ocorrência da aprendizagem significativa nortearam a preparação da intervenção. O material foi produzido anteriormente a essa aplicação, mas tomando por base situações cotidianas que pudessem vir a representar para esse aluno algum significado; acreditamos ser essa uma fonte de motivação para o aluno. Dessa forma, aquelas deficiências que fossem detectadas no teste de sondagem, poderiam ser trabalhadas ao longo dos encontros.

Acreditamos que a atividade prática de construção do Aquecedor Solar de Baixo Custo (ASBC) se constitui uma situação motivadora capaz de suscitar no aprendiz uma maior pré-disposição para o aprender. Tratamos o porquê da construção do ASBC e suas etapas de construção como fonte para a elaboração de encontros contendo situações-problema, ou seja, tarefas, a serem realizadas pelo aluno – ator principal nesse processo de aprendizagem. Isso, a nosso ver, tornaria o material potencialmente significativo.

A organização do conteúdo a ser ministrado respeitou as idéias de Ausubel dos princípios programáticos, maneiras de tentar influenciar a estrutura cognitiva do aprendiz. A diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa são processos que ocorrem na estrutura cognitiva de forma a reorganizá-la devido à apropriação de novas idéias. Essa estrutura é hierárquica e dinâmica, por isso a cada nova informação adquirida ela se reestrutura. Os conceitos mais gerais e inclusivos são apresentados no início da instrução e são progressivamente diferenciados. Depois disso, explora-se as relações entre as idéias, apontando similaridades e diferenças importantes (a reconciliação integrativa) para que os alunos entendam como se relacionam, atingindo então o objetivo: o entendimento da montagem e funcionamento do ASBC.

As situações foram propostas de maneira seqüenciada respeitando a proposta de Vernaugd, ou seja, situações que desestabilizem cognitivamente o aluno, de maneira lenta e gradual, tomando o devido cuidado para que esses não passem de motivação à desistência do aluno. O aluno que passe por essa intervenção será passível de sucessivas rupturas e construções de conhecimentos. Essas situações ou tarefas se coadunam com uma das maneiras de se evidenciar a aprendizagem significativa proposta por Ausubel: para que passe de uma tarefa a outra é necessário o entendimento genuíno da tarefa anterior.

Para verificar a ocorrência da aprendizagem significativa, elaboramos uma avaliação com questões que, para serem resolvidas, requerem transformação do conteúdo adquirido, pois dessa forma, ao resolvê-las, o aluno deverá ter adquirido significados claros, precisos e transferíveis. Ou, de acordo com Vernaugd, a resolução dessas questões requer que o aluno tenha vivenciado situações que o tenham auxiliado num maior domínio do campo conceitual em questão.

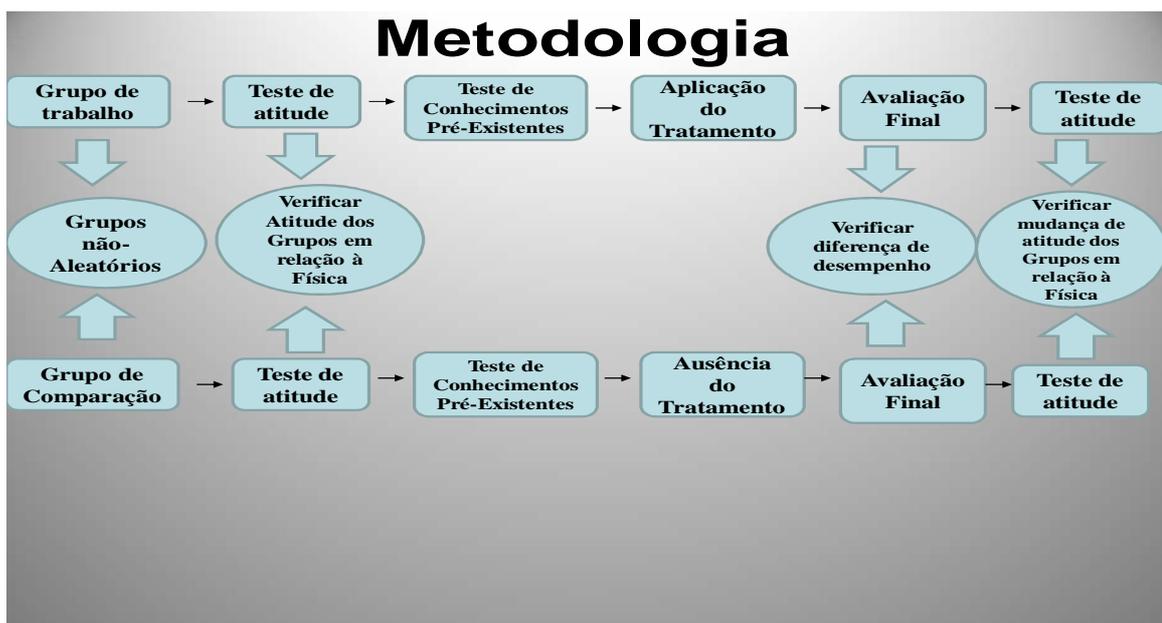
Capítulo 4 – Metodologia

Inicialmente, pensamos em adotar uma metodologia experimental para nosso trabalho. Nessa metodologia, conforme Laville e Dionne (1999), uma das exigências feitas é a de os grupos serem escolhidos de maneira aleatória. Havíamos pensado em trabalhar com duas turmas, sendo uma de controle e a outra de trabalho. Porém, não conseguiríamos garantir a aleatoriedade de escolha dos grupos, o que torna inviável a adoção de tal delineamento.

Se tal característica – a aleatoriedade – for suprimida, podemos trabalhar com a metodologia quase-experimental. Porém, esbarramos em mais um empecilho: não pretendemos realizar uma medida inicial, apenas a realização de uma verificação de conteúdos prévios das duas turmas. Dessa forma, percebemos a necessidade de adotarmos uma metodologia própria, uma espécie de adaptação daquelas já conhecidas. Essa adaptação será feita de maneira tal que não comprometa a viabilidade de realização de nossa pesquisa.

Nosso trabalho foi realizado da seguinte forma:

Figura 6: Metodologia do trabalho



A pesquisa foi realizada na Região Administrativa Samambaia, numa escola pertencente à Fundação Educacional do Distrito Federal. Nessa escola, no ano de 2009, havia oito turmas de segunda série do Ensino Médio no período matutino. Tínhamos dúvidas sobre como escolher as duas turmas. Gostaríamos de trabalhar com todas as turmas, porém a adoção de tal decisão tornaria a pesquisa inexecutável levando em conta o tempo disponível para realizá-la e a quantidade de material disponível para confecção das placas.

Encontrávamo-nos muito preocupados com a aplicação do projeto, pois de acordo com nosso planejamento, deveria haver aulas no período contrário ao de aulas, ou seja, no período vespertino. Em cada turma, cada qual composta por 42 alunos, foi perguntado aos alunos quem gostaria de participar de um projeto sobre Física junto à escola e que para tanto, haveria a necessidade de se realizar aulas no período da tarde. A lista que contém a quantidade de alunos por turma que se dispôs a participar do projeto segue abaixo:

Tabela 2: Relação de alunos inscritos por turma

TURMAS	A	B	C	D	E	F	G	H
NÚMERO								
ALUNOS	5	14	11	11	6	13	9	15

Com esse resultado em mãos, a decisão tomada foi a de trabalhar com as duas turmas que tiveram mais inscrições, sendo, portanto, as turmas B e H. Ao mesmo tempo em que trabalharíamos os processos de transmissão de energia térmica com as turmas escolhidas, a professora da escola trabalharia o mesmo corpo de conteúdo nas demais turmas. Fizemos isso para que não alterasse tanto a rotina dos estudantes.

A escola nos cedeu o espaço para o trabalho: o laboratório e a sala de aula – utilizados conforme a demanda dos encontros. Porém, o material para confecção das placas não estava disponível na escola, que alegou impossibilidade de comprá-lo. Dessa forma, adquirimos, junto a estabelecimentos comerciais, o material necessário para a realização do projeto.

A turma H foi escolhida como grupo de trabalho, ou seja, o grupo que terá a intervenção, e a turma B como grupo de comparação. Tomamos esse tipo de decisão, acreditando, assim, garantir um mínimo de alunos ao final da intervenção. Vale ressaltar que ambas as turmas são constituídas por 42 alunos. Antes de iniciar qualquer trabalho, aplicamos um Questionário de Conteúdos Prévios e um Teste de Atitude em ambas as turmas.

O Teste de Conhecimentos Prévios (apêndice A), elaborado por nós, é composto por um conjunto de 20 questões subjetivas que têm por objetivo identificar a existência ou não de subsunçores necessários ao desenvolvimento de nosso projeto, tais como: conceito de temperatura, conceito de calor, conceito de equilíbrio térmico, o quê e quais são as grandezas termométricas e noções de calor específico. Verificado qualquer dificuldade quanto ao entendimento desses conhecimentos, trataríamos de saná-los durante nossos encontros. A análise das respostas dos alunos dará suporte para saber como abordar certos conhecimentos, dada a existência de subsunçores, sua existência com equívocos ou sua não existência.

Assim como Talim (2004), consideramos a pesquisa em relação à atitude muito necessária, pois a atitude dos estudantes frente à disciplina Física é um fator de grande influência em sua aprendizagem. A escala e suas afirmativas (apêndice B) têm dois fatores que podem ser analisados, quais sejam uso e utilidade da Física e aspecto afetivo de gostar ou não da disciplina.

Como a análise da atitude não se constitui o elemento mais importante de análise de nosso trabalho e sabendo que, conforme especificado no artigo de Talim, a escala de 11 afirmativas obtinha resultados tão bons quanto os da escala completa de 28 questões, optamos pela aplicação da escala mais simples proposta por Talim, contendo apenas 11 afirmativas. O objetivo dessa etapa é o de verificar a atitude desses alunos em relação à disciplina Física, antes de iniciarmos as aulas.

Na turma B, nossa turma de comparação, o conteúdo foi trabalhado de maneira tradicional¹. A intervenção, conjunto de nove encontros, somente foi aplicada ao grupo de trabalho, ou seja, na turma H. Essa diferenciação de tratamento tem por intuito comparar o rendimento dos alunos na avaliação que ocorrerá ao final do processo, além de podermos observar e comparar eventuais mudanças de comportamentos e atitudes ocorridas nos alunos dessas turmas.

O número de encontros foi igual para as duas turmas: nove encontros – três no período vespertino e seis no matutino, de 1 hora e 45 minutos cada, totalizando 15h e 45min de aulas destinadas ao entendimento dos Processos de Transmissão de Energia Térmica. Os encontros ocorreram no mês de maio, estendendo-se ao início de junho do ano de 2009.

Pelo fato de, na grade horária, só haver duas aulas de Física por semana, optamos por pedir duas aulas por semana aos professores de outras disciplinas que pudessem fazê-lo. O objetivo era o de que o processo durasse três semanas: três encontros por semana, sendo dois pela manhã e um pela tarde.

Os encontros da turma B foram organizados em três etapas. Em cada uma delas, estudava-se um dos Processos de Transmissão (Condução, Convecção, Irradiação, seguindo a seqüência do livro texto adotado) em três etapas, e da seguinte maneira: a primeira é uma aula

¹ Entende-se por tradicional aquela aula na qual o professor se utiliza do livro didático, quadro, giz e exercícios extra 65 acerca do corpo de conteúdo em questão.

expositiva, onde os exercícios a serem feitos são apresentados, ao final, como tarefa de casa; a segunda é destinada à correção dos exercícios apresentados na aula anterior e na terceira realizamos um experimento demonstrativo, abordando o corpo de conteúdo trabalhado no primeiro encontro da etapa e, ao final, algumas questões sobre esse experimento são levantadas para que os alunos reflitam sobre o tema, respondendo-as. Os experimentos utilizados encontram-se no artigo de Freire (2005) e o livro texto Física Ciência e Tecnologia (1ª edição, 2005) da editora Moderna, de autoria de Paulo Penteado e Carlos Torres.

Vale frisar que em todo início de encontro, fosse ele da turma de trabalho ou da de comparação, fazíamos um resumo do encontro anterior, para relembrar o conteúdo àqueles alunos que estiveram presentes e situar aqueles que não puderam comparecer.

As aulas da turma H são os encontros que constituem o nosso produto educacional. Para a turma H houve uma série de atividades diferenciadas. O primeiro encontro teve como objetivo principal levantar argumentos que justificassem para o aluno, a atividade prática proposta, atentando-lhes para a relevância social do tema – o aquecimento global, e a contribuição humana para a ocorrência dos problemas ambientais. Para tal, a turma foi dividida em seis grupos e cada um deles recebeu um texto. Para que todos tivessem acesso a todo conteúdo, cada grupo recebeu a tarefa de ler, resumir e apresentar as principais idéias de seu texto em forma de cartazes para os colegas de turma. Ao final, foi feito um círculo para discussão dos textos e conseqüente entendimento da escolha dos mesmos.

No segundo encontro, a turma assistiu ao filme documentário “Uma verdade inconveniente”, de Al Gore, com duração 100 min. O objetivo desse documentário foi o de alertar a população mundial sobre o aquecimento global e suas conseqüências para a vida na Terra, além de, ao final, sugerir algumas ações relacionadas ao consumo consciente que nos

permite ajudar o nosso planeta. Dentro dessas ações, encontra-se uma que se relaciona diretamente com o nosso trabalho: o uso racional de energia elétrica.

Dessa maneira, pedimos ao aluno que anotasse tudo aquilo que mais lhe chamasse a atenção em relação a esse assunto, uso racional de energia, durante o documentário. Por fim, foi desenvolvida uma breve discussão, dirigida, com o grupo para tratar desses pontos. Durante essa discussão, a professora coordenou todo o processo, a fim de que culminasse com a idéia da necessidade de utilização de fontes de energias alternativas menos poluentes, especificamente, a solar.

No terceiro encontro, o objetivo foi o de fechar a discussão acerca do tema. Estava programada, conforme planejamento, a utilização de alguns recursos áudio-visuais que dependem de energia elétrica para funcionar. Porém faltou luz na escola, impossibilitando a apresentação dos filmes e a apresentação em Power Point. Dessa forma, antecipamos a tarefa final, a da preparação do material para construção do Aquecedor Solar de Baixo Custo (ASBC).

Foi necessária uma organização da turma para que se iniciasse a preparação do material. A turma, formada por 42 alunos, foi separada em dois grupos de 21 pessoas e cada grupo deveria montar uma placa de aquecedor. Dessa forma, cada grupo recebeu uma folha contendo a listagem do material necessário para a confecção da placa, sendo responsável pela separação e preparação dele.

Já com a lista contendo a quantidade de cada material em mãos, os alunos realizaram as seguintes funções: limpeza das caixas tetra pak, garrafas pet e o corte dos canos nas dimensões especificadas, de acordo com a folha de instruções anteriormente recebida. Dessa forma, essa tarefa, que se iniciaria ao final do terceiro encontro, estendendo-se para os

minutos iniciais do próximo encontro, foi terminada e os vídeos apresentados no encontro seguinte.

Demos início ao conjunto de encontros nos quais seriam trabalhadas as situações-problema a partir do quarto encontro. Por esse motivo, resolvemos que nesses momentos de discussão e reflexão as aulas teriam seu áudio gravado. E a partir de então, poderíamos retomar as dificuldades detectadas a partir das respostas do questionário de conteúdos prévios.

