



UFSM

Dissertação de Mestrado

**ESTUDO DE EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS
NO ENSINO DE FÍSICA:
UMA PROPOSTA PARA TRABALHO
EM ESCOLAS AGROTÉCNICAS**

Nestor Davino Santini

PPGE

Santa Maria, RS, Brasil

2005

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



**ESTUDO DE EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS
NO ENSINO DE FÍSICA:
UMA PROPOSTA PARA TRABALHO
EM ESCOLAS AGROTÉCNICAS**

Por

Nestor Davino Santini

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação do Centro de Educação da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), sob orientação do Professor Dr. Eduardo Adolfo Terrazzan, como requisito parcial para obtenção do grau de

Mestre em Educação

PPGE

Santa Maria, RS, Brasil

2005

Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Educação
Programa de Pós-graduação em Educação

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**Estudo de Equipamentos Agrícolas no Ensino de Física:
Uma Proposta para Trabalho em Escolas Agrotécnicas**

elaborada por

Nestor Davino Santini

como requisito parcial para obtenção do grau de

Mestre em Educação

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Eduardo Adolfo Terrazzan - UFSM - (Orientador)

Profa. Dra. Alice Helena Campos Pierson - UFSCar

Prof. Dr. Décio Auler - UFSM

Prof. Dr. Fábio da Purificação de Bastos - UFSM

Santa Maria, RS, 28 de abril de 2005.

Dedico esta dissertação em especial para minha família, direção, colegas docentes, técnico-administrativos, alunos e alunas do Centro Federal de Educação Tecnológica de São Vicente do Sul, pelo apoio, coragem, compreensão e incentivo para desenvolver este trabalho. Todos vocês fazem parte, de forma muito significativa, da minha vida.

Dedico, ainda, este trabalho, com muito carinho, a toda “família” NEC - Núcleo de Educação em Ciências - que acompanhou este trabalho, igualmente a todos os professores que participaram e aos que continuam participando do GTPF - Grupo de Trabalho de Professores de Física - especialmente aqueles que estiveram presentes nos anos de 2001 a 2005. Obrigado por terem a disponibilidade de participar deste processo de construção, que visa trazer-lhes uma reflexão sobre as práticas docentes desenvolvidas no CEFET-SVS.

Abril/2005

Nestor Davino Santini

AGRADECIMENTOS

Todo trabalho de pesquisa e de reflexão teórica, por mais que seja um percurso particular, nunca é solitário, mas socialmente construído. Foram necessários a colaboração e o companheirismo de muitos que, direta ou indiretamente participando, tornaram real esta pesquisa.

Para a realização deste sonho, com certeza, recebi inúmeras contribuições: muitas ações e influências de uma gama de pessoas, as quais, contracenando comigo nos bastidores deste trabalho, ajudaram-me a dar corpo às minhas idéias.

O ato de agradecer traz à minha lembrança atitudes que jamais esquecerei; nesse sentido, aproveito o momento para agradecer.

Inicialmente, agradeço a força divina que, sempre, em minhas orações, me trouxe paz e energia para seguir esta construção.

Agradeço ao Professor Dr. Eduardo Adolfo Terrazzan, meu orientador, pela consideração e amizade, pelo profissionalismo e competência, pelo especial apoio intelectual no processo de orientação e acompanhamento neste trabalho de dissertação, pela constante cobrança e questionamentos que tem sido fonte de inspiração.

Agradeço a Professora Dra. Alice Helena Campos Pierson, ao Professor Dr. Décio Auler e ao Professor Dr. Fábio da Purificação de Bastos, componentes da banca, pela disponibilidade, pela competência e pelos valiosos apontamentos e orientações no exame de qualificação do projeto de mestrado.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), pela oportunidade de realizar este Mestrado em Educação, em especial aos seus professores e às suas professoras pelo convívio, como colegas e orientadores das disciplinas ministradas durante o curso, pelo excelente trabalho que desenvolvem com a formação de pesquisadores, e enfatizar a sua importância para a disseminação do conhecimento científico, servindo de suporte para a realização desta pesquisa.

Agradeço aos professores e professoras, colegas do mestrado do CEFET-SVS, pelos momentos de convivência nos diversos trabalhos que

realizamos juntos e também pelos momentos de descontração, amizade e companheirismo.

Agradeço a todos os componentes do Núcleo de Educação em Ciências (NEC) do Centro de Educação (CE) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) com os quais pude compartilhar vários momentos que proporcionaram o meu crescimento profissional no período em que participei do Grupo de Trabalho de Professores de Física (GTPF).

Agradeço aos alunos e alunas pertencentes às segundas séries “A” do Ensino Médio dos anos de 2003 e 2004 do CEFET-SVS, grandes interlocutores desta pesquisa, que entre erros, tropeços e acertos muito me ensinaram e muito ainda ensinarão.

Agradeço às colegas Evanir Píccolo Carvalho e Nadia Maria Covaleski Perlin que não mediram esforços em me ajudar na tarefa de formatação, revisão textual e gramatical deste trabalho.

Agradeço à amiga Gisele pela força que me transmitiu durante a realização deste trabalho, realizando, no final, toda a revisão textual e gramatical desta dissertação.

Agradeço à minha família, pelo apoio irrestrito, de modo especial aos meus pais Ermenegildo e Amélia, meus irmãos Armando e Otávio, minhas irmãs Terezinha, Zuleida, Benildis e Leonida, que sempre acreditaram em mim e por me fazerem perceber que eu era capaz de chegar a esta vitória.