No quarto encontro cumprimos o que faltou do encontro passado, a apresentação de dois vídeos curtos, um do programa Globo Ecologia e outro da ASBC TV Sul – contidos no produto educacional e de duração de 14 minutos ao todo – os quais demonstram o processo de construção do ASBC, falam quem o inventou, apresentam pessoas que o utilizam, além de relatarem benefícios trazidos e a importância quanto à preservação do meio ambiente. A partir desses vídeos, a expressão “o calor do sol” foi explorada por representar conhecimento de senso comum. Além dos dois vídeos, apresentamos em PowerPoint os benefícios da utilização dos ASBC, em termos de economia na utilização de energia elétrica e, conseqüentemente, no valor total pago na conta de energia ao final de cada mês. Foram enfatizadas também suas limitações térmicas. Vale ressaltar que os aspectos positivos e negativos foram explorados, até para mostrar aos alunos a importância de avaliar os prós e os contra para tomar decisões em nossas vidas.

Ainda havia muita tarefa a ser realizada e por isso, essa etapa do processo foi desenvolvida como quarto e quinto encontros. Nela tivemos uma surpresa, já que, apenas 16 dos 42 alunos estiveram presentes. Mesmo assim, tivemos de trabalhar o que estava previsto, mesmo sabendo que no quinto encontro deveríamos realizar não somente um resumo

conforme citado anteriormente, mas uma espécie de revisão para que todos os alunos pudessem acompanhar o curso das aulas com tranquilidade.

As situações problema dessas etapas abordavam os tópicos radiação e tipos de energia radiante, absorção e reflexão da energia radiante. Vale ressaltar que nesses encontros foi trabalhada a natureza eletromagnética da energia radiante, por meio de uma apresentação em Power Point. Porém, os aspectos ondulatórios tratados, com devido rigor científico, foram apenas aqueles úteis ao desenvolvimento do conteúdo a ser ensinado.

Ao final desses encontros, depois de passarem pelas situações-problema pertinentes e depois de todo o material preparado, cada grupo passou para a próxima fase de confecção do ASBC: a pintura das caixinhas e canos com tinta preta fosca. Toda a turma foi organizada de tal maneira que todos participassem do processo: ou passando o selador nos canos, ou pintando de preto caixinhas e canos, ou colocando-os ao sol para secarem. No desenvolvimento dessas etapas, retomamos insistentemente os conceitos trabalhados no questionário de conteúdos prévios. Aqui, tais conceitos se faziam necessários ao entendimento da matéria e avanço no corpo de conteúdo.

Vencidas as etapas anteriores, passamos ao sexto encontro onde demos início à montagem das colunas que compõem a placa do aquecedor. Cada grupo de 21 alunos foi dividido em nove grupos de duas pessoas e um único de três pessoas. Essa divisão teve por objetivo a montagem das dez colunas que compõem a placa do aquecedor. Nessa etapa as situações-problema eram sobre radiação e efeito estufa. Antes de iniciar com as situações problema, os alunos assistiram a um vídeo – também encontrado no cd do produto educacional – sobre o efeito estufa. Depois do vídeo, demos início à montagem das colunas. Nesse encontro, os questionamentos ocorreram durante o processo de montagem das colunas,

visando fazer com que os alunos reflitam antes de agir. Vários foram os questionamentos levantados, de maneira a despertar no aluno a curiosidade e o espírito crítico quanto a suas ações, tendo por objetivo explicar fisicamente o processo de aquecimento da Terra, além de desmistificar o Efeito Estufa (tal como é entendido cientificamente) como o grande vilão do aquecimento global.

No sétimo encontro, continuamos com a montagem da placa do coletor solar e com a discussão desenvolvida com a intenção de promover a compreensão sobre o ASBC. As situações-problema dessa etapa giram em torno do entendimento de como os materiais sólidos do ASBC se aquecem – canos, garrafas e caixas. Os conteúdos abordados foram processo de condução, condutores e isolantes.

Além das situações-problema, os alunos assistiram a dois vídeos sobre condução; um da coleção de vídeos sobre física O UNIVERSO, “Matéria e Energia” e outro encontrado na internet pertencente à Fundação CECIERJ – contido no cd proposta educacional. Ao fim desse encontro, conseguimos montar a placa.

Ao longo de nosso trabalho, percebemos que o material comprado não daria para montar completamente duas placas. Mesmo tendo sido comprado em excesso, houve perdas que nos obrigaram a montar somente uma placa. Para evitar problemas de dispersão, envolvemos a turma inteira nessa montagem ocorrida no sétimo encontro.

No oitavo encontro, encerramos as situações-problema que agora tratam da compreensão de como se aquecem os líquidos (água) e gases (ar) presentes no funcionamento do ASBC. Os conteúdos abordados foram sobre o processo de convecção e correntes de convecção devido a diferenças de densidades. Além dessas discussões, os alunos assistiram a um vídeo sobre convecção – contido no cd da proposição educacional – produzido pela

Fundação CECIERJ. Vale ressaltar que o vídeo mostrado na aula anterior sobre condução falava um pouco sobre convecção, o que já deu uma noção aos alunos sobre o que trataríamos nesse encontro. Nessa etapa, tendo em mãos a placa montada, tivemos a oportunidade de colocá-la em funcionamento pela primeira vez.

Um obstáculo para colocá-la em funcionamento era o reservatório de água que deveria ser grande. Tínhamos receio, devido ao fato de se tratar somente de uma placa, de não ser possível obter bons resultados no aquecimento de grande quantidade de água. Pensamos que isso poderia desanimá-los, pois, após tanto envolvimento, não veriam os resultados de seu árduo trabalho em grupo. Dessa forma, resolvemos fazer uma adaptação: colocamos como reservatório um balde médio daqueles que usamos para lavar roupas, obtendo, então, resultados satisfatórios.

Foi dito aos alunos que ao final de cada encontro, deveriam produzir dois slides que tratasse claramente dos pontos mais importantes do encontro. Dessa forma, o último encontro seria uma apresentação dos alunos da turma H para os demais alunos da escola sobre o ASBC e a utilização da energia solar; a apresentação deveria ocorrer no pátio da escola.

Essa era a idéia inicial. Porém, um dia antes dessa apresentação, ocorreu no pátio da escola uma palestra e devido ao mau comportamento dos alunos, a palestra teve de ser cancelada. Não se podia ouvir o palestrante devido ao barulho produzido pelos alunos da escola. Sendo assim, mudamos de idéia e resolvemos passar de turma em turma divulgando a palestra, que ocorreria na biblioteca, e aqueles que se interessassem, poderiam se inscrever e assistir ao evento. Dessa forma, conseguimos a participação de 50 alunos, além daqueles que gostariam, mas que, por falta de espaço, não puderam participar do evento.

Durante a aplicação de nosso projeto, fez-se necessária a suspensão dos encontros em uma semana, devido à indisponibilidade do laboratório para realização dos encontros da turma H. Por esse motivo, resolvemos adiar as aulas de ambas as turmas para que não houvesse nenhuma diferença no trabalho com cada uma, exceto, é claro, o tipo de trabalho realizado com cada uma delas.

Assim, finalizamos a aplicação de nosso projeto e realizamos os dois últimos passos de nossa pesquisa: aplicação da avaliação sobre o corpo de conteúdo trabalhado e, novamente, a aplicação do teste de atitude. A avaliação (apêndice C) teve por objetivo realizar uma comparação entre o rendimento obtido pelos alunos que passaram pela intervenção e pelos que não passaram. O teste de atitude foi novamente aplicado para realizarmos uma comparação entre os resultados de antes e depois dos encontros, buscando perceber se houve alguma modificação da atitude dos alunos em relação à Física.

Aplicamos também um questionário de opinião (apêndice D) para receber do aluno suas ponderações críticas e elogios a respeito de todo o processo. Aplicamos um questionário contendo questões abertas para que o aluno pudesse se expressar e, assim, contribuir para a melhoria de nosso projeto.

Durante todo o tempo de aplicação de nosso projeto, realizamos anotações sobre tudo aquilo que ocorreu durante os encontros que nos parecesse importante ou chamasse a atenção. O caderno onde foram realizadas essas anotações foi chamado de diário de bordo. Nele, colocamos todas as nossas impressões sobre as aulas, comportamento dos alunos, postura, etc. Essas anotações são importantes, pois se somam aos dados anteriormente citados, para que possamos analisá-los e, quando possível, tirar conclusões.

Capítulo 5 – A Proposição Educacional

A proposta desse trabalho foi a de verificar se uma atividade prática desenvolvida por meio de situações-problema pode proporcionar, com mais eficácia, a aprendizagem significativa em conteúdos de Física da segunda série do Ensino Médio. Neste capítulo consta, de maneira mais detalhada, a proposição educacional deste trabalho que consiste em um manual para professores no qual descrevemos toda a intervenção elaborada por nós, explicando todos os passos e os motivos de cada atitude tomada.

A idéia do trabalho surgiu quando freqüentamos, um curso sobre aquecedores solares com materiais de baixo custo ministrado pelo grupo GEPEC – Grupo de Estudo de Permacultura da Universidade Católica de Brasília. Dentre as pessoas que lá estavam, poucos eram professores. Eram pessoas com diversos interesses, mas o interesse que mais se destacava dentre todos era o de minimizar os gastos com energia elétrica e aprender a utilizar a fonte de energia mais ampla e limpa a que temos acesso em nosso planeta: o Sol. O conteúdo a ser abordado também foi consequência direta do curso, pois a escolha da construção do Aquecedor Solar de Baixo Custo (ASBC) como projeto torna obrigatório o entendimento de seu funcionamento para o qual os processos de transferência de energia térmica são essenciais.

Foi, então, esse curso um celeiro de idéias para que desenvolvêssemos toda a estrutura desse projeto. O funcionamento do Aquecedor Solar de Baixo Custo (ASBC) e todas as etapas de sua construção representam, a nosso ver, situações perfeitas para que conceitos físicos sejam abordados e discutidos visando a aprendizagem significativa e a evolução conceitual do aluno.

O ASBC é uma invenção do Sr. José Alcino Alano, um senhor da cidade de Tubarão-SC. Seu projeto foi patenteado sem fins comerciais, e seu manual de construção pode ser encontrado no link: <http://josealcinoalano.vilabol.uol.com.br/manual/manual.pdf>. O professor que utilize esse material de apoio deve ter o manual em mãos para que possa realizar esse trabalho, pois é nele que se encontram todos os materiais e dimensões necessários à construção do ASBC.

Nossa intervenção é composta de nove encontros destinados à construção do ASBC. Porém, antes de iniciarmos a prática, questionamos os alunos quanto a forma como se deve montar a placa, sobre o tipo de material utilizado, o porquê de certos procedimentos, enfim, tudo era questionado na tentativa de incentivar o aluno a pensar acerca do assunto e, além disso, expor suas idéias e conhecimentos sobre eles.

O processo de problematização das situações é uma das partes mais importantes dessa intervenção, visto que através dela podemos, de acordo com a teoria de Vernaugd (Moreira, 2002), exercer o papel fundamental do professor que é o de mediar a explicitação do conhecimento implícito do aluno.

Vale ressaltar que o professor que utilize esse material deve, antes de tudo, realizar o teste de conteúdos prévios (apêndice A) junto a seus alunos, pois é a partir desses conhecimentos que ele pode adaptar as situações-problema, melhor explicitadas mais a frente. Tal cuidado se faz necessário, pois, segundo Ausubel (Moreira, 1999c), esse conteúdo prévio é o que se conhece em sua teoria por subsunçor e são os subsunçores que dão significado à nova informação, servindo de receptáculo para ela, permitindo a ocorrência da aprendizagem significativa. Os resultados desse teste de conteúdos tornam-se a pedra angular desse processo, pois é a partir do conhecimento da existência de subsunçores, de sua não existência

ou de sua existência, mas com falhas, segundo o que é cientificamente aceito, que faz com que o professor venha a acrescentar elementos às situações que compõem esses nove encontros.

Todas as etapas de construção do ASBC foram abordadas à luz da Teoria dos Campos Conceituais de Vernaugd, ou seja, foram transformadas em situações- problema, nas quais os conteúdos de Física são explorados. Essas situações, também denominadas tarefas por Vernaugd, foram baseadas na atividade prática de construir o ASBC e na problematização dessa construção por meio de questionamentos que conduzissem os alunos a explicitarem seus conceitos na tentativa de que esses se aproximem, ao máximo possível, daqueles cientificamente aceitos.

No primeiro encontro, os quarenta e dois alunos, separados em grupos de sete, são encarregados de tarefas. A cada grupo é delegada uma tarefa: a leitura de um texto.

Os textos, em um total de seis cujas referências se encontram na proposição educacional são os seguintes:

1. Problemas ambientais

www.terrabrasil.org.br/noticias/materias/pnt_problemasamb.htm

2. Apocalipse já

Rev. Veja, Jaime Klintowitz, ed. 1961, 21/06/2006
com reportagem de Duda Teixeira, Gabriela Carelli,
Leoleli Camargo, Rafael Corrêa, Ruth Costas e Thomas Favar;

3. Aprendendo sobre o Sol

Tavares, M. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 22, n. 1, Março, 2000;

4. Energia Solar;

[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar\(3\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar(3).pdf);

5. Energia Solar: algumas aplicações

<http://jgmsantos.googlepages.com/enersol.pdf>;

6. Energia Solar Térmica: Disseminação da Utilização Através de Coletores de Baixo Custo e Material Reciclável

<http://www.leener.ufjf.br/downloads/artigos/energia%20solar%20oficina.pdf>.

Cada grupo deverá elaborar cartazes sobre o seu texto e, ainda sobre ele, elaborar de três a quatro cartazes elucidativos para apresentar aos outros grupos o assunto que leu. Após as apresentações, realizar-se-á um debate sobre a contribuição humana para a ocorrência dos problemas ambientais.

Esse primeiro encontro tem como objetivo principal levantar argumentos que justifiquem para o aluno a prática que será proposta, atentando-lhes para a relevância social de tal fato.

Nessa etapa, os alunos se envolvem de uma maneira interessante, pois têm de se organizar para que, ao final da aula, apresentem o resumo do texto e suas conclusões acerca do assunto, para os colegas de classe. É importante que o professor disponibilize régua, revistas, colas, pincéis, enfim, materiais para que possam confeccionar os cartazes, conforme demonstram as fotos que seguem:

Figura 7: Alunos realizando as atividades do 1º encontro



No segundo encontro, a turma que receberá o tratamento assistiu ao filme documentário “Uma verdade inconveniente”, de Al Gore com duração de 100 min – o que pode ser visualizado na figura 8. Esse documentário teve por objetivo alertar a população mundial sobre o aquecimento global e suas conseqüências para a vida na Terra, além de, ao final, sugeriu alguns ações relacionadas ao consumo consciente que nos permitem ajudar o nosso planeta que pede socorro.

Dentro dessas ações, encontra-se uma que se relaciona diretamente com o nosso trabalho: o uso racional de energia elétrica. Dessa maneira, pediu-se ao aluno que anote tudo aquilo que mais lhe chame a atenção em relação a esse assunto – uso racional de energia – durante o documentário. Por fim, é desenvolvida uma discussão, dirigida, com o grupo para tratar desses pontos. Durante essa discussão, a professora coordenou todo o processo a fim de que culminasse com a idéia da necessidade de utilização de fontes de energias alternativas menos poluentes, especificamente a solar.

Vale a pena ressaltar que documentário não é tipo de filme a que os alunos costumam assistir. Dessa forma, por ser denso de informações diversas sobre o aquecimento global e suas conseqüências, seria interessante que o professor produzisse uma ficha – não muito extensa, visto que o filme já contém muita informação – para que o aluno responda, na

tentativa de atentar o aluno para aquilo que mais nos interessa no momento: a necessidade de utilização de fontes menos poluentes de energia, em especial, a solar. Essa é uma dica que damos, porque não fizemos isso e percebemos um leve incômodo dos alunos, talvez por se tratar de algo muito novo para eles.

Figura 8: Alunos assistindo ao documentário no 2º encontro



No terceiro encontro, apresentamos dois curtos vídeos, um do programa Globo Ecologia e outro da ASBC TV Sul – contidos no CD que acompanha a proposição educacional –, de duração de 14 minutos, os quais demonstram o processo de construção do ASBC além de relatarem benefícios trazidos e a importância quanto à preservação do meio ambiente.

Fizemos questionamentos junto aos alunos acerca de duas falas que aparecem nos vídeos. A primeira pertence ao Sr. José Alano: “O Sol, ao incidir sobre a caixinha pintada em preto fosco..., ela retém o calor”. Já a segunda pertence à narradora do segundo vídeo: “Usar calor do Sol para aquecer a água e poupar energia”. A partir dessas falas, solicita-se que o aluno pesquise, para o próximo encontro, o porquê de um corpo aquecer ao ser exposto aos raios solares e se é cabível, fisicamente falando, dizer “calor do sol”?

Após delegar tal tarefa, apresentamos em PowerPoint os benefícios da utilização dos coletores solares, em termos de economia na utilização de energia elétrica e,

conseqüentemente, no valor total pago na conta de energia ao final de cada mês. Além de esclarecer sobre suas limitações térmicas.

Ao final, os grupos se organizaram para a preparação do material. A turma, formada por 42 alunos, foi separada em dois grupos de 21 pessoas e cada grupo ficou responsável pela montagem de uma placa de aquecedor. Dessa forma, cada grupo recebeu uma folha contendo a listagem de material necessária para a confecção da placa, sendo responsável pela separação e preparação desses.

Foi realizada a primeira etapa da construção do ASBC: a limpeza de caixas, garrafas e o corte dos canos nas dimensões especificadas na folha entregue ao alunos. Lembrando que essa tarefa – que pode ser visualizada na figura 9 – se estenderá para os minutos iniciais do próximo encontro, pois se trata de uma tarefa bem trabalhosa demandando certo tempo para sua realização.

Figura 9: Alunos preparando o material para construção do ASBC



A partir do quarto encontro, demos início às aulas contendo as situações problema por nós elaboradas e embasadas no livro Física Conceitual (Hewitt, 2006). A cada etapa de construção, várias situações compostas por vários questionamentos foram elaboradas. A partir desse momento, explicitaremos cada etapa, as situações propostas e os conteúdos que são trabalhados em cada uma.

Os trinta minutos iniciais do quarto e quinto encontros foram cedidos para que os alunos continuassem a preparar os materiais para construção da placa. Depois de todo o material preparado, cada grupo passou para a próxima fase de confecção do ASBC: a pintura das caixinhas e canos com tinta preta fosca.

As situações problema dessa etapa giram abordam radiação, tipos de energia radiante, absorção e reflexão da energia radiante.

Vale ressaltar que nesse encontro é tratada a natureza eletromagnética da energia radiante, porém os aspectos ondulatórios tratados – com o devido rigor científico – são apenas aqueles úteis ao desenvolvimento do conteúdo a ser ensinado. Não podemos deixar de citar que a apresentação sobre as ondas eletromagnéticas é muito importante, pois os alunos têm pouca noção sobre o assunto, estando seu conhecimento sobre o assunto limitado às ondas ultravioletas.

Antes da pintura dos materiais, alguns questionamentos são levantados:

- a) Como a energia vinda do sol aquece a Terra? (questão já levantada no encontro anterior) – Inicialmente, pretende-se entender o que eles pensam acerca do fenômeno acima questionado. Aqui, se questiona até chegar em termos como “raios solares” ou “radiação solar”.
- b) Dê exemplos de energias radiantes (Aqui há a necessidade de apresentação do espectro eletromagnético, explicar a energia irradiada pelo sol e tratar de frequência e comprimento de onda – de maneira simples e objetiva, visto não ser relevante para o objetivo de nosso trabalho) – por se tratar de algo muito novo para os alunos, faz-se necessária essa apresentação sobre a radiação

eletromagnética, tipos de radiação, frequência e comprimento de onda dessas radiações.

- c) Todos os corpos, com temperatura acima do zero absoluto, emitem energia radiante. Do que depende a frequência dessa energia radiante?
- d) Na lista a seguir, quais materiais emitem energia radiante? a) O Sol; b) A lava de um vulcão; c) Carvões em brasa; d) Seu corpo. Pretende-se, aqui, que o aluno observe que todos os corpos, independente da temperatura, emitem radiação, se diferenciado entre si pela faixa de frequência: quanto maior a temperatura, maior a frequência máxima da radiação que este corpo emite e vice-versa.
- e) Qual é a diferença entre a radiação emitida por um corpo de alta temperatura e aquela emitida por um corpo à baixa temperatura?
- f) Se tudo está emitindo energia, então por que a energia dos corpos não se esgota? Com essa questão pretende-se estabelecer a idéia de que apesar de estarem emitindo a todo tempo radiação térmica, esses corpos também estão absorvendo radiação. Bons emissores são bons absorvedores, maus emissores são maus absorvedores.
- g) Um corpo também pode receber energia radiante? O que determina um corpo desempenhar papel de predominantemente receptor ou transmissor de energia radiante?
- h) Em dias quentes não é aconselhável que utilizemos certos tipos de roupas e certas cores de roupas. Cite que cores de roupas são essas. – O objetivo das questões H, I, J e K é o de conduzir o aluno à percepção de que as cores escuras

absorvem mais energia radiante que as cores mais claras. Mas isso é feito a partir da demonstração do espectro da luz visível.

- i) Porque você acha que essas cores são inadequadas para dias quentes? O que ocorre com a temperatura dessas roupas?
- j) De que cor poderíamos pintar os canos e as caixas para que tenhamos um aumento da energia solar absorvida por elas?
- k) Em um dia ensolarado, as pessoas costumam colocar protetores solares em seus pára-brisas. O material desse protetor é fosco ou brilhante? O que ocorre com a energia radiante ao incidir sobre o protetor? A temperatura interna do carro fica mais amena ao utilizá-lo? As questões k, l, m pretendem levar o aluno a entender os fenômenos de absorção e reflexão que podem ocorrer com a radiação.
- l) A reflexão e a absorção são fenômenos que se complementam ou se opõem?
- m) No manual de construção do ASBC faz-se muita referência à necessidade de essa tinta ser fosca. O que alteraria no funcionamento do coletor se a mesma tivesse brilho?
- n) Poderíamos pintar os objetos com outra cor de tinta? Como exemplo, o branco, o azul, etc. Os resultados alcançados seriam os mesmos?

A reflexão, refração e absorção são fenômenos que devem ser trabalhados com muito cuidado para que os alunos não desenvolvam idéias equivocadas sobre o assunto, acreditando que quando um desses fenômenos ocorre, os outros não podem ocorrer. Uma idéia de que são fenômenos simultâneos e não mutuamente excludentes deve ser trabalhada junto aos alunos.

Deve-se deixar clara a idéia de que a radiação refratada somada às radiações refletida e absorvida perfazem o total da radiação incidente.

Ao final desses encontros, os materiais estarão todos organizados para a montagem do coletor solar. Nossos alunos assim fizeram o que foi registrado e pode ser visto nas figuras que seguem:

Figura 10: Material preparado: canos e caixas pintadas, garrafas limpas



Deve-se atentar para a divisão de tarefas, de maneira tal que todos estejam envolvidos no processo de construção da placa. Essas situações problema perfazem o quarto e quinto encontros; trata-se da parte mais longa da intervenção, sendo, portanto, reservados a ela dois encontros.

No sexto encontro, cada grupo, composto por metade dos alunos da sala, é dividido em dez equipes. Essa divisão tem por objetivo a montagem das dez colunas que compõem a placa do aquecedor. As situações-problema dessa etapa abordam os tópicos de Radiação e Efeito Estufa.

Inicia-se a montagem das placas e, ao fazê-la, vários são os questionamentos levantados de maneira a despertar no aluno a curiosidade e o espírito crítico quanto a suas ações. São eles:

- a) Ao encaixar as garrafas no cano, observa-se que esse tem uma pequena área sobre a qual a energia solar pode incidir. Há um grande espaço vazio que acarretaria no não aproveitamento de grande parte da energia, pois os raios solares entrariam e sairiam da garrafa. Dessa maneira, o que podemos fazer para aumentar a superfície de absorção do cano?
- b) Uma vez aquecidos, caixinha e cano emitem radiação de diversas frequências, conforme estudado anteriormente. A radiação infravermelha ou radiação térmica faz parte dessa radiação emitida por esses corpos. As garrafas de plástico têm boa transmissividade nessa faixa do espectro, ou seja, bloqueiam ou deixam sair livremente essa radiação infravermelha?
- c) Dessa forma, diga qual a função dessas garrafas. – pretende-se trabalhar o efeito estufa e a diferença de transmissividade da garrafa para diferentes tipos de radiação.
- d) Por que se prioriza a utilização das garrafas Pet transparentes incolores? O que mudaria se fossem utilizadas garrafas verdes?
- e) Um corpo pode ser transparente à radiação para um dado comprimento de onda, mas ser opaco à radiação para outro comprimento de onda. O fato de o material do qual são constituídas as garrafas – o plástico – ter transmissividade diferente para a radiação que entra (fundamentalmente as radiações visíveis emitidas pelo sol, para quem é transparente) e para a que sai (sobretudo radiação infravermelha responsável pela sensação de calor, para o que é opaco) permite que, no interior das garrafas, as temperaturas sejam mais altas. A energia solar na forma de luz entra numa estufa através dos vidros, aquece o interior e é re-emitida em grande parte sob a forma de radiação infravermelha, que não atravessa os vidros tão facilmente como a luz solar.

Isso é o que se conhece por EFEITO ESTUFA. É por meio dele que floristas, por exemplo, utilizam a energia solar para aquecer suas flores. Mas, você já ouviu falar do Efeito Estufa da Terra?

Façamos uma reflexão:

- Por causa da alta temperatura, o Sol emite radiação composta por ondas de alta frequência – ultravioleta, luz visível – e de baixa frequência, as ondas infravermelhas. Essa energia solar atravessa o espaço e adentra a atmosfera terrestre. A atmosfera tem boa transmissividade para essa radiação solar, ou seja, permite que grande parte dela a ultrapasse e chegue a Terra? (É transparente a ela?) Após entendermos o efeito estufa na garrafa, passamos para o efeito estufa terrestre atentando para a sua importância e o motivo pelo qual ocorre, nos dias de hoje, em demasia, identificando os principais responsáveis por esse super aquecimento.
- A radiação solar que atinge a Terra é composta por: 03% de Ultravioleta (UV): responsável pelo envelhecimento precoce e pelo câncer de pele; 55% de infravermelho (IR): responsável pela sensação de calor; 42% de luz visível: forma de radiação capaz de afetar o sentido da visão. O que ocorre com essa radiação quando incide na Terra? A temperatura da Terra aumenta ou diminui?
- A Terra, devido a esse aumento de temperatura, passa a emitir mais radiação. Essa radiação terrestre se encontra, em sua maioria, em frequência mais alta ou mais baixa em relação à radiação incidente? Quanto ao comprimento de onda, este é mais curto, igual ou mais longo relativo ao da radiação solar?

- O quê é responsável por absorver e re-emitir grande parte dessa radiação de volta para a Terra?
- Determinados gases atmosféricos, metano, óxido nitroso, cloro-fluor-carbono e principalmente vapor de água e gás carbônico, absorvem essa radiação emitida pela Terra e a re-emitem de volta para a Terra, permitindo um equilíbrio térmico (variações pequenas). Pensando assim, o efeito estufa é prejudicial à Terra?
- Nos últimos anos, a temperatura da Terra tem aumentado de maneira significativa. Qual é a suposta causa desse aumento de temperatura?

Esse encontro tem por objetivo explicar fisicamente o processo de aquecimento da Terra, além de desmistificar o Efeito Estufa (tal como é entendido cientificamente) como o grande vilão do aquecimento global. Além dos questionamentos, encerramos esse encontro com um vídeo sobre o efeito estufa. Após o vídeo, é importante que o professor realize um pequeno resumo junto aos alunos tratando do processo de radiação e suas principais características: que ocorre por meio de ondas eletromagnéticas e que, portanto, não necessita de meio material para que se transmita.

Nesse sexto encontro, há um grande cuidado ao se tratar do termo transparência. Os alunos resumem a transparência ao fato de se conseguir enxergar através de algo. Por isso, a preocupação em tratar da transparência como uma propriedade dos corpos que está relacionada às diferentes transmissividades de um corpo em relação aos diferentes tipos de radiações; daí ampliarão esse conceito sobre a transparência. Um bom exemplo a ser utilizado é o do raio X quando incide sobre nosso corpo: quase todos os nossos tecidos possuem boa transmissividade para ele (dizemos se tratar de transparentes ao raio X), apenas um não é, o tecido ósseo. Os termos com que tratamos os fenômenos devem ser tratados com muito

cuidado também. Palavras como “entra”, “sai”, “fica presa” levam os alunos a tratarem dos fenômenos físicos com termos que atribuem características humanas aos fenômenos e grandezas físicas, o que não é desejável. Algumas etapas da montagem da placa podem ser visualizadas na figura 11.

Figura 11: Processo de montagem das colunas do ASBC



No sétimo encontro, continuamos com a montagem da placa e com a discussão desenvolvida com a intenção de promover o entendimento do funcionamento do ASBC. As situações-problema dessa etapa giram em torno do entendimento de como os materiais sólidos (caixinhas, canos) do ASBC se aquecem.

Os conteúdos abordados nessa etapa são: processo de condução, condutores e isolantes.

Os questionamentos continuam:

Condução

- a) O que absorve mais energia: o cano ou a caixinha Tetra Pak? Então, qual deles atinge maior temperatura?
- b) No encontro anterior, vocês indicaram que a caixinha poderia ser encaixada para aumentar a absorção de energia. Mas, como a caixinha transmite essa energia para o cano?