A minha esposa Ovanira, pelo imenso carinho, compreensão, pela paciência com minhas ausências tão freqüentes, pelo companheirismo e por ter suportado durante esses três anos as minhas angústias e inseguranças, pelos momentos que não podemos conviver juntos quando elaborava este trabalho, sempre demonstrando confiança e dando o apoio necessário.

Agradeço à minha filha Pâmela, flor colhida do jardim de sua vida pelos anjos, no auge de sua juventude; pelo seu exemplo de vida que nos deixou e por sua vontade de vencer, pelo apoio espiritual e divino que passou e continua passando para nossa família e a seus amigos e amigas.

Agradeço ao meu filho Mateus, pelo carinho e pelo tempo que não lhe dediquei enquanto elaborava este texto, deixando-o em segundo plano.

Por fim, mas não por último, agradeço a todos que direta ou indiretamente incentivaram-me e ajudaram-me nesta dissertação.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE ANEXOS.....	xi
LISTA DE SIGLAS.....	xii
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT.....	xvi
1. MEUS CAMINHOS ATÉ A PESQUISA.....	01
1.1. Minha Caminhada Profissional: Um Breve Histórico.....	01
1.2. A Possibilidade de Realizar um Ensino de Física Diferente.....	07
1.3. O Ensino de Física Através de Módulos Didáticos e a Dinâmica de seu Desenvolvimento.....	19
1.4. Conteúdos Curriculares para o Ensino de Física: Conceitos, Procedimentos e Atitudes.....	29
2. A CONSTRUÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA.....	35
2.1. As Justificativas da Temática Escolhida	35
2.2. Idéias sobre Educação e Cidadania: Articulando com a Temática da Pesquisa.....	47
2.3. A Organização da Educação Profissional de Nível Técnico e a Estrutura das Unidades de Ensino e Produção (UEPs) de uma Escola Agrotécnica Federal.....	51
2.4. Um Breve Histórico sobre as Escolas Agrotécnicas Federais e o Centro Federal de Educação Tecnológica de São Vicente do Sul.....	57
2.5. Ensino Médio e Contribuições da Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) numa Escola Agrotécnica.....	62
2.5.1. O Ensino Médio e a Articulação com a Pesquisa.....	63

2.5.2.	Movimento CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) e o Ensino de Ciências numa Escola Agrotécnica.....	72
2.6.	O Objetivo da Pesquisa.....	82
3.	O PROBLEMA E AS QUESTÕES DE PESQUISA.....	87
3.1.	O Problema de Pesquisa.....	87
3.2.	As Questões de Pesquisa.....	92
4.	PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	100
4.1.	Sujeitos da Pesquisa.....	102
4.2.	Escolha da Abordagem.....	104
4.3.	Instrumentos de Coleta de Dados.....	106
4.3.1.	Observação Participante.....	106
4.3.2.	Questionários.....	107
4.3.3.	Produções dos Alunos.....	108
5.	FASE PRELIMINAR DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA: ALGUMAS CONSTATAÇÕES.....	109
5.1.	Etapas de Desenvolvimento da Pesquisa.....	109
5.2.	Elaboração e Implementação do Módulo Didático.....	111
5.3.	Constatações da Aplicação do Questionário Inicial: Análise dos Resultados.....	115
6.	FASE FINAL DA PESQUISA.....	120
6.1.	Aplicação e Avaliação do Questionário Final	120
6.2.	Planejamento e Organização do Módulo Didático	142
6.2.1.	Caracterização dos Componentes da Estufa	143
6.3.	Análise de Aprendizagens Conceituais, Procedimentais e Atitudinais sinalizadas mediante a implementação do Módulo Didático.....	148
6.3.1.	Da Primeira e Segunda Aulas do Módulo Didático (Anexo IV)	148
6.3.2.	Da Terceira Aula do Módulo Didático (Anexo IV)	153

7.	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	159
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	170
	ANEXOS.....	176
	Anexo I.....	177
	Anexo II.....	180
	Anexo III.....	183
	Anexo IV.....	188

LISTA DE TABELAS

TABELA 01:	CONHECIMENTOS PRÁTICOS DA ÁREA TÉCNICA- AGRÍCOLA E NECESSIDADES PROFISSIONAIS FUTURAS	94
TABELA 02:	USO DE EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS	121
TABELA 03:	EQUIPAMENTOS BENEFÍCIOS/PREJUÍZOS	123
TABELA 04:	CONHECIMENTO DOS ALUNOS EM RELAÇÃO AOS EQUIPAMENTOS	131
TABELA 05:	CONHECIMENTO DOS ALUNOS EM RELAÇÃO À UTILIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS	133
TABELA 06:	RELAÇÃO: CATEGORIAS/FUNÇÕES SEMELHANTES	136
TABELA 07:	MEDIDAS/PROCEDIMENTOS DE ECONOMIA DE ÁGUA	140
TABELA 08:	COMPONENTES DA ESTUFA: FUNÇÃO E LOCALIZAÇÃO NO MÓDULO DIDÁTICO	143

LISTA DE ANEXOS

ANEXO I – FASE PRELIMINAR DA PESQUISA - Questionário inicial respondido no IV bimestre/2003, pelos alunos de uma turma da segunda série do Ensino Médio do Centro Federal de Educação Tecnológica de São Vicente do Sul.....	177
ANEXO II – FASE FINAL DA PESQUISA - Questionário respondido no II bimestre/2004, pelos alunos de uma turma da segunda série do Ensino Médio do Centro Federal de Educação Tecnológica de São Vicente do Sul.....	180
ANEXO III – Programa Experimental de Ingresso ao Ensino Superior da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) - Conteúdos Programáticos das três séries do Ensino Médio.....	183
ANEXO IV – Módulo Didático: Tema: Uso da Estufa na Agricultura - Número de Aulas Previstas: 26 Horas-Aula.....	188

LISTA DE SIGLAS

AC – Aplicação do Conhecimento
CRE – Coordenadoria Regional de Educação
CEFET/SVS – Centro Federal de Educação Tecnológica / São Vicente do Sul
CEFETs – Centros Federais de Educação Tecnológica
CTS – Ciência-Tecnologia-Sociedade
COAGRI – Coordenação Nacional de Ensino Agropecuário
CNE – Conselho Nacional de Educação
CEFET-PR – Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná
DEA – Diretoria do Ensino Agrícola
DECENEM – Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio
EAFs – Escolas Agrotécnicas Federais
EAFSVS – Escola Agrotécnica Federal de São Vicente do Sul
ETFs – Escolas Técnicas Federais
ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio
ETF-PE – Escola Técnica Federal de Pernambuco
EPFET – Encontro de Professores de Física das Escolas Técnicas Federais e Centros Federais de Educação Tecnológica
FIC – Faculdade Imaculada Conceição
GREF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física
GTPF – Grupo de Trabalho de Professores de Física
INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais
LDB – Lei de Diretrizes e Bases
ME – Ministério da Educação
MDs – Módulos Didáticos
NEC – Núcleo de Educação em Ciências
OC – Organização do Conhecimento
PCNEF – Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental
PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais
PEIES – Programa Especial de Ingresso ao Ensino Superior
PI – Problematização inicial
PSSC – Physical Science Study Committee

SEMTEC – Secretaria de Educação Média e Tecnológica do Ministério da
Educação

SEC-RS – Secretaria de Educação e Cultura do Estado do Rio Grande do
Sul

TMP – Três Momentos Pedagógicos

UFMS – Universidade Federal de Santa Maria

UEPs – Unidades de Ensino e Produção

UNIFRA – Centro Universitário Franciscano – Santa Maria

USP – Universidade de São Paulo

UFSCar – Universidade Federal de São Carlos

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Educação
Centro de Educação
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

ESTUDO DE EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS NO ENSINO DE FÍSICA: UMA PROPOSTA PARA TRABALHO EM ESCOLAS AGROTÉCNICAS

AUTOR: NESTOR DAVINO SANTINI

ORIENTADOR: Dr. EDUARDO ADOLFO TERRAZZAN

Data e Local da Defesa: Santa Maria/RS, 28 de abril de 2005.

Esta dissertação, **Estudo de Equipamentos Agrícolas no Ensino de Física: Uma Proposta para Trabalho em Escolas Agrotécnicas**, vincula-se à Linha de Pesquisa Práticas Educativas nas Instituições do Curso de Mestrado em Educação da Universidade Federal de Santa Maria. Este trabalho objetiva, com o uso de equipamentos agrícolas como recurso didático, estabelecer parâmetros para organizar situações de aprendizagem em física, para que os alunos vivenciem momentos de vinculação entre conhecimentos práticos da área técnica agrícola e as suas necessidades no cotidiano. A pesquisa foi realizada no Centro Federal de Educação Tecnológica de São Vicente do Sul (CEFET-SVS) em duas etapas. A primeira, de familiarização, desenvolvida no quarto bimestre de 2003, da qual participaram 23 estudantes pertencentes à segunda série do Ensino Médio, concomitante com o curso Técnico Agrícola. A segunda etapa correspondeu à fase final da pesquisa, desenvolvida no primeiro bimestre de 2004, participaram 32 estudantes do Ensino Médio também pertencentes à segunda série e paralelamente freqüentando o curso Técnico Agrícola. Como o CEFET-SVS tem uma estrutura própria que permite aos alunos vivências em vários setores e contato com muitos equipamentos agrícolas para desenvolverem as práticas que o habilitam profissionalmente, o problema de pesquisa teve como foco identificar possibilidades de uso que se apresentam para os equipamentos agrícolas, com os quais os alunos mantêm contato no cotidiano de uma escola Agrotécnica, como recurso didático no Ensino de Física. Participando do Grupo de Trabalho de Professores de Física do Núcleo de Educação em Ciências da Universidade Federal de Santa Maria há mais de quatro anos, o qual tem se proposto a elaborar Módulos Didáticos para implementação em aulas de Física do Ensino Médio; percebemos a possibilidade de realizar a presente pesquisa baseada na produção e implementação em sala de aula de um Módulo Didático. Nessas duas etapas, envolvemos como recurso didático os equipamentos agrícolas existentes nas Unidades de Ensino e Produção do CEFET-SVS e inserimos os mesmos no Módulo Didático. Este módulo que trata do tema “Uso da Estufa na Agricultura”, foi estruturado, na segunda fase, em 26 horas-aula e segue uma dinâmica básica constituída de três fases denominadas de Três Momentos Pedagógicos, a saber: Problematização Inicial (PI), Organização do Conhecimento (OC) e Aplicação do Conhecimento (AC), baseado em proposta de Delizoicov e Angotti (1991). Para cada uma das Atividades Didáticas (ADs) foram incluídas aprendizagens esperadas no Campo Conceitual, Procedimental e Atitudinal,