- c) O calor é transmitido de um corpo quente para um mais frio; logo, da caixinha para o cano. Em sua opinião, é melhor que a caixinha esteja em contato com o cano? Por quê?
- d) A energia é conduzida pela caixa até o cano. Isso se dá de maneira instantânea, ou leva certo tempo para ocorrer?
- e) A parte do cano sobre a qual incidem os raios solares é aquecida. Como é que a parte voltada para o chão também se torna aquecida?
- f) A energia absorvida pelo cano é transferida ao longo de toda a sua extensão. Em sua opinião, como ocorre esse processo, ou melhor, o quê seria responsável por realizar tal transferência de energia térmica?
- g) Condução é o nome dado ao processo de transmissão de energia térmica que ocorre principalmente nos corpos sólidos. Imagine, dentro de uma escala microscópica, o que ocorre nesse corpo com seus átomos e elétrons para que haja essa transmissão?
- h) Pensemos: a agitação das partículas que compõem a face do cano exposta aos raios solares aumenta ou diminui? Quanto maior essa agitação, maior ou menor a temperatura?
- i) O que ocorre entre as partículas desse corpo para que ele se aqueça por inteiro?
- j) Vejamos uma maneira de elucidar efetivamente esse fenômeno: vídeos. (Coleção O UNIVERSO, DVD “Matéria e Energia”)

- k) Tendo compreendido esse fenômeno, explique a necessidade de colocarmos em contato a caixinha e o cano (fechamento do questionamento iniciado).
- l) Caso esses dois corpos não fossem colocados em contato, através de que processo, principalmente, se daria a transmissão de energia entre a caixa e o cano?
- m) Responda: para que haja o processo de radiação, é necessário um meio material? E para que ocorra a condução?
- n) Essa transmissão de energia térmica por meio de condução está relacionada com o que conhecemos por condutividade térmica. Ela (a condutividade térmica) depende do tipo de material, tendo um valor elevado para bons condutores e um valor baixo para isolantes. Então, o PVC é um bom ou mau condutor de energia térmica?
- o) A condutividade térmica é uma propriedade física dos materiais que é entendida como a capacidade dos mesmos de conduzirem calor. Ela determina a rapidez com que o calor fluirá através do material. Em sua opinião o que mudaria, em termos de aquecimento, se ao invés de PVC, os canos fossem de ferro?

A condutividade deve ser bem enfatizada; pretende-se conduzir o aluno até a percepção de que bons condutores aquecem mais rapidamente, porém resfriam mais rapidamente. Isso é importante para se entender as vantagens e desvantagens do ASBC.

- p) Quais são as vantagens de se utilizar o cano PVC ao invés de um de ferro?
- q) Quais são as desvantagens dessa utilização?

Figura 12: Montagem da placa



Encerramos esse encontro com um vídeo sobre condução, como uma forma de resumo, ou seja, uma maneira de rever tudo o que foi estudado no encontro, mas com uma abordagem diferente.

No oitavo e último encontros envolvendo as situações problema, devemos encerrar a montagem da placa, mostrada na figura 12, e também a discussão sobre os princípios de funcionamento do ASBC.

As situações-problema dessa etapa giram em torno do entendimento de como os líquidos e gases presentes no ASBC se aquecem. Os conteúdos abordados nessa etapa são: processo de convecção e correntes de convecção devido a diferenças de densidades de líquidos.

Continuando com os questionamentos:

- a) A água – dentro do coletor – e o ar - de dentro da garrafa - são diretamente aquecidos pelos raios solares?
- b) O processo de aquecimento da água e do ar é o mesmo do aquecimento do cano?

- c) Quando esquentamos um líquido por baixo, e o fazemos por pouco tempo, que parte desse líquido fica quente: a superficial (de cima) ou a mais profunda (de baixo)?
- d) Estando a panela com água no fogo, o que ocorre com a agitação das moléculas da porção de água que está em seu fundo, ou seja, mais próxima ao fogo? Essa porção de água se torna mais quente ou mais fria?
- e) Essas moléculas ficam mais próximas ou mais afastadas umas das outras?
- f) Sabe-se que o volume é uma grandeza termométrica, ou seja, varia quando a temperatura do corpo varia. Então, o volume desse líquido aumenta ou diminui? E sua densidade? Lembrando: densidade é dada pela razão da massa pelo volume.
- g) Se misturarmos óleo com água, qual deles fica na parte superior? Por quê?
- h) Assim, essa água quente ficará na parte de baixo, ou se deslocará para cima?
- i) Esse processo de deslocamento da substância permite um aquecimento de todo o fluido. Essas são chamadas de correntes de convecção. Agora tente explicar: como se dá a circulação da água dentro do aquecedor solar que construímos?
- j) Para que ocorra essa circulação, o aquecedor tem de ficar em pé ou deitado? Por quê?
- k) No aquecimento do cano, como se dá a transmissão de energia térmica? O que ocorre no aquecimento da água que não ocorre no do cano?

- l) Sabemos que, para cada posição na qual colocarmos nosso aquecedor, ocorrerá uma absorção de energia solar diferente. Em sua opinião, por que isso ocorre?
- m) Iluminado um pedaço de papel com uma lanterna podemos demonstrar a diferença de iluminação dependendo da distância da lanterna ao papel, ou seja, sua dependência do ângulo de inclinação da lanterna e do papel.

Figura 13: Adaptações para colocar o ASBC em funcionamento



Figura 14: ASBC em funcionamento e a turma de trabalho



No manual de construção do ASBC é indicado que o reservatório de água deve ser uma caixa de isopor, porém, com custos mais baixos e produzindo o mesmo efeito, podemos substituí-la por um balde comum daqueles utilizados na limpeza de casa, conforme mostrado nas figura 13 e 14.

O nono encontro representou o momento de culminância desse projeto o que pode ser observado na figura 15. Os grupos, formados por metade da turma receberam, ao final de cada um dos encontros, a tarefa de produzir três slides que exponham, de maneira clara, o que foi trabalhado. Esses slides passaram pela avaliação do professor e foram devolvidos aos alunos.

Ao final do oitavo encontro, o professor, junto aos alunos, selecionaram os três melhores slides referentes a cada encontro. Dessa forma, foi montada uma apresentação protagonizada pelos alunos, no pátio da escola, expondo a seus colegas de outras turmas a construção e processos de funcionamento do ASBC.

Além da apresentação, a turma demonstrou o funcionamento do ASBC, já que agora tinham em mãos as placas por eles construídas.

Figura 15: Imagens da palestra sobre o ASBC ministrada pelos alunos



Capítulo 6 – Análise de dados e Discussão

Para que nossa análise de dados seja efetiva, consideramos apenas os dados das pessoas que participaram de, no mínimo, seis dos nove encontros realizados junto às turmas. Consideramos esse mínimo de participação um pré-requisito para que o aluno consiga acompanhar a contento os encontros de nosso projeto. Além disso, o aluno deve ter realizado os testes de atitude e a avaliação. Assim, dos 42 alunos de cada turma, 32 alunos da turma B e 28 da turma H se enquadraram nessas condições estabelecidas por nós.

De acordo com nossos referenciais teóricos, o conhecimento prévio é essencial para a ocorrência de novos aprendizados. A fim de descobrirmos esses subsunçores, elaboramos um teste de conteúdos prévios e o aplicamos aos alunos buscando realizar uma sondagem quanto à existência ou não de subsunçores necessários ao desenvolvimento do corpo de conteúdo eleito em nosso projeto: os processos de transferência de energia térmica.

Durante a aplicação dos questionários de conteúdos prévios, sentimos por parte dos alunos uma grande resistência quanto a responder as questões abertas. Como dizia a maioria deles: “Tem que escrever? E ainda mais sobre Física?!”. Foi algo tão desconcertante que, por inúmeras vezes, tivemos de dialogar com os alunos para que entendessem o objetivo daquele teste, não se tratava de uma prova, logo não haveria respostas certas ou erradas.

Foi esclarecido aos alunos, a todo instante, que era necessário que escrevessem sobre tudo aquilo em que acreditavam ao responder as questões e, caso houvesse alguma pergunta sobre a qual não soubessem o que escrever, que a deixassem em branco. Insistimos também que, por não estarem acostumados a esse tipo de testes, talvez estivessem sentindo tamanho

incômodo. O fato de terem de escrever algo que pensem por si só, deixava-os totalmente inseguros. Talvez por estarem inseridos em um sistema onde as avaliações, quando subjetivas, consistem em escrever aquilo que o professor acredita ser certo ou exatamente aquilo que leram no livro, e nunca aquilo que realmente pensam ou entendem, exercitando então a prática da reflexão acerca daquilo que se estuda.

Após a leitura e análise das respostas dadas pelos alunos a esse questionário, listamos aqueles que consideramos mais importantes para entender como pensavam nossos alunos. Podemos destacar algumas dificuldades identificadas a partir dessas respostas; citaremos apenas aquelas que ocorreram com mais frequência:

- 1) Energia interna e temperatura são diretamente proporcionais. Para eles, quanto mais quente um corpo, maior será a sua energia interna;
- 2) Acreditam que uma xícara de café quente possui mais energia térmica e maior temperatura que um iceberg. O que está correto, porém à luz do equívoco demonstrado anteriormente, chega-se à conclusão de que trata de uma coisa só quando falam de temperatura, energia interna e energia térmica.
- 3) Um corpo a uma maior temperatura possui maior quantidade de calor que outro corpo, idêntico a ele, mas a uma temperatura menor. Os corpos, no entendimento deles, possuem calor.
- 4) Quando dois corpos, em temperaturas diferentes, são colocados em contato, trocam entre si temperatura.
- 5) Ao colocarmos a mão em uma superfície fria, o frio se desloca da superfície para nossa mão. Não identificam o frio como uma sensação térmica.

- 6) Consideram a noção de quente e frio como absoluta. Dessa maneira, os sentidos são suficientes para aferir temperaturas.
- 7) Quando um corpo perde calor, perde também temperatura.
- 8) O equilíbrio térmico é entendido como uma mistura de temperaturas.
- 9) Parecem acreditar que os agasalhos são capazes de nos aquecer, não os reconhecem como isolantes térmicos.
- 10) O corpo que é bom condutor aquece rápido; tratando-se pois, de um bom começo para tratar de materiais condutores e isolantes.
- 11) É unanimidade entre os alunos que existe algo que é trocado entre corpos com temperaturas diferentes e no sentido do mais quente para o mais frio. Porém, divergem: uns dizem que é temperatura, outros que é calor; alguns que é energia, sem especificar se é energia térmica ou interna.

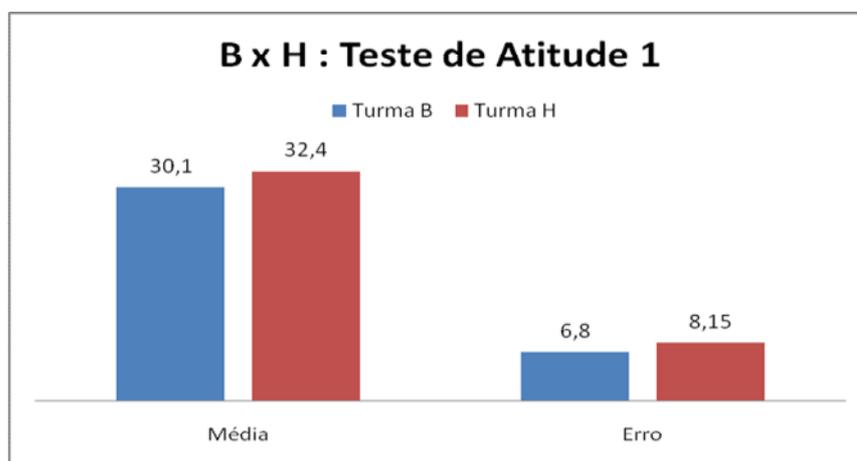
Enfim, apresentam uma série de erros conceituais que, se não sanados, podem não só dificultar o aprendizado do conteúdo que nos propomos a trabalhar, como também inviabilizá-lo. Esse teste inicial se fez necessário, pois em todos os encontros passávamos se não por todos, por muitos desses pontos acima listados, a fim de esclarecê-los.

Aplicamos o Teste de Atitude nas turmas para verificar a atitude dos alunos em relação à Física. O mínimo que poderia ser atingido nesse questionário seriam 11 pontos, significando uma atitude pouco favorável à Física, e o máximo, 55, significando uma atitude altamente favorável à Física. Dessa forma, 33 pontos seriam a média e valores abaixo disso representam uma atitude menos favorável em relação a essa disciplina, sendo que o contrário, média acima de 33 pontos, a representação de uma atitude mais favorável à Física.

Na turma B, a média atingida pelos alunos na aplicação do teste de atitude antes do início do projeto foi de 30,1 pontos e desvio padrão de 6,76 pontos. Podemos afirmar que a turma B apresenta, em média, uma atividade menos favorável à Física. Ressaltando que nessa turma, nove alunos obtiveram pontuações maiores ou iguais a 33 pontos, demonstrando, portanto, uma postura mais favorável à Física. Um percentual pouco maior que 28% da turma B apresenta, de acordo com o teste de atitude, uma atitude favorável à Física. A turma H obteve nessa primeira aplicação do teste de atitude uma média de 32,4 pontos e desvio padrão – descrito no gráfico como erro – de 8,15 pontos. Podemos afirmar que a turma apresenta uma atitude mais favorável à Física que a turma B, porém, esse valor ainda é menor que 33, representando, pois, uma atitude pouco favorável à Física. Nela, encontramos quatorze alunos com pontuação maior ou igual a 33 pontos, representando, portanto, a quantidade de 50% da turma com atitude favorável à Física.

Esse resultado pode ser visto no gráfico da figura 16:

Figura 16: Gráfico de comparação do resultado do primeiro teste de atitude.

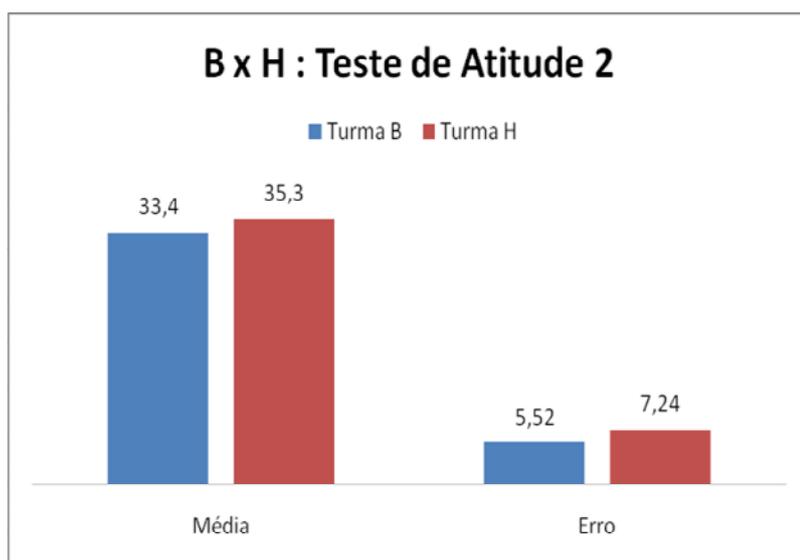


Muito interessante citar que ao analisar os testes de atitude, em ambas as turmas, observamos que os alunos reconhecem a utilidade da Física – um dos fatores avaliados por esse questionário – sendo a pontuação dos dois itens do questionário, concernentes a este

tema, quase sempre máxima para a maioria dos alunos. Mas, apesar de reconhecer essa importância, no segundo fator que essa escala avalia, o aspecto afetivo – gostar ou não da disciplina Física – observa-se que a maior parte dos alunos não obtém grandes pontuações, demonstrando pouca identificação com a Física.