conforme Pozo e Crespo (1998). Também procuramos contemplar em cada Atividade Didática, algumas Competências e Habilidades desejadas a serem desenvolvidas em física e preconizadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Foi desenvolvido um plano baseado nas questões de estudo, sendo utilizados como instrumentos de investigação questionários de perguntas abertas e fechadas, elaboração de textos pelos alunos em cada uma das etapas, observações diretas do professor, o comportamento dos alunos, diários da prática pedagógica do professor e produções dos alunos participantes da pesquisa. Os dados obtidos foram tabelados e categorizados para conhecer as idéias dos participantes. Para os alunos que responderam ao questionário aplicado na segunda fase, constatou-se que 62% deles acredita que os equipamentos agrícolas trazem benefícios, mas podem causar prejuízos. Outros 21% acreditam que os equipamentos agrícolas só trazem benefícios. Porém 17% acreditam que eles trazem benefícios desde que sejam usados de forma correta. Quanto às concepções dos alunos em relação à fabricação de um equipamento agrícola ter sido originada a partir de um princípio científico ou lei física já conhecida formulados pelo homem, constatou-se que apenas 5% deles acreditam que um equipamento agrícola tenha sido fabricado sem se basear num princípio científico ou lei já conhecida. As respostas evidenciaram que 80% dos alunos desta turma acreditam que os equipamentos agrícolas foram fabricados baseados num princípio físico ou numa lei já conhecida. Outra parcela, 15% dos alunos, acredita que o estudo sobre os equipamentos agrícolas decorre da necessidade de aperfeiçoar cada vez mais a eficiência do equipamento, por isso vão modificando os mesmos; não sendo necessárias leis e princípios já estabelecidos. Considerando o contexto de uma Escola Agrotécnica, defende-se uma proposta alternativa para trabalhar esse componente curricular no Ensino Médio por meio de temas que envolvam equipamentos agrícolas existentes numa Escola Agrotécnica, a fim de buscar aproximações que visem a uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada conforme o que preconizam os Parâmetros Curriculares Nacionais.

ABSTRACT

Master's Dissertation
Program of Post-Graduation in Education
Center of Education
Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

STUDY OF AGRICULTURAL EQUIPMENTS IN THE TEACHING OF PHYSICS: A PROPOSAL TO THE WORK IN AGROTECHNOLOGICAL SCHOOLS

AUTHOR: NESTOR DAVINO SANTINI
ADVISER: Dr. EDUARDO ADOLFO TERRAZZAN
Date and local of the Defense: Santa Maria/RS, 28 of april 2005

This dissertation, **Study of Agricultural Equipments in the Teaching of Physics: A Proposal to the Work in Agrotechnological Schools**, links up to a Line of Educational Practice Research in Institutions, of the Master Program in Education of the Federal University of Santa Maria. This work aims, by using of agricultural equipments, as didactic resource, to set up parameters in order to organize situations about learning in physics, for that students can live moments of integration between practical knowledge in the technical agricultural area and their necessities in the quotidian. The research was carried out at the Federal Center of Technological Education of São Vicente do Sul (CEFET-SVS), in two stages. The first one, concerning familiarization with the object of the study, developed in the fourth bi-mester in 2003, of wich participated 23 students who belonged to the second serie of high school, concomitantly with the Agricultural Technical Course. The second stage corresponded to the final phase of the research, developed in the first bi-mester in the year 2004, of wich participated 32 students of high school, who also belonged to the second serie and were parallely attending to the Agricultural Technical Course. As the CEFET-SVS has an awn structure with allows to the pupils experiences in various sections, and contact with many agricultural equipments in order to develop the practices wich qualify they professionally, the problem of research had as focus identify possibilities of using that present. Their selves to the agricultural equipment, with which the student, keep contact in the quotidian of an Agrotechnical School, as a didactic resource in the Teaching of Physics. As a member of the group of work of Professors of Physics in the Nucleus of Education on Science of Federal University of Santa Maria, since more two years, which has set out to draw up didactic modules in order to use tools in Physics classes of high school, we realized a possibility of to come true the present research of high school; based on production and implementation in class-room, of a Didactic Module. In those two stages, we involved as a didactic resource, the agricultural equipment wich exists in the Unities of Teaching and Production of CEFET-SVS and insert the same in the Didactic Module. This module, "The using of greenhouse in the agriculture", was based in the second phase, in 26 class-hours and it follows a basic dynamic constituted of three phases denominated of Three Pedagogies Moments, to know: Inicial Problematic Situation (PI), Organization of Knowledge (OC) and Application of Knowledge (AC), based on

the proposal of Delizoicov and Angotti (1991). To each one of the Didactic Activities were included learning expected in the Conceptual Field "Procedimental and Atitudinal", according Pozo and Crespo (1988). We also try to regard in each Didactic Activity, some competences and Skills Wished, to be developed in Physics, and preconized in the National, Curricular Parameters (PCNs). It was developed a plan based in the question of study, beeing used as an instrument of investigation, questionnaires with open question and close one, elaboration of the texts by students in each of the stages direct observations by the professor, the students behaviors, professor's diary of pedagogical practice and student's productions who participated of the research. The information obtained were regulated and classified in order to know the ideas of participating people. To the students who answered the questionnaire applied in the second phase, we verify that 62% of the believe that the agricultural equipaments only brings benefits as long as they used in correct ways. Concerning the student's conceptions in relation to the fabrication of a agricultural equipament have been led from the scientific principles or physical law already knew and formulated by Man, we evidence that only 5% of them believe that the agricultural equipament has been made without to base in a scientific principle or law already knew. The answers evidence that 80% of the students from that class believe that the agricultural equipament were made based on physical principle or in a law already known. Other portion, 15% of the students, believes that the studies about agricultural equipament happen from the necessity to improve more and more the efficiency of the equipament, because of this they are going to modifying them; not beings necessary laws and principles already established. Considering to the context of an Agrotechnical School, we defend an alternative proposal to work this curricular component in High School Teaching through subjects monopolizing agricultural equipment in Agrotechnical School, in order to Physic Study Searches approximations which aim a better understanding about the world and a the formation to the citizenship more appropriate, according to that is preconized by National Curricular Parameters.

1 - MEUS CAMINHOS ATÉ A PESQUISA

Neste capítulo, descreverei o percurso profissional desde o início de minha carreira como professor a partir da atuação em escolas particulares e estaduais, meu regime de trabalho, as características destas escolas e as condições de trabalho, as dificuldades encontradas para participar de cursos de atualização e aperfeiçoamento e as opções que encontrei para melhorar minha prática pedagógica.

Relato o apoio dado pela direção da escola onde, atualmente, desenvolvo minhas atividades docentes, o Centro Federal de Educação Tecnológica de São Vicente do Sul (CEFET-SVS), que oportunizou espaços para minha participação no Grupo de Trabalho de Professores de Física (GTPF) pertencente ao Núcleo de Educação em Ciências (NEC), do Centro de Educação (CE), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Minha participação no GTPF possibilitou a produção e implementação em sala de aula de Módulos Didáticos para o Ensino de Física, numa perspectiva de atualização curricular permanente, procurando atender às necessidades de formação da cidadania de nossos alunos e de uma capacitação intelectual autônoma para prosseguir seus estudos ao longo de suas vidas.

1.1- MINHA CAMINHADA PROFISSIONAL: UM BREVE HISTÓRICO

Iniciei meus estudos universitários na cidade de Santa Maria - RS, ano de 1974, com o curso noturno de Licenciatura Plena em Matemática, na antiga Faculdade Imaculada Conceição (FIC), atualmente Centro Universitário Franciscano (UNIFRA).

No ano seguinte iniciei, também, o curso de Licenciatura Plena em Física, pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e concluí, no ano de 1978, os dois cursos de graduação.

Ainda como aluno de graduação, em 1977, substituí por três meses um professor da disciplina de física que lecionava numa escola particular para turmas de alunos do segundo ano do Segundo Grau (atual Ensino Médio). No ano seguinte, realizei os estágios obrigatórios referentes à Prática de Ensino destes dois cursos.

Depois de formado, iniciei minha carreira como professor em 1979, lecionando física e matemática em uma escola particular em Santa Maria - RS. Tratava-se do Instituto São José, uma escola que funcionava junto ao Seminário São José, o qual formava jovens para serem futuros sacerdotes, localizado num bairro de Santa Maria, e pertencente à Diocese da mesma cidade. A escola oferecia ensino para alunos das séries finais do Primeiro Grau (5ª a 8ª séries) e para as três séries do Segundo Grau.

Na década de 1970 e primeiros anos de 1980, havia muita carência de professores de física, por esta razão os alunos de graduação cursando Licenciatura em Física tinham oportunidade de iniciar sua carreira como professor a partir do segundo ano acadêmico.

Esses acadêmicos, na maioria das vezes, lecionavam Física em escolas da Rede Estadual de Ensino, pois a Secretaria de Educação e Cultura do Estado do RS (SEC-RS) freqüentemente aceitava estudantes universitários, mediante inscrição e posterior análise de títulos, para suprir as deficiências de professores, principalmente nas disciplinas de Física e Química, contratando-os para atuarem no Ensino de 1º e 2º Graus (atual Ensino Fundamental e Médio).

A falta de professores nas cidades pequenas e em certas regiões rurais era mais acentuada naquela época, porém, ainda hoje o problema persiste. A falta de profissionais em algumas disciplinas se faz sentir nos dias de hoje e por isso é comum, por exemplo, que professores de matemática ministrem aulas de física. Esta realidade, em algumas localidades, é constatada quando um mesmo professor ministra aulas de matemática e física.

O início de minha experiência, em 1979, como professor de matemática e física para as três séries do antigo Segundo Grau no Instituto São José, foi

muito significativa, cheia de expectativas e desafios. Exigia um bom planejamento das atividades docentes destas duas disciplinas de modo que os conhecimentos que construí durante o período de estudos universitários pudesse ser colocado em prática.

Tardif (2002, p. 82) analisa as fases iniciais da carreira dos professores e a experiência de seu trabalho. Segundo ele, os saberes dos professores comportam uma forte dimensão temporal e são adquiridos no âmbito de uma carreira no ensino e estas fases eu pude vivenciar no início de meu trabalho docente.