Ao final dos encontros, aplicamos novamente o mesmo teste de atitude para verificar possíveis alterações nos resultados obtidos em cada turma. A turma B obteve média de, aproximadamente, 33,4 pontos com desvio padrão – descrito no gráfico como erro – de 5,52 pontos. A turma H obteve média de 35,3 pontos e desvio padrão de 7,24 pontos. Esses dados são demonstrados no gráfico apresentado na figura 17:

Figura 17: Gráfico de Comparação do segundo teste de atitude.



O número de pessoas com atitude considerada favorável identificado na turma B foi de dezenove pessoas, ou seja, pouco mais de 59% da turma. Além disso, vinte e quatro pessoas obtiveram aumento nos escores dos seus testes de atitude. Com atitude favorável à Física, identificamos dezenove pessoas na turma H, algo próximo de 68% da turma. O número de pessoas que obteve aumento em seu teste de atitude foi de vinte e um.

Observamos uma diferença entre as turmas quanto à atitude em relação à Física. Do primeiro para o segundo teste, houve o aumento da pontuação de ambas as turmas, porém por acreditarmos ser a nossa intervenção uma forma de estimular o aluno, esperávamos um maior aumento do percentual de alunos com atitude favorável na turma submetida ao tratamento, ou seja, na turma H. Porém, observamos a ocorrência do contrário: na turma B houve um aumento maior que 111%, enquanto na turma H identificamos um aumento de apenas 35%. Quanto ao número de pessoas que obtiveram aumento no teste de atitude, encontramos 75% das turmas B e H; sendo os restantes 25%, pessoas que obtiveram diminuição na pontuação do teste de atitude. Até mesmo em relação à média obtida pelas turmas, houve um decréscimo da diferença entre as médias das turmas B e H: de 7,5 % no primeiro teste diminuiu para 5,7% na segunda aplicação do teste de atitude.

Após essa análise, podemos dizer que tanto a aula diferenciada, composta por ambiente mais informal, atividades práticas questionadas, etc, como as aulas tradicionais, conforme descrição do capítulo anterior, são capazes de motivar os alunos. Em nosso caso, surpreendentemente, e contrário às expectativas, as aulas tradicionais surtiram um maior efeito na turma B do que a intervenção na turma H, levando-se em conta o quesito atitude em relação à Física.

Esperávamos um resultado diferente desse, pois de acordo com Hodson (1994), para o aluno é mais atraente métodos de aprendizagem mais ativos, com maior oportunidade de interagir mais livremente com o professor e outros alunos. O aluno foi levado a aprender ciência praticando-a junto a alguém mais capaz que o auxiliasse, ajudasse e criticasse (professor). Porém, no quesito atitude, não identificamos tanta diferença entre a turma H, que recebeu um tratamento baseado nas idéias acima descritas, e a turma B que recebeu outro tratamento – conforme descrito na metodologia.

Chegamos a questionar qual seria o resultado obtido se trocássemos as turmas de trabalho e de comparação; chegamos à conclusão de que jamais poderíamos afirmar quais seriam os resultados: se seriam os mesmos ou se seriam opostos a esse. Apenas podemos reconhecer o quão idiossincrático é o processo de ensino-aprendizagem, sendo, portanto, os meios de motivar a aprendizagem, algo muito específico para cada grupo. Não existindo, pois, uma receita padrão para isso. Há, portanto, a necessidade de que os professores conheçam seus alunos ao ponto de poderem saber quais os tipos de aulas que devem ser ministradas para o melhor desempenho deles.

Vale ressaltar que uma possível explicação para isso é o fato de que a turma B sempre apresentou melhor comportamento e dedicação nas aulas. Em todos os momentos mostraram-se mais receptivos ao projeto, mesmo sabendo que as aulas que recebiam eram diferentes daquelas recebidas pela turma H. Por muitas vezes perguntaram se não montariam uma placa e recebiam como resposta uma explicação sobre o projeto, ressaltando a importância de que as aulas das duas turmas fossem diferenciadas; tal fato foi bem entendido pelos alunos da turma B.

Receamos que os alunos da turma B se desmotivassem por não participarem da montagem da placa, porém, no diário de bordo, realizamos inúmeras anotações enaltecendo sua participação que, até mesmo nos encontros realizados no período vespertino, foram mais frequentes e participativos. Essa é uma possível justificativa para tal fato. Poderia afirmar que a predisposição para aprender dessa turma, apesar de não ser algo a que se possa atribuir valores, foi maior que a da turma H ou, pelo menos, mais aparente.

Segundo Moreira (2002) referindo-se à Teoria dos Campos Conceituais de Vernaugd, os conhecimentos-em-ação podem ser precursores na aquisição de conceitos científicos e, por isso, devem ser pesquisados. Dessa forma, o professor tem por função mediar a explicitação

do conhecimento implícito do aluno. Os conceitos e teoremas em ação são, durante as tarefas, lapidados até que se tornem conceitos e teorias científicas. Gravamos a situações-problema a fim de, durante sua análise, identificar os invariantes operatórios. Essa análise das gravações transcritas foi realizada e verificamos algumas idéias dos alunos que se desenvolveram, além de idéias que, mesmo depois da intervenção, não se modificaram conforme veremos em trechos de respostas dadas pelos alunos na prova. Há que se esclarecer que nos fragmentos descritos a seguir, a palavra ALUNO não necessariamente se refere sempre ao mesmo aluno, podendo se tratar de alunos diferentes.

Nos fragmentos descritos a seguir tentamos identificar os invariantes operatórios:

Fragmento 1

Professora: O calor vai ser essa energia térmica em trânsito que flui do corpo mais quente para o corpo mais frio. Então, os corpos não possuem calor. Assim, imagine você: O Sol realmente emite calor para a gente?

Aluno: Não.

Professora: Então o que ele emite?

Aluno: Energia.

Professora: Que tipo de energia?

Aluno: Térmica.

Teorema em ação: O Sol emite energia térmica e por isso aquece os corpos.

Não consideram a transformação de energia: energia radiante em energia térmica.

Fragmento 2

Professora: ... se eu montar a placa com o material dessa cor que está, ele vai absorver mais ou menos energia do que se eu pintar esse material?

Aluno: Pintar de preto?

Professora: Tem que pintar de quê?

Aluno: De preto.

Professora: Mas por que de preto?

Aluno: Porque o preto absorve mais.

Professora: Absorve o quê?

Aluno: Energia.

Teorema em ação: Se pintar o material de preto, a placa absorve mais energia solar e esquenta mais.

Essa situação se complementa com a situação seguinte, onde identificam as cores escuras como bons absorvedores de energia radiante.

Fragmento 3

Professora: Em dias quentes, não é aconselhável que utilizemos certos tipos de roupas ou certas cores de roupas. Cite quais são essas cores que não são aconselháveis.

Aluno: Preta, escuras.

Professora: Então temos de evitar certas cores. Cite-as.

Aluno: Preto, azul escuro, marrom etc.

Professora: Por que você acha que essas cores de roupas são inadequadas para dias quentes?

Aluno: Porque absorvem radiação.

Professora: Isso quer dizer que as cores claras não absorvem radiação?

Aluno: Elas refletem.

Professora: mas, refletem tudo? Tudo que incide?

Aluno: Não..., absorvem..., mas menos.

Professora: Ok, então as cores escuras absorvem mais energia radiante que as cores claras.

Teorema em ação: Roupas de cores escuras aquecem mais quando expostas aos raios solares do que as roupas de cores claras, pois absorvem mais energia radiante

Fragmento 4

Professora: O efeito estufa terrestre, de acordo com o que você já ouviu falar, é bom ou ruim?

Aluno: Ruim.

Professora: Então ele é ruim?

Aluno: É bom porque não deixa a Terra esfriar demais...

Professora: Sim, bom porque não deixa a Terra sofrer grandes variações de temperatura. E ruim por quê?

Aluno: Porque agora “tá” aquecendo demais, né?

Teorema em ação: O efeito estufa é bom por não deixar a Terra esfriar demais. É o fenômeno por meio do qual a Terra aquece

Houve também situações onde observamos a repetição de idéias dos alunos já identificadas no teste de conteúdos prévios e que, mesmo após a intervenção, voltaram a aparecer na prova. Em quase todas elas há uma tendência dos alunos de animar as grandezas físicas. Se fôssemos falar em figuras de linguagem da língua portuguesa, certamente se trataria de prosopopéia ou personificação: figura de linguagem que consiste em atribuir características humanas às coisas, personificando-as. A seguir, serão descritos alguns trechos que exemplificam esse fato:

Fragmento 1

Professora:... coloco então a garrafa. Isso é só para proteger o cano?

Aluna: Não, porque aí vai aquecer mais.

Professora: Por quê?

Aluno: Prende o calor dentro dela.

Teorema em ação: A garrafa prende o calor, por isso auxilia no aquecimento. Com ela o sistema aquece mais do que se fossem somente os canos.

Esse é um exemplo típico que demonstra uma idéia já explicitada pelos alunos no teste de conteúdos prévios: O calor como uma substância que pode estar contida nos corpos, logo pode ser presa. Apesar de termos voltado por diversas vezes ao conceito de calor durante as aulas, os alunos, ainda sim, citavam o calor como sendo uma substância contida nos corpos. Tal fato não foi identificado na avaliação.

Fragmento 2

Professora: Você me disse que a radiação solar vai chegar e refratar na garrafa. O que vai ocorrer na interação entre a radiação e os corpos (caixa e cano)?

Aluno: Absorver, aquecer e emitir radiação infravermelha.

Professora: E o que ocorre com essa radiação?

Aluno: Não consegue sair, fica presa.

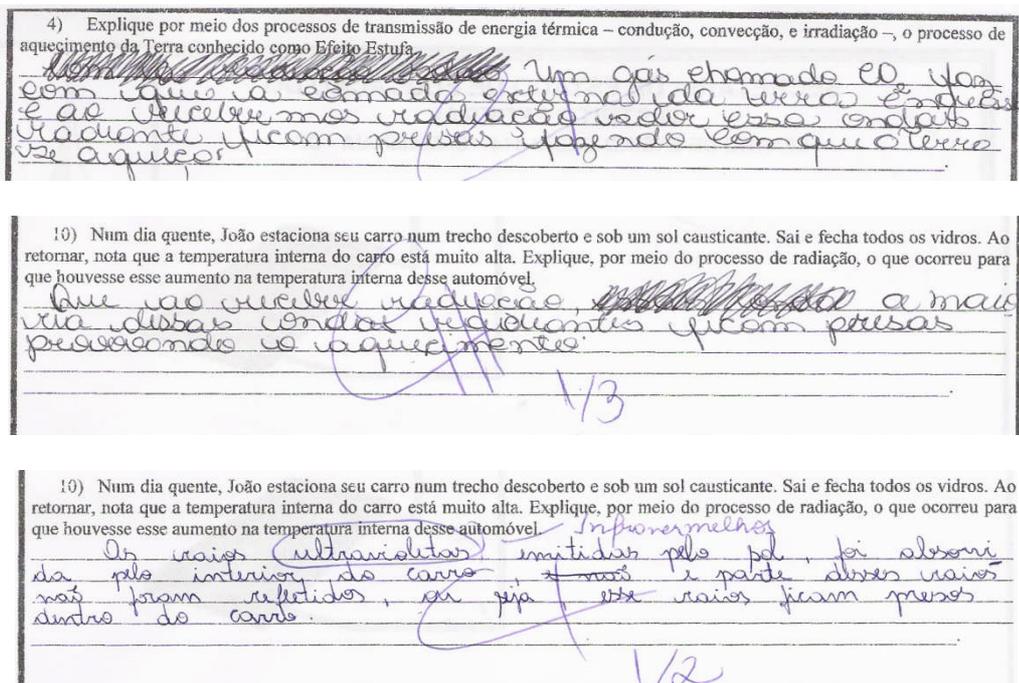
Discutimos todo o processo para esclarecer que não é assim que se trata desse fenômeno quando o explicamos por meio de termos científicos. Mas colocamos aqui a conclusão a que chegamos ao final dessa discussão.

Professora:... Dizemos que as garrafas são transparentes à radiação visível, mas são opacas à radiação infravermelha. É por esse motivo que quando entramos em um carro estacionado em um dia muito quente e exposto à radiação solar, percebemos o interior do carro tão abafado.

Teorema em ação: O vidro prende a radiação infravermelha. Quando exposto ao Sol fica com seu interior muito quente.

Percebe-se que nesse trecho novas características de seres animados são atribuídas a mais uma grandeza Física: a radiação. Os termos científicos são utilizados, porém suas concepções são distantes daquelas cientificamente aceitas, estando, portanto, mais próximas do senso comum. O fenômeno do efeito estufa é descrito resumidamente pelos alunos como uma consequência da “radiação que passa pelo vidro, mas não consegue sair”. Isso se repetiu na avaliação e na figura 18 apresentamos algumas respostas nas quais isso aconteceu.

Figura 18: Respostas dos alunos escaneadas.



Além disso, muitos alunos citaram os raios infravermelhos como se fossem os raios ultra-violeta e trocaram a camada atmosférica por camada de ozônio. Em nossa opinião, talvez isso tenha ocorrido porque esses termos são muito difundidos pelos meios de comunicação em massa; porém deveriam ser tratados com mais rigor, afim de que aquilo difundido esteja mais próximo do conceito científico do que dos saberes de senso comum. Dessa forma, ao falarem sobre o efeito estufa, eles confundem os nomes. A seguir citaremos a ocorrência de um fato parecido com esse, onde um aluno citou a camada de ozônio como se fosse a camada atmosférica. Vale ressaltar que esse não é um fato isolado. Lecionando esse mesmo conteúdo para uma turma de EJA (Educação de Jovens e Adultos), observamos que essa mesma confusão ocorreu. Novamente a camada atmosférica foi nomeada de camada de ozônio, já os raios infravermelhos, eram chamados de raios ultravioletas. Essa ocorrência nos fez crer que nossa hipótese acima descrita pode ser uma boa explicação para esse tipo de confusão.

Fragmento 3

Após a discussão sobre o efeito estufa:

Professora: Então o efeito estufa é nocivo ou necessário?

Aluno: Necessário.

Professora: Porque as pessoas culpam o efeito estufa pelo aquecimento global?

Aluno: Porque a camada está sendo destruída, aí ela tá passando direto.

Pela frase “está sendo destruída”, entendemos que o aluno faz alusão à camada atmosférica, confundindo-a com a camada de ozônio. E “ela passa direto” pode estar relacionado à radiação solar. Para tentar evitar que isso ocorra, o professor deve desenvolver uma atividade extra sobre o espectro eletromagnético para que o aluno se familiarize mais com as diferentes radiações e suas utilizações dessa no cotidiano.

Após o término do processo, aplicamos a avaliação abordando o corpo de conteúdo trabalhado, constando de dez questões: seis questões objetivas e outras quatro subjetivas. Os resultados atingidos foram muito aquém de nossas expectativas, pois, em nenhuma das duas turmas, obtivemos média que atingisse a metade do valor da prova.