De acordo com o autor, o início da carreira representa uma fase crítica em relação às experiências anteriores que devem ser efetivadas em função das realidades do trabalho. A socialização profissional do professor é chamada por muitos autores de “choque com a realidade”, “choque de transição” ou ainda “choque cultural”, noções que sugerem o confronto inicial com a dura e complexa realidade da profissão denotando a transição da vida de estudante para a vida mais exigente de trabalho.

No princípio de minha carreira como professor pude perceber e constatar três etapas e que, coincidentemente, também são citadas por Eddy (1971) apud Tardif (2002, p. 82-84):

A primeira fase corresponde à transição do idealismo para a realidade, é caracterizada pela reunião formal de orientação que ocorre vários dias antes do início do ano letivo.

A segunda fase corresponde à iniciação no sistema normativo informal e na hierarquia das posições que cada um ocupa na escola. Os novos professores, principalmente os mais jovens, compreendem rapidamente que estão na parte mais baixa da hierarquia, sujeitos ao controle de vários sub-grupos acima deles.

A terceira fase está relacionada à descoberta dos alunos “reais” pelos professores. São aqueles alunos que não atingem às expectativas esperadas pelos professores.

Todas essas fases foram vivenciadas por mim no decurso do ano letivo de 1979. No segundo semestre deste ano passei a lecionar Física para a

segunda série do Ensino Médio no Colégio Estadual Profª Maria Rocha em Santa Maria.

No início da década de 1980, iniciaram-se fortes movimentos de reivindicação por melhores condições de trabalho, melhores salários, manutenção e melhoria do Plano de Carreira do Magistério Público Estadual e materializavam-se através de greves gerais dos professores da Rede Estadual de Ensino.

O período compreendido entre março de 1980 a junho de 1984 foi caracterizado pela interrupção de minha carreira como professor; devido ao fato de ter optado por desenvolver meu trabalho profissional fora da área do magistério.

Em julho de 1984, ao regressar ao magistério como professor de Física no Colégio Estadual Manoel Ribas - Escola de 2º Grau, em Santa Maria, após ter sido aprovado em concurso público com regime de 22 horas de trabalho semanais, reiniciei a carreira de professor do Ensino Médio.

Além das atividades como professor desta escola, devido aos baixos salários pagos pelo Governo do Estado, buscava também complementar minha renda ministrando aulas particulares a alunos que me procuravam para sanar dúvidas e orientá-los em trabalhos extraclasse, proporcionando-lhes a ampliação de seus conhecimentos.

Buscava, sempre que possível, participar de eventos como Cursos, Encontros, Simpósios, Seminários, relacionados à Educação de modo geral e mais especificamente ao Ensino de Física; visando a uma reflexão individual e coletiva sobre a prática pedagógica e buscando aprofundar meus conhecimentos sobre as matérias de ensino.

Em 1989, no segundo semestre, ainda lecionando na Escola Estadual Manoel Ribas - Escola de 2º Grau, fui convidado novamente a lecionar física no Instituto São José para as quatro turmas do Ensino Médio. No ano seguinte, aumentei meu regime de trabalho no Estado para 40 horas semanais; em vista da aprovação em outro Concurso Público Estadual que havia realizado.

Assim, minha atividade profissional como professor com regime de trabalho de 60 horas semanais (40 horas na Rede Estadual e 20 horas na Rede Particular) exigia muita dedicação e organização em todas as atividades extra-classe e planejamento didático-pedagógico. Porém, reduziam-se minhas possibilidades de participação em eventos relativos à educação pela redução do tempo disponível; além do que as direções das escolas pouco ajudavam ou não permitiam a participação de seus professores em tais eventos, já que deveriam dar conta de seu trabalho como docente.

Após alguns anos de magistério, passei a investir, em longo prazo, na minha profissão, pois já possuía uma maior confiança em mim mesmo. Huberman (1989), ao reler Tardif, afirma que há uma segunda fase de estabilização e de consolidação, durando de três a sete anos. Observei que nesta fase há uma maior confiança do professor em si mesmo e, também, dos outros agentes no professor. Há maior domínio dos diversos aspectos do trabalho, em especial os pedagógicos (gestão de classe, planejamento do ensino, apropriação pessoal dos programas), o que se manifesta por meio de um equilíbrio profissional. O professor está menos centrado em si mesmo e nos conteúdos disciplinares e mais nos alunos; por isso há maior interesse pelos problemas de aprendizagem dos alunos.

Durante grande parte do período de minha atividade profissional como professor de Física, observei que o Ensino de Física continuava e continua sendo caracterizado pela seqüência de conteúdos apresentados na maioria dos livros-texto utilizados.

As Instituições de Ensino Superior apóiam inovações que venham a melhorar o Ensino. Em particular, a UFSM vem proporcionando aos professores de Física com regência de classe a inclusão, em seus planejamentos didático-pedagógicos de aulas com atividades experimentais, utilizando equipamentos fabricados nas oficinas da UFSM e emprestados aos professores pertencentes às redes estadual e particular de ensino para que os interessados, deles pudessem fazer uso.

Percebi que no período em que lecionei, tanto na rede privada como na pública, que um reduzido número de professores de física demonstrou interesse em desenvolver o projeto proposto pela UFSM de utilização de atividades experimentais com o uso de equipamentos. Vários motivos são apontados para esse pouco interesse, entre eles o fato de que o envolvimento dos professores com o equipamento exige um certo tempo de estudo e outro tempo para a realização prévia do experimento antes de ser implementado nas turmas. Havia, pela maioria dos professores, pouca motivação em realizar inovações metodológicas em virtude da sobrecarga de atividades relacionadas à docência.