De acordo com a teoria de Ausubel, o professor deve promover a aprendizagem significativa, organizando seqüencialmente um corpo de matéria; identificando os subsunçores que devem existir na estrutura cognitiva do aprendiz; identificando o potencial significativo do aprendiz, isto é, suas estruturas cognitivas já consolidadas e aplicando um método de ensino que priorize a associação das idéias novas com as do aprendiz. Dessa forma, tendo sido diferentes os métodos utilizados em cada turma, resolvemos aplicar uma avaliação nas duas turmas como forma de obter dados para análise e comparação. Sabíamos que o projeto deveria estar conectado às aulas dos alunos, não alterando o seu cotidiano

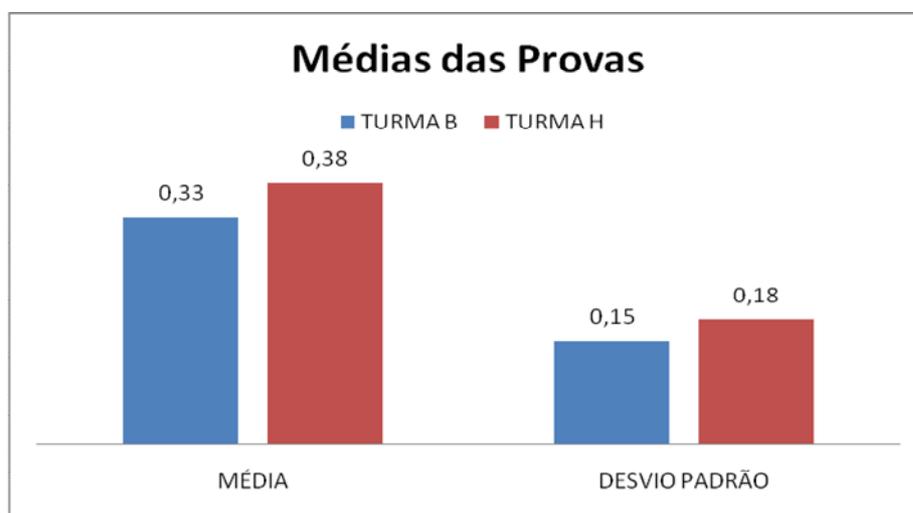
escolar; portanto, o conteúdo lecionado deveria ser cobrado de maneira tal que viesse a fazer parte da pontuação bimestral de Física.

Dessa forma, conseguimos, junto à professora regente, que para a avaliação dessa parte do conteúdo fosse reservado 1,0 ponto. Apesar de não a considerarmos uma pontuação significativa, sabemos que isso é uma consequência do sistema de avaliação – dos dez pontos totais, apenas cinco são destinados a avaliações escritas de aprendizagem realizadas individualmente – mais conhecidas entre os alunos por provas. Dessa forma, os alunos, aos poucos perdem o costume de estudar para as provas, o que se reflete nos resultados obtidos.

Na turma B, a turma de controle, a média das provas foi de 0,33 pontos com um desvio padrão de 0,15. Já a turma H obteve uma média de 0,38 pontos com um desvio padrão de 0,18. A diferença das médias obtidas por cada turma demonstra uma leve superioridade da turma H, sendo essa diferença de 15,16%, aproximadamente. O fato de o desvio padrão da turma H ser maior que a da turma B, demonstra uma maior variação de notas dentre seus alunos. A nosso ver, essa diferença não se torna muito significativa tendo em vista essas médias tão baixas.

Na figura 19 apresentamos o gráfico com a comparação dessas médias:

Figura 19: Gráfico de comparação entre as médias das provas



Podemos também levar em conta o número de pessoas que tirou notas acima da média e o número de pessoas que tirou zero. Na turma B, cinco pessoas atingiram a média ou algo acima dela enquanto na turma H esse número sobe para nove. Apesar de observar uma média pouco maior na turma H, ao realizarmos o teste T para variáveis independentes comparando essas duas médias, encontramos resultados que estão demonstrados nos quadros apresentados na tabela 3:

Tabela 3: Tabelas contendo os dados do teste t aplicado às médias das turmas

	TURMAS	DIMENSÃO N DA AMOSTRA	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	ERRO PADRÃO AMOSTRAL
NOTAS	TURMA B	32	0,3331	0,15182	0,02684
	TURMAH	28	0,3779	0,17513	0,03310

		Teste de Levene para variações iguais		Teste-t para igualdade de variações				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2- tailed)	95% de confiança Intervalo de diferença	
							Lower	Upper
NOTAS	Varição Igual Assumida	1,794	0,186	-1,060	58	0,294	-0,12921	0,03974
	Varição Igual não Assumida			-1,050	53,889	0,298	-0,13016	0,04070

Nesse teste, conforme Barbetta (2007), podemos observar que o valor de t encontrado é de $-1,060$ e o de p $0,298$. Porém, para que tivéssemos uma confiança de 95% de que as amostras possuem diferença estatisticamente significativa, deveríamos ter encontrado um valor de p – nível de significância obtido pelo teste t e na tabela descrito por sig (2-tailed) – menor que $0,05$ – o nível de significância no qual o teste se baseia, daí a confiança de 95%. Tendo em vista que o valor encontrado $0,298$ é bem maior que $0,05$, podemos afirmar que as diferenças entre as médias das duas turmas encontradas não é estatisticamente significativa.

Há algo, considerado relevante por nós, que não pode deixar de ser comentado que é o fato de termos realizado junto à turma B aulas específicas para a resolução de exercícios

encontrados no capítulo referente a esse conteúdo no livro texto adotado. Enquanto isso, a turma H não resolveu nenhum exercício nos moldes que encontramos nos livros textos, participando apenas dos encontros que compõem a nossa intervenção. Mesmo assim, a turma H obteve maiores notas na prova, apresentando média de rendimento 15,15% superior em relação à média da turma B. Diante desse fato, consideramos essa diferença importante; apesar de não ser estatisticamente significativa de acordo com o teste t aplicado e relatado anteriormente. Acreditamos que os alunos da turma H, ao realizarem a prova, passaram por uma situação, abordando o mesmo conteúdo trabalhado nos encontros, menos familiar que aquela vivida pelos alunos da turma B. Dessa forma, identificamos essa diferença nas médias como algo que nos permite concluir que situações nas quais os alunos são questionados acerca de seus conhecimentos e conduzidos à reflexão sobre os mesmos, auxiliam o aluno no processo de construção de seus conceitos, e no consequente entendimento do conteúdo. Criar situações nas quais o aluno deve expressar aquilo que verdadeiramente entende deve se fazer mais presente em nosso sistema de ensino.

Não podemos deixar de ressaltar que houve um problema na elaboração do enunciado referente à questão dez da avaliação. Tal fato só foi detectado após a aplicação das provas. Isso nos levou a cancelá-la e pontuar todos os alunos com 0,1 pontos – nota referente à questão anulada. Essa atitude foi motivada pela intenção de não prejudicar os alunos, além de não interferir nos resultados obtidos no curso de nossa análise.

Durante os encontros em ambas as turmas voltamos, sempre que necessário, aos conceitos identificados no teste de atitude e listados no início desse capítulo. As dificuldades das duas turmas eram muito parecidas, motivo pelo qual listamos um conjunto de dificuldades percebidas ao analisarmos os testes de conteúdos prévios. Nas provas pudemos identificar a utilização de alguns conceitos nas respostas dadas pelos alunos que se aproximavam das

questões dissertativas que se aproximavam daquilo que é cientificamente aceito. Nesse sentido, a turma H demonstra melhor desempenho que a turma B: vinte e quatro respostas continham conceitos bem utilizados nas respostas, conforme explicado anteriormente, e na turma B, apenas 15. Apesar de explicitarem conceitos que se aproximavam dos cientificamente aceitos, em algumas respostas encontramos erros de grafia e vale ressaltar que nas mesmas respostas com conceitos bem utilizados, pode haver também equívocos. Fizemos a seleção de algumas respostas, apresentadas nas figuras 20 e 21, que demonstram isso:

Figura 20: Respostas escaneadas das provas dos alunos

1) Ao misturarmos café quente com leite frio percebemos que após certo tempo, a temperatura da mistura torna-se a mesma. Isso é um exemplo do que se conhece por equilíbrio térmico. Explique o que ocorreu para que essas temperaturas se tornassem iguais.

glave "choque" entre as partículas, as (part) melha, houve transferência de calor de um corpo + quente para um corpo + frio para que assim tenham equilíbrio

1) Ao misturarmos café quente com leite frio percebemos que após certo tempo, a temperatura da mistura torna-se a mesma. Isso é um exemplo do que se conhece por equilíbrio térmico. Explique o que ocorreu para que essas temperaturas se tornassem iguais.

o calor migra em choque as partículas do leite entram em choque com as partículas do café e misturando ficam iguais e equilibram o sistema

1) Ao misturarmos café quente com leite frio percebemos que após certo tempo, a temperatura da mistura torna-se a mesma. Isso é um exemplo do que se conhece por equilíbrio térmico. Explique o que ocorreu para que essas temperaturas se tornassem iguais.

O café com a temperatura maior cede energia térmica para o leite frio com a temperatura menor, até chegar a ter o equilíbrio térmico (sem mais de tempo).

8) Enrole um cobertor ao redor de um termômetro. A temperatura desse termômetro se elevará, ou não? Explique.

Não se elevará, pois ele vai dificultar a troca de calor

8) Enrole um cobertor ao redor de um termômetro. A temperatura desse termômetro se elevará, ou não? Explique.

Não, pois o cobertor é um (isolante) térmico isolante

8) Enrole um cobertor ao redor de um termômetro. A temperatura desse termômetro se elevará, ou não? Explique.

Não, porque o cobertor é apenas um isolante.

Figura 21: Respostas escaneadas das provas dos alunos

4) Explique por meio dos processos de transmissão de energia térmica – condução, convecção, e irradiação –, o processo de aquecimento da Terra conhecido como Efeito Estufa.

Um gás chamado CO₂ fica com a radiação refletida da terra e fica preso e aquece a terra.

10) Num dia quente, João estaciona seu carro num trecho descoberto e sob um sol causticante. Sai e fecha todos os vidros. Ao retornar, nota que a temperatura interna do carro está muito alta. Explique, por meio do processo de radiação, o que ocorreu para que houvesse esse aumento na temperatura interna desse automóvel.

A radiação solar entra pelos vidros aquecendo tudo que está dentro do carro, que começa a emitir ondas infravermelhas que não ultrapassam os vidros, e ficando preso ali e aumentando a temperatura.

4) Explique por meio dos processos de transmissão de energia térmica – condução, convecção, e irradiação –, o processo de aquecimento da Terra conhecido como Efeito Estufa.

Os raios solares entram na atmosfera aquecendo a terra, que emite ondas infravermelhas e ficam presos dentro da atmosfera.

10) Num dia quente, João estaciona seu carro num trecho descoberto e sob um sol causticante. Sai e fecha todos os vidros. Ao retornar, nota que a temperatura interna do carro está muito alta. Explique, por meio do processo de radiação, o que ocorreu para que houvesse esse aumento na temperatura interna desse automóvel.

O efeito estufa, ele é quem faz com que dentro do carro a temperatura aumente. Os raios solares atravessam o vidro do carro (refratado) atingem os bancos que não de cor preta, e como a cor preta absorve mais os raios solares, ele vai ficar mais "quente". Toda coisa que tem uma temperatura emite infravermelhos. Os infravermelhos não tentam sair para fora e assim, o que há uma barreira (o vidro) e muitos não conseguem sair e volta, aquecendo o carro.

4) Explique por meio dos processos de transmissão de energia térmica – condução, convecção, e irradiação –, o processo de aquecimento da Terra conhecido como Efeito Estufa.

Os raios solares chegam a terra. A terra absorve uma grande quantidade de raios solares. A terra começa a emitir infravermelhos. Se que existe uma camada de gás na atmosfera que absorve os raios infravermelhos, os infravermelhos na sua maioria não conseguem sair para a atmosfera e alguns outros raios não conseguem se eles voltam. É com um processo que se dá o aquecimento da Terra para a sobrevivência de todas as espécies.

4) Explique por meio dos processos de transmissão de energia térmica – condução, convecção, e irradiação –, o processo de aquecimento da Terra conhecido como Efeito Estufa.

Os raios solares chegam a terra e a terra absorve. A atmosfera da terra absorve e reflete os raios, que são conhecidos como infravermelhos. Esses raios ultra violetas ficam "presos" na atmosfera, fazendo isso, acaba aquecendo a terra, mais do que ela precisa, causando o efeito estufa.

Quanto às questões objetivas, que foram seis, não houve quase nenhuma diferença no número de acertos nas turmas B e H. A única exceção foi a nona questão na qual obtivemos mais acertos dos alunos da turma H. Essa questão tratava do alto coeficiente de absorção de energia da cor preta, conteúdo trabalhado nas duas turmas. Porém, consideramos que pelo fato

de terem participado de uma situação-problema prática onde discutimos a cor com que pintaríamos os canos e as caixinhas, os alunos da turma H retiveram melhor os aspectos referentes a esse fenômeno, obtendo, pois, melhores resultados nessa questão. Acreditamos ter havido aprendizagem significativa, pois os alunos da turma H foram cobrados sobre o conteúdo de uma maneira diferenciada daquela na qual foram ensinados.

Para finalizar esse processo, resolvemos saber dos alunos da turma H sua opinião sobre as aulas. Elaboramos um questionário de opinião, composto de dez questões, por meio do qual intencionamos obter dos alunos suas percepções e opiniões acerca do projeto que participaram.

Selecionamos algumas respostas e colocamos trechos delas para sintetizar as idéias da turma sobre nosso projeto. De acordo com as respostas, 62,5% dos alunos acharam ótimas as aulas desenvolvidas em nossa estratégia de ensino, enquanto os restantes 37,5 % consideraram-nas boas. De acordo com as respostas, 93,75% dos alunos alegam não ter participado de aula como essas, tendo a minoria restante já participado desse tipo de aula.

Os alunos apontam como aspectos inovadores:

- a) *“... ver de perto como funciona, tendo a prática...”*;
- b) *“... não ficou só aquela aula chata em que só o professor fala, os alunos participam...”*;
- c) *“O fato de estarmos em constante debate, onde a maioria mostra sua opinião e tira suas dúvidas.”*;
- d) *“Na forma de ensino que é mais aprofundado.”*;
- e) *“Trouxe motivação e interesse a muitos alunos.”*

Para a turma H, os pontos negativos foram que nem sempre todos participam das aulas, a falta de material, a falta de estrutura da escola para receber esse tipo de aula (muitos

disseram que o espaço poderia ser melhor e ter mais cadeiras). A não colaboração por parte de alguns alunos da classe – fato por nós já comentado durante as anotações realizadas no diário de bordo – foi um dos pontos mais citados. Por muitos momentos tivemos de interromper as aulas para cobrar disciplina da turma. Muitas foram as citações sobre o fato de algumas aulas terem sido no turno vespertino; a reclamação foi enorme, pois alegavam não ser sempre possível sair de casa à tarde para ir às aulas – muitos cuidam de seus irmãos mais novos ou ajudam os pais no serviço de casa. Além disso, falaram que o tempo foi curto e alegaram que quem não acompanhou todas as aulas ficou um pouco perdido.

Como pontos positivos citaram:

- *“... podemos aprender de forma mais clara, tirando as dúvidas...”*;
- *“A construção daquilo que mostra exatamente o que estávamos estudando e assim despertando mais interesse no aluno.”*;
- *“A maneira com que o assunto foi abordado.”*;
- *“Nós fizemos parte da aula o que nos faz aprender mais.”*;
- *“O ensino é mais efetivo, existe mais diálogo entre “ensinador” e aprendiz”*;
- *“... mais fácil de aprender pois é mais divertido e interessante, faz com que a gente se interesse mais.”*;
- *“É uma forma a mais do aluno aprender, não somente a explicação mas também a prática com questionamentos.”*
- *“A interação e participação.”*;
- *“As aulas ficam mais interessantes.”*

Quando perguntamos o que acrescentariam ou alterariam nessas aulas surgiram respostas que nos surpreenderam como, por exemplo, um aluno que alteraria a falta de educação de alguns colegas de classe – mais uma vez ressaltando que o mau comportamento

da turma não incomodou apenas a professora, mas os próprios alunos, sendo considerado um dos motivos do baixo rendimento atingido pela turma. Alguns trechos explicitam bem esse sentimento:

- “... tiraria as pessoas que só falavam...”;
- “... acrescentaria mais participação de toda a turma.”;
- “Não alteraria nem acrescentaria nada, o único problema foi mesmo a turma.”

Outros pontos também foram citados: alteração da divisão de tarefas na construção da placa, acrescentariam mais tempo às aulas, estenderiam esse tipo de projeto a todas as outras disciplinas, a estrutura da sala. Houve também um aluno que disse não ter nada para ser mudado, apenas gostaria que todos da escola tivessem a oportunidade que ele teve.

Esse questionário nos revelou muitas coisas sobre os alunos, inclusive que alguns passaram a ter uma nova visão acerca da disciplina Física:

- “... através dessas aulas tive uma visão melhor do que realmente a Física pode nos ajudar em nosso dia-a-dia.”
- “A Física não é só aqueles números, cálculos. Está diretamente ligada a meu cotidiano.”
- “Antes eu entendia muito pouco de Física. Agora eu percebo a meu redor que a Física está a todo tempo. Não percebia a importância da Física no cotidiano.”
- “Dependendo da forma com que é ensinada a Física pode ser interessante.”
- “Pude perceber que a Física não é somente algo chato, é bem interessante.”
- “Me fez ver que a Física é bem importante em minha vida.”
- “Percebi que quase tudo envolve Física na vida.”

Os alunos teceram muitos comentários positivos à respeito da dinâmica das aulas e a forma com que se desenvolveram:

- *“Essas aulas se diferenciam na parte prática, no jeito dinâmico da explicação.”*
- *“... a aula é dinâmica, sentimos prazer em ter aulas diferentes das outras.”*
- *“O conteúdo abordado é o mesmo das aulas convencionais, porém de uma maneira mais dinâmica.”*
- *“Essas aulas têm mais diálogo com o professor, tem mais opiniões, não é só aquela aula que você copia.”*
- *“Nessas aulas nós participamos não é só a professora falando.”*

O mais interessante é que, apesar de não ser o alvo principal de nosso projeto, obtivemos indícios de sensibilização dos alunos quanto à questões sócio-ambientais. Quando perguntados em que essa estratégia trouxe inovações, algumas respostas trouxeram em seu bojo aspectos ligados ao efeito estufa, ao meio ambiente, à coletividade, etc. Alguns trechos descrevem melhor esse fato:

- *“Na minha maneira de agir, ou seja, com relação ao meio ambiente, ao efeito estufa, aquecimento global, etc.”*
- *“Racionamento de energia”*
- *“Trouxe motivação e interesse a muitos alunos que com um pouco que fizermos ajudamos e muito a natureza.”*
- *“Simples materiais que iriam para o lixo, viram uma grande placa coletora de energia solar.”*
- *“Reciclagem.”*
- *“Trouxe inovação tanto para o meio ambiente quanto para a vida das pessoas.”*
- *“Inovou o modo de pensar e de agir.”*

Capítulo 7 – Conclusão

O principal motivo que nos levou à realização desse trabalho foi a busca por melhorias no Ensino de Física, procurando torná-lo mais eficaz. Nossa motivação para realização desse estudo foi acreditar que aulas diferenciadas, compostas por atividades práticas em ambiente menos formal que sala de aula, abordando o conteúdo por meio de situações-problema, seriam capazes de promover a aprendizagem significativa em conteúdos de Física da segunda série do Ensino Médio (Processos de Transmissão de Energia Térmica), tornando seu aprendizado mais motivante para o aluno.

De acordo com a proposta inicial, nosso estudo tem por objetivo verificar se a intervenção, construída à luz das teorias de Ausubel e Vergnaud, atingiu alguns de nossos objetivos, a saber, motivar os alunos, aumentar sua participação e interesse, além de buscar implementar a conscientização da importância da Física para a vida, relacionando-a ao atual problema ambiental do aquecimento global. E, o mais importante de todos os objetivos, se essa estratégia de ensino baseada na utilização de uma atividade experimental, em termos de situações-problema, promoveu a aprendizagem significativa de conteúdos de Física de maneira mais eficaz que as exposições convencionais de conteúdo. Lembrando que entendemos por aula convencional aquela na qual o professor se utiliza do livro didático, quadro, giz e exercícios extras acerca do corpo de conteúdo em questão.

Na motivação não identificamos muita diferença. De acordo com a análise dos testes de atitude, a turma submetida à intervenção, turma H, apesar de obter valores um pouco maiores que aqueles obtidos pela turma B, demonstrou uma menor evolução no que se refere ao número de pessoas que obteve aumento na pontuação do teste de atitude. Além disso, a

diferença entre as médias das turmas diminuiu. Assim, podemos afirmar que tanto a estratégia de ensino diferenciada quanto as aulas convencionais promoveram a motivação dos alunos. Em nosso trabalho, as aulas convencionais obtiveram resultados mais positivos, se considerarmos o número de alunos que atingiu maior pontuação no teste de atitude. Para entendermos esse fato, podemos considerar como um fator de grande peso, o fato de que a mesma professora que lecionava a estratégia de ensino diferenciada lecionava também as aulas tradicionais. Mesmo que se contenha, a professora leva para ambas as turmas sua empolgação, os exemplos, curiosidades e questionamentos – essas trocas entre uma sala e outra é algo natural no cotidiano de trabalho do professor. Além disso, vale ressaltar a afirmação de Hodson (1994) de que nem todos os alunos desfrutam da mesma forma de uma atividade experimental. Isso vale não só para a atividade experimental, mas também para as aulas convencionais. Talvez por isso, obtivemos alunos com ótimos resultados e outros com resultados baixíssimos, ou seja, uma grande variação de notas ocorrida em nossa turma de trabalho. Essa seria uma explicação possível para a diminuição entre a pontuação obtida por alguns alunos nos testes de atitude final e inicial, o que vale para as duas turmas

A turma H, conforme admitido pelos próprios alunos, se comportava de maneira tal que prejudicava o andamento normal dos encontros, dificultando um maior envolvimento da turma no projeto. Alguns alunos, que iam às aulas de vez em quando, demonstravam menor entrosamento no projeto, apresentando comportamento não condizente com aquele esperado de um aluno que vai à escola para aprender. A turma de controle se apresentou mais aplicada e de comportamento mais adequado ao desenvolvimento das aulas. Acreditamos que a motivação é composta por elementos internos e externos. Nossas aulas, de acordo com os próprios alunos, podem representar esse elemento externo, porém, esse se faz necessário, mas não suficiente. Vale lembrar que não encontramos esses elementos externos apenas na escola,

mas também dentro de casa junto à família. A parcela interna também é crucial para que ocorra a aprendizagem significativa. Somente isso consegue explicar o fato de que na mesma turma em que encontramos alunos realizando anotações sobre todo o ocorrido nos encontros e desenvolvendo, ao final desses encontros, um trabalho escrito, havia aqueles que nos obrigavam a interromper as aulas e chamar a atenção devido a conversas paralelas. Fato que não ocorreu na turma de comparação.

A pré-disposição para aprender de forma significativa é um dos elementos necessários, mas não suficiente, para a ocorrência da aprendizagem significativa. Porém, por mais que se apresente para o aluno um material potencialmente significativo contendo situações motivadoras, que se pesquise junto aos alunos para descobrir se possuem ou não os subsunçores necessários à ancoragem do novo conteúdo, de nada adiantará se o aluno não se dispuser a aprender de maneira significativa, ou seja, se o aluno não estiver disposto a relacionar o conteúdo do material potencialmente significativo à sua estrutura cognitiva de maneira substantiva e não-arbitrária. Essa é uma explicação possível para compreender porque alguns alunos das duas turmas, mesmo estando presente a seis ou mais encontros, não obtiveram rendimento satisfatório na avaliação.

Durante nossas reflexões acerca do trabalho realizado junto às turmas, percebemos que alguns alunos, a minoria – porém uma minoria barulhenta conforme descrito antes – não encarou as aulas com a seriedade requerida para uma situação de ensino. Cremos que isso ocorreu devido ao fato de nossas aulas terem como característica sair do cotidiano de sala de aula, de fazer algo mais informal do que aquilo a que os alunos estão acostumados em sala de aulas. Dessa forma, pensamos que esse pequeno grupo não conseguiu compreender que aquelas situações tinham os mesmos objetivos almejados em uma sala de aula: o processo de ensino-aprendizagem, com ocorrência da aprendizagem significativa. Apenas trocamos o

local onde ocorreria esse processo e mantivemos a seriedade com que lidamos com as situações em sala de aula. O fato de uma aluna, sem ser pedido nada a ela, tomar a iniciativa de fazer um trabalho contendo todas suas anotações realizadas nos encontros, demonstra isso. Conforme identificamos nas respostas dadas ao questionário de opinião, toda essa intervenção representou algo muito novo, o que pode ter confundido esse pequeno grupo de alunos.

Em nossa estratégia, conforme dissemos anteriormente, fugimos um pouco do ambiente formal que a sala de aula representa, porém nos deparamos com uma postura descompromissada de alguns alunos, o que prejudicou o seu aprendizado e dos demais colegas de classe. Esse fato pôde ser comprovado nas provas: aqueles alunos que menos se envolveram nas discussões responderam questões na prova com as mesmas concepções encontradas no teste de conteúdos prévios – e listadas no capítulo anterior – não demonstrando, pois, qualquer evolução conceitual.

A capacidade dos alunos de explicitar seus conhecimentos sofre uma grande melhora durante a realização de nossa estratégia de ensino, inclusive, mais efetiva que as aulas tradicionais. Isso é uma consequência da série de questionamentos que são realizados ao desenvolver as situações problema criadas em cada etapa de desenvolvimento da atividade prática. Tais questionamentos estimulam os alunos a refletirem sobre o assunto, e participarem das aulas explicitando suas idéias livremente. Assim, o professor está criando situações, que conforme Vernaugd, se fazem importantes, pois nelas, os alunos tentam explicitar seus conhecimentos implícitos, colocando em ação seus invariantes operatório – conceito em ação e teorema em ação.

Consideramos, conforme comentado na análise e discussão de dados, que a turma H demonstrou maior domínio dos conceitos Físicos trabalhados, inclusive, utilizando-os, de

maneira próxima daqueles conhecimentos aceitos cientificamente, em suas respostas subjetivas na prova. Verificamos nas respostas subjetivas dos alunos da turma H, conhecimentos explicitados muito mais próximos daqueles cientificamente aceitos, do que daqueles encontrados nas respostas dos alunos da turma B. Nossa proposta tem como consequência um ganho inquestionável na utilização de conceitos físicos e termos científicos de maneira mais próxima àquelas aceitas cientificamente.

A turma B resolveu durante suas aulas, junto à professora, muitos exercícios nos moldes da prova, enquanto a turma H se limitou a trabalhar as situações problema que compõem nossa intervenção. Mesmo assim, a turma H obteve uma média de notas maior que a da turma B. Assim, quanto ao rendimento, podemos afirmar que, apesar de a diferença não ter sido considerada estatisticamente significativa, acreditamos que nossa intervenção trouxe ganho. A avaliação representou para a turma B algo corriqueiro, mas para os alunos da turma H, um conjunto de situações que, para serem resolvidas, exigiram transformação do conteúdo adquirido. Dessa forma, ao resolvê-las, o aluno deveria ter adquirido significados claros, precisos e transferíveis. De acordo com Vernaugd, a resolução dessas questões requer que o aluno tenha vivenciado situações que o tenham auxiliado num maior domínio do campo conceitual em questão.

Foi perceptível, ao analisarmos os questionários de opinião, que a turma H obteve dois outros ganhos: sensibilização quanto às questões sócio-ambientais e mudança de visão acerca da disciplina Física. Muitos alunos consideraram uma inovação essa maneira de abordar o conteúdo. Sendo essa, a nosso ver, a responsável pelos ganhos acima citados, pois por meio dela procuramos trazer a Física para o cotidiano do aluno, conduzindo-o à percepção de que os conhecimentos físicos podem nos ser úteis no dia-a-dia.

A partir dessa pesquisa, obtivemos uma melhor compreensão da complexidade de uma sala de aula e da gama de possibilidades que surge quando falamos em aprendizagem. Esse processo tão idiossincrático possui inúmeras variáveis sobre as quais nós, professores, não podemos manter o controle. Porém, aquelas que podemos controlar, devemos fazê-lo com primazia, com o devido cuidado requerido e sempre nos questionando acerca dos resultados alcançados. Trabalhamos com seres únicos e pensantes, sendo esse o motivo pelo qual não existe uma receita de sucesso para a aprendizagem. Acreditamos que todos os professores de Física devem passar por situação semelhante, pois, dessa forma, terão a oportunidade de descobrir até onde suas ações podem interferir ou, até certo ponto, ser definitiva para que o aluno atinja uma aprendizagem significativa conforme coloca Ausubel.

Concluimos, de acordo com nossos estudos, que o professor será capaz de ensinar quando souber dos conhecimentos prévios de seus alunos, quando conseguir desenvolver situações com as quais os alunos se identifiquem e possam ter esses conhecimentos questionados, quando propuser avaliações que contenham situações diferentes daquelas nas quais o aluno aprendeu o conteúdo, para verificar a ocorrência ou não da aprendizagem significativa, enfim, tudo isso para obter o máximo possível de seu aluno e proporcionar a ele o melhor desenvolvimento que se possa atingir.

Mesmo existindo muitas variáveis no processo de ensino-aprendizagem sobre as quais não temos controle, devemos controlar da melhor maneira possível aquelas sobre as quais temos domínio. A estratégia de ensino se encontra nessa segunda parte. Portanto nós, como professores, temos o dever de estarmos sempre buscando estratégias e objetivos que se coadunem. Esperamos que nosso trabalho seja de grande utilidade para o corpo docente da disciplina Física e que esses mesmos colegas venham a se interessar por esse tipo estudo, desenvolvendo, assim, suas idéias, estratégias, colocando em prática seus projetos e, cada vez

mais, estudando, conhecendo e, acima de tudo, colaborando para um Ensino de Física cada vez mais eficaz.

Referência Bibliográfica

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

BARBETTA, P. A. Estatísticas Aplicada às Ciências Sociais. Editora da UFSC, Florianópolis, 115 p, 2007.

BARROS, S. G.; LOSADA, M. C. M.; ALONSO, M. M. El Trabajo Práctico: Una Intervención para la Formación de Profesores. **Enseñanza de las Ciencias**, v.13, n.2, pp. 203-209, 1995.