O ambiente de trabalho entre colegas professores permitia observar que também não havia um interesse maior, por parte da grande maioria dos professores em exercício, em investigar situações que pudessem melhorar o aprendizado da física.

Essa foi a realidade que vivenciei e constatações que presenciei como professor de física desde o início de minha carreira profissional, ou seja, desde 1979 até dezembro de 1994. No período de 1990 a 1994 continuei trabalhando como professor de Física do Magistério Público Estadual, tendo um regime de 60 horas semanais, sendo que destas, 20 horas semanais em uma escola particular, cedido pelo Estado. Depois disso fui convidado, por um colega de trabalho, para prestar concurso público na Escola Agrotécnica Federal de São Vicente do Sul para professor de física do Ensino Médio.

Em 1995, após ter sido aprovado, passei a desempenhar minhas funções como Professor de Física de Ensino Médio naquela Escola. Em 13 de dezembro de 2002, a escola foi credenciada pelo Governo Federal como Centro Federal de Educação Tecnológica de São Vicente do Sul (CEFET-SVS) e, desta forma, a escola passou a oferecer cursos em nível superior (Tecnólogo). Já no segundo semestre de 2003, uma turma de alunos iniciou o Curso Superior de Tecnologia em Irrigação e Drenagem com duração mínima de três anos além do respectivo estágio obrigatório.

A realidade do CEFET-SVS é bem diferente das escolas nas quais havia trabalhado antes. O ensino, ali desenvolvido, prioriza a área técnica agropecuária, sendo que a escola possui boa estrutura física, com um quadro de, aproximadamente, 40 docentes. Atualmente, a escola oferece os Cursos Técnico Agrícola com especialização em Agropecuária, Curso Técnico Agrícola com especialização em Zootecnia, Curso Técnico em Agroindústria, Curso Técnico em Informática e Curso Técnico em Enfermagem, além do Curso Superior de Tecnologia em Irrigação e Drenagem.

Percebi, então, no decorrer de minhas atividades como professor de física que poderiam surgir várias situações de ensino-aprendizagem e muitas opções para trabalhar com a física de forma diferente e mais proveitosa para a vida dos alunos. Poderia explicar a física presente no cotidiano dos alunos que ali buscam sua profissionalização, através do estudo de certos equipamentos agrícolas; bastante familiares e usados com frequência por alunos, professores e servidores técnicos do CEFET-SVS.

1.2- A POSSIBILIDADE DE REALIZAR UM ENSINO DE FÍSICA DIFERENTE

No início do ano letivo, em 1995, quando comecei meu trabalho como professor de física na Escola Agrotécnica Federal de São Vicente do Sul (EAFSVS), eu era o único professor da disciplina. Com a falta de professores, estive sempre com sobrecarga de trabalho, por serem muitas turmas e numerosas. Os Planos de Ensino da Escola encontravam-se em ação, por isso continuei com o Ensino de Física, promovendo, na medida do possível, uma aproximação da realidade vivenciada pelos alunos da Escola Agrotécnica.

Naquele ano, a matriz curricular contemplava duas disciplinas para o ensino de física do Curso Técnico em Agropecuária: Física Geral, para os três semestres iniciais e Física Instrumental, para os três semestres finais.

Ao fazermos uma análise a respeito desta configuração curricular, percebemos que havia interesse em que os alunos adquirissem conhecimentos

de Física Geral e outros conhecimentos específicos classificados como Física Instrumental.

Assim, um tratamento diferente entre as disciplinas do núcleo comum, atual Ensino Médio, chamada de “disciplinas científicas” e as disciplinas da parte diversificada chamadas de “disciplinas técnicas”, têm sido uma constante nas Instituições de Ensino Profissionalizante.

Hoje, após publicação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB-96), para os alunos que freqüentam o Ensino Médio há uma preocupação maior com a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental, possibilitando a seqüência de estudos, além da compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática.

No capítulo específico dedicado à Educação Profissional na LDB/96, a ênfase é dada devido a uma profunda mudança por que passa o chamado mundo do trabalho. Mais do que nunca, este mundo vai se transformando no mundo do conhecimento, do saber proveniente de operações produtivas.

Carneiro (1998), ao interpretar o artigo 39 da LDB/96 enfatiza que a educação profissional deve ser desenvolvida de maneira integrada não só com os diferentes tipos de educação e de metodologias educacionais, mas também com o ambiente de trabalho, o chão de fábrica, tendo como base de sustentação a evolução científica e tecnológica.

O artigo 40 desta mesma lei explicita que se deve buscar uma articulação entre educação profissional e ensino regular, seja no âmbito do próprio ensino regular, seja mediante o uso de estratégias diversificadas de educação.

A rigidez da organização curricular existente no regime anterior à LDB/96 encontra no artigo 42 desta lei uma clara ruptura. Carneiro (1998 p.109) comenta que havia uma maior preocupação com os conteúdos de educação geral, pois estes preparavam o aluno para o ingresso no ensino superior:

Centradas historicamente na oferta de **cursos regulares**, as escolas técnicas e profissionais trabalhavam com a idéia exclusiva de currículos prontos, de teor vocacional fechado. Como os conteúdos de educação geral, também denominados de conteúdos propedêuticos por estarem centrados na preparação para o ingresso no ensino superior, eram colados aos conteúdos profissionalizantes, estas escolas foram desfigurando a função para a qual existiam. Agora, além de oferecerem cursos com a finalidade exclusiva de qualificar tecnicamente o aluno para uma atividade laboral (...) terão de oferecer, igualmente, uma programação especial de cursos alternativos destinados à comunidade e de acesso definido não mais pelo nível de escolaridade do postulante, mas pela capacidade que ele exibir de apropriar-se do tipo e do nível de conhecimento que vai ser trabalhado.

Acredito que não havia razões para se fazer a separação do componente curricular em Física Geral e Física Instrumental na Escola Agrotécnica Federal de SVS antes da publicação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional/96; já que o aluno deve construir um conjunto de conhecimentos que serão úteis para sua vida no cotidiano, enquanto acadêmicos e, posteriormente, no desempenho de suas profissões como técnicos.

Delizoicov e Angotti (1991, p. 13) enfatizam que a Física, enquanto área do conhecimento, é necessária para a formação do estudante do Ensino Médio, pois, conjuntamente com a Química, a Biologia e a Matemática, deverão garantir uma base de formação científica. O trabalho didático-pedagógico desenvolvido pelo professor deve permitir a apreensão de conceitos, leis, relações da Física e sua utilização, assim como da sua aproximação com fenômenos relacionados a situações vivenciadas pelos alunos, sejam elas de origem natural ou tecnológica.

No final do ano de 1995, o Ministério da Educação e do Desporto, através da Secretaria de Educação Média e Tecnológica, sugeriu a elaboração de uma Proposta de Reformulação Curricular, organizada pelo Grupo de Trabalho regulado pela Portaria 220 (24-11-1995), em sua nona versão, a qual listava os conteúdos das aulas das Disciplinas de Física I e Física II e que estabeleciam para cada uma delas 60 horas-aula, correspondendo, em média, a duas horas-aula semanais. Observa-se, portanto, que numa Escola Agrotécnica o número de horas-aula é inferior ao número de horas-aula

ministradas no antigo Ensino de 2º Grau. No Ensino Médio este número correspondia, em média, de três a quatro horas-aula semanais.

Um aluno que procura uma Escola Agrotécnica para realizar seus estudos provém, na maioria das vezes, do meio rural e já possui, de certa forma, contato com algum tipo de equipamento; como tratores, colheitadeiras, motores elétricos, moto bombas, moto serras, empalhadeiras, sistemas mecânicos de ordenha. Enfim, já tiveram contato, mesmo que superficialmente, com algum tipo de equipamento ligado mais especificamente à área agrícola. Além disso, outros alunos mantiveram e mantêm contato com vários tipos de instalação, como por exemplo, setores para o abate de animais e processamento de alimentos na agroindústria.

A partir do ano de 1996, procurei desenvolver um Ensino de Física buscando uma aproximação com alguns equipamentos agrícolas utilizados no cotidiano dos alunos. Procurei desenvolver um Ensino de Física que atendesse ao currículo da escola, que contemplasse os anseios dos futuros Técnicos Agrícolas e que encontrasse espaços que permitiriam implementar algumas mudanças metodológicas através do estudo de equipamentos agrícolas, realizando-se através deles atividades teóricas e práticas.

O contexto vivenciado pelos alunos de uma Escola Agrotécnica privilegia equipamentos concretos e manipuláveis na agricultura, portanto é nesse sentido que queremos conceituar equipamento agrícola. O termo equipamento agrícola refere-se a tudo o que está disponível para o manuseio da terra, objetos que facilitam o uso do solo e que aumentam a produtividade do setor agrícola.

Numa Escola Agrotécnica Federal, as atividades agrícolas são desenvolvidas utilizando-se alguns objetos e um conjunto de conhecimentos, especialmente princípios científicos, que se aplicam a um determinado ramo de atividades que podem ser na área agrícola ou na pecuária. Para tornar sua atividade mais produtiva e beneficiar-se da tecnologia existente, utiliza-se de algum objeto próprio que facilite as atividades com a terra; portanto “equipamento agrícola” é todo equipamento utilizado no meio agrícola.

O Centro Federal de Educação Tecnológica de São Vicente do Sul (CEFET-SVS) por possuir características próprias e condições físicas favoráveis, acreditamos ser possível implementar algumas formas diferentes no processo ensino-aprendizagem, pois o aluno convive com muitos equipamentos agrícolas quando são ministradas aulas das disciplinas técnicas (Ensino Técnico). Nessas aulas, os alunos têm a possibilidade de usá-los no decurso das suas atividades educativas práticas. Assim, com esse objetivo, tentei buscar mais subsídios para desenvolver uma prática educativa diferente com o estudo de certos equipamentos agrícolas.

O desenvolvimento das atividades realizadas nas Unidades de Ensino e Produção (UEP) de uma Escola Agrotécnica tem como finalidade proporcionar oportunidades de ensino-aprendizagem aos seus alunos; por isso, os mesmos são orientados no sentido de utilizarem estes equipamentos agrícolas, procurando a conservação e preservação das fontes produtivas naturais.

Toda a quebra de tradições ou de costumes é um processo lento e perpassado pelo tempo. Acredito que a maior dificuldade não está em mudarmos