BORGES, A. T. Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.19, n.3, pp.291-313, 2002.

BUCHWEITZ, B. Aprendizagem Significativa: Idéias de Estudantes Concluintes de Curso Superior. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.6, n.2, pp.133-141, 2001.

CARRASCOSA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. Papel de la Actividad Experimental en la Educación Científica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, pp. 157-181, 2006.

DAMÁSIO, F.; STEFFANI, M. H. Ensinando física com consciência ecológica e com materiais descartáveis. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.29, n.4, pp.593-597, 2007.

FREIRE, M. L. de F. A Transferência de Calor com o Uso de Experimentos Alternativos. **Scientia Plena**, v.1, n.8, pp.185-191, 2005.

GIL PÉREZ, D.; VALDÉS CASTRO, P. La Orientación de las Prácticas de Laboratorio como Investigación: Un Ejemplo Ilustrativo. **Enseñanza de las Ciencias**, v.14, n.2, pp.155-163, 1996.

HEWITT, P. G. Física Conceitual. Editora Artmed, Porto Alegre, 655 p, reimpressão 2006.

HODSON, D. A Critical Look at Practical Work in School Science. **School Science Review**, v.70, n.256, pp.33-40, 1990.

_____. Hacia un Enfoque Más Crítico del Trabajo de Laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, v.12, n.3, pp.299-313, 1994.

_____. Laboratory Work as Scientific Method: three decades of confusion and distortion. **Journal of Curriculum Studies**, v.28, n.2, pp.115-135, 1996.

LABURÚ, C. E; BARROS, M. A.; KANBACH, B. G. A Relação com o Saber Profissional do Professor de Física e o Fracasso da Implementação de Atividades Experimentais no Ensino Médio. **Investigação em Ensino de Ciências**, v.12, n.3, pp.305-320, 2007.

LAVILLE, C. e DIONNE, J. A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. Editora Artes Médicas Sul Ltda., Porto Alegre. 337 p, 1999.

LEITE, L.; ESTEVES, E. Análise Crítica de Actividades Laboratoriais: Um Estudo Envolvendo Estudantes de Graduação. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.4, n.1, 2005.

MENEGOTTO, J. C.; ROCHA FILHO, J. B. da. Atitudes de Estudantes do Ensino Médio em Relação à Disciplina de Física. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.7, n.2, pp.298-312, 2008.

MERINO, J. M.; HERRERO, F. Resolución de Problemas Experimentales de Química: Una Alternativa a las Prácticas Tradicionales. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.6, n.3, pp.630-648, 2007.

MOREIRA, M. A. Teorias de Aprendizagem. Editora Pedagógica e Universitária, São Paulo. 195p, 1999a.

_____ Aprendizagem Significativa. Editora Universidade de Brasília, Brasília. 130p, 1999b.

_____ A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula. Editora Universidade de Brasília, Brasília. 186p, 2006.

_____ A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.7, n.1, pp.7-29, 2002.

SARAIVA-NEVES, M.; CABALLERO, C.; MOREIRA, M. A. Repensando o Papel do Trabalho Experimental na Aprendizagem da Física, em Sala de Aula - Um estudo Explanatório. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n.3, pp.383-401, 2006.

SÉRÉ, M. G; COELHO, S. M; NUNES, A. D. O Papel da Experimentação no Ensino da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.20, n.1, pp.30-42, 2003.

SILVA, F. S; CARVALHO, L. M. A Temática Ambiental e o Ensino de Física na Escola Média: Algumas Possibilidades de Desenvolver o Tema Produção de Energia Elétrica em Larga Escala em uma Situação de Ensino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.24, n.3, pp.342-352, 2002.

TALIM, S. L. Atitude no Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.21, n.3, pp.313-324, 2004.

THOMAZ, M. F. A Experimentação e a Formação de Professores de Ciências: Uma reflexão. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.17, n.3: pp.360-369, 2000.

Anexos

Anexo A

O questionário de Atitude, conforme Talim (2004).

Questão	Concordo Fortemente	Concordo	Sem Opinião	Discordo	Discordo Fortemente
01- Eu não gosto de Física.	CF	C	SO	D	DF
02- A Física é fascinante.	CF	C	SO	D	DF
03- Quando estudo Física, sinto-me incomodado.	CF	C	SO	D	DF
04- Física é a matéria que mais me interessa.	CF	C	SO	D	DF
05- Eu sinto facilidade em aprender Física.	CF	C	SO	D	DF
06- Acho a Física muito importante.	CF	C	SO	D	DF
07- Estudo Física apenas para passar de ano.	CF	C	SO	D	DF
08- Um problema difícil de Física me desafia a resolvê-lo.	CF	C	SO	D	DF
09- Sinto-me bem resolvendo problemas de Física.	CF	C	SO	D	DF
10- Não acho nenhuma utilidade para o que aprendo em Física.	CF	C	SO	D	DF
11- Sinto-me tranquilo e confiante nas aulas de Física.	CF	C	SO	D	DF

Apêndices

Apêndice A

Aqui constam as questões do questionário de conteúdos prévios aplicado aos alunos. A roupagem – cabeçalho –, cada professor pode adaptar a sua.

Questionário de Conhecimentos Prévios

1. O que possui maior quantidade de energia interna, um iceberg ou uma xícara de café quente? Explique.
2. O que possui maior temperatura, um iceberg ou uma xícara de café quente? E quem tem maior quantidade de energia térmica?
3. A noção de quente ou frio é absoluta ou relativa? Dê um exemplo.
4. Quando você toca uma superfície fria, é o frio que se desloca da superfície para a sua mão, ou a energia que se desloca de sua mão para a superfície fria? Explique.
5. Que nome se dá a essa energia térmica que se desloca de sua mão para a superfície?
6. O que determina o sentido do fluxo de calor?
7. O sorvete que era para ficar gelado esquentou, e a sopa que era para ficar quente esfriou. Em sua opinião, por que isso ocorre?
8. Ao misturarmos café quente com leite frio, percebemos que após certo tempo, a temperatura dos dois líquidos tende a ficar igual, tornando a mistura morna. Isso é um exemplo do que se conhece por equilíbrio térmico. Como você explica o equilíbrio térmico?
9. Dois corpos com temperaturas diferentes e recebendo a mesma quantidade de calor estão em equilíbrio térmico? ()Sim ()Não () Justificar:

10. Um corpo a 87°C tem mais calor que outro igual a 25°C . () Certo? () Errado?

Justificar:

11. Um corpo a 87°C tem maior energia térmica que outro a 25°C . () Certo? () Errado?

Justificar:

12. Porque se diz que o calor não é uma propriedade do corpo ou do sistema?

13. Um corpo que perde calor diminui de temperatura? () Sim () Não Justificar:

14. Ao anoitecer, a temperatura ambiente baixou bastante. Cristiana começou a “sentir frio” e colocou seu agasalho. Por que ela fez isso? ... correto afirmar que os agasalhos nos aquecem?

15. Substância termométrica é aquela que pelo menos uma de suas propriedades físicas varia de forma mensurável com a temperatura. Grandezas termométricas são propriedades físicas que variam significativamente quando a temperatura de um corpo, de substância termométrica, varia. Cite exemplos dessas grandezas.

16. A função do termômetro é de detectar ou aferir variações de temperaturas. O termômetro de bulbo, que utilizamos para saber se estamos com febre, contém em seu interior um líquido – geralmente o mercúrio. Explique seu funcionamento, relacionando-o ao fato de o mercúrio ser uma substância termométrica.

17. Um corpo que recebe calor sempre altera as dimensões? () Sim () Não Justificar:

18. Chegando a casa, Roberto ficou à vontade: tirou os sapatos e ligou a televisão. Foi descalço até a cozinha fazer um lanche. Ao pisar no chão da cozinha sentiu um “frio” subir pela espinha! Correu para o tapete e teve uma agradável sensação: o frio passou! Explique por que isso acontece, lembrando que ambos, o chão e o tapete, estão em equilíbrio térmico, isto é, à mesma temperatura (a do ambiente).

Dica: o mesmo fenômeno ocorre quando tocamos a parte metálica e o cabo de uma panela.

19. Como sabemos se determinado material é bom ou mau condutor térmico?
20. A areia do deserto é muito quente durante o dia e muito fria durante a noite. O que isso lhe diz acerca da condutividade térmica da areia: é boa ou ruim? E acerca de seu calor específico: é alto ou baixo?

Apêndice B

Aqui constam as questões da avaliação.

AVALIAÇÃO

1. Ao misturarmos café quente com leite frio percebemos que após certo tempo, a temperatura da mistura torna-se a mesma. Isso é um exemplo do que se conhece por equilíbrio térmico. Explique o que ocorreu para que essas temperaturas se tornassem as mesmas.

2. Considere as afirmações a seguir:

- I. Um aquecedor de ambiente deve ser colocado junto ao assoalho para facilitar a formação das correntes de convecção.
- II. Quando se coloca uma colher de metal dentro da água fervendo em uma panela e se segura a ponta do cabo, nota-se que esta extremidade torna-se cada vez mais quente, podendo até queimar a mão. Isto, apesar da mão estar distante da água fervendo. Uma provável explicação para isso é o fato de o metal ter baixa condutividade térmica.
- III. Temos sensação de calor ao aproximarmos-nos de uma brasa incandescente. Mesmo se o ar ao nosso redor estiver frio, percebemos um aquecimento de nossa pele. Isso se deve ao fato da brasa emitir radiações infravermelhas que em contato com a pele nos causa sensação de calor.

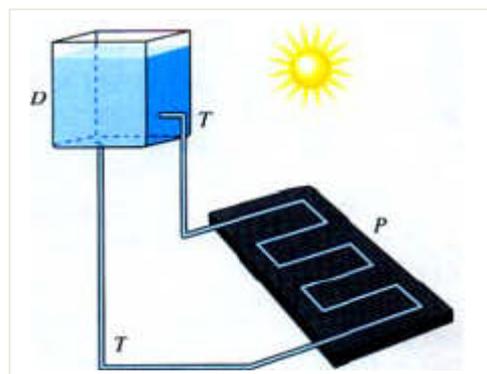
IV. Ao aproximarmos a mão de uma vela, percebemos que em seu redor o ar não esquentava ponto de nos queimar. Porém, na região acima da chama, a temperatura é, significativamente, mais alta e nos impossibilita de nela permanecermos com a mão por muito tempo. Isso é um exemplo do processo de condução que ocorre com o ar que circunda a vela.

Sobre as afirmativas acima, assinale a alternativa correta:

- a) Todas as afirmativas estão corretas.
- b) Apenas a I está correta.
- c) As afirmativas I, II e III estão corretas.
- d) As afirmativas I e III estão corretas.
- e) Todas as afirmativas estão incorretas.

3. A figura abaixo ilustra no sistema de aquecimento solar: uma placa metálica **P** pintada de preto e, em contato com ela um tubo metálico encurvado; um depósito de água **D** e tubos de borracha **T** ligando o depósito ao tubo metálico. O aquecimento da água contida num depósito **D**, pela absorção da energia solar, é devido basicamente aos seguintes fenômenos, pela ordem:

- a) Condução, irradiação, convecção.
- b) Irradiação, condução, convecção.
- c) Convecção, condução, irradiação.
- d) Condução, convecção, irradiação.
- e) Irradiação, convecção, condução.



4. Explique por meio dos processos de transmissão de energia térmica – condução, convecção, e irradiação –, o processo de aquecimento da Terra conhecido como Efeito Estufa.

5. Nas geladeiras, retira-se periodicamente o gelo do congelador. Nos pólos, as construções são feitas sob o gelo. Os viajantes do deserto do Saara usam roupas de lã durante o dia e à noite. Relativamente ao que foi dito acima, qual das afirmações abaixo **não é correta**?

- a) O gelo é mau condutor de calor.
- b) A lã evita o aquecimento do viajante do deserto durante o dia e o resfriamento durante a noite.
- c) A lã impede o fluxo de calor por condução e diminui as correntes de convecção.
- d) O gelo, sendo um corpo a 0 °C, não pode dificultar o fluxo de calor.
- e) O ar é um ótimo isolante para o calor transmitido por condução, porém favorece muito a transmissão do calor por convecção. Nas geladeiras, as correntes de convecção é que refrigeram os alimentos que estão na parte inferior.

6. **ANULADA**

7. Um grupo de amigos compra barras de gelo para um churrasco, num dia de calor. Como as barras chegam com algumas horas de antecedência, alguém sugere que sejam envolvidas num grosso cobertor para evitar que derretam demais. Essa sugestão:

- a) É absurda, porque o cobertor vai aquecer o gelo, derretendo-o ainda mais depressa.
- b) É absurda, porque o cobertor facilita a troca de calor entre o ambiente e o gelo, fazendo com que ele derreta ainda mais depressa.
- c) É inócua, pois o cobertor não absorve nem fornece calor ao gelo, não alterando a rapidez com que o gelo derreta.
- d) Faz sentido, porque o cobertor facilita a troca de calor entre o ambiente e o gelo, retardando o seu derretimento.
- e) Faz sentido, porque o cobertor dificulta a troca de calor entre o ambiente e o gelo, retardando o seu derretimento.

8. Enrole um cobertor ao redor de um termômetro. A temperatura desse termômetro se elevará? Explique.

9. (Fuvest) Têm-se dois copos, com a mesma quantidade de água, um aluminizado **A** e outro negro **N**, que ficam expostos ao Sol durante uma hora. Sendo inicialmente as temperaturas iguais, é mais provável que ocorra o seguinte:

- a) Ao fim de uma hora não se pode dizer qual temperatura é maior.
- b) As temperaturas são sempre iguais em qualquer instante.
- c) Após uma hora a temperatura de **N** é maior que a de **A**.
- d) De início, a temperatura de **A** decresce, devido à reflexão, e a de **N** aumenta.

e) As temperaturas de **N** e de **A** decrescem, devido à evaporação, e depois crescem.

10. Num dia quente, João estaciona seu carro num trecho descoberto e sob um sol causticante. Sai e fecha todos os vidros. Ao retornar, nota que a temperatura interna do carro está muito alta. Explique, por meio do processo de radiação, o que ocorreu para que houvesse esse aumento na temperatura interna desse automóvel.

Apêndice C

Questões do questionário de opinião.

Questionário de Opinião

1. Qual é sua opinião sobre as aulas desenvolvidas nessa Estratégia de Ensino*?
() ruim () boa () ótima () sem opinião
2. Durante a sua vida escolar, já havia participado de aulas como essa?
3. Essas aulas são comuns em seu cotidiano escolar?
4. Em que aspectos essas aulas se aproximam das aulas convencionais**?
5. Em que aspectos essas aulas se diferenciam das aulas convencionais**?
6. Em sua opinião, quais os pontos negativos dessa estratégia?
7. Em sua opinião, quais os pontos positivos dessa estratégia?
8. Essa estratégia alterou seu interesse pela disciplina Física? Por quê?
9. Em sua concepção, em quais aspectos essa estratégia trouxe inovação?
10. O que você alteraria ou acrescentaria nas aulas desse projeto?

*As aulas da estratégia correspondem aos encontros.

**Entende-se por aula convencional aquela em que o professor se utiliza do livro didático, quadro, giz e exercícios extra acerca do corpo de conteúdo em questão.

Apêndice D

CD contendo a intervenção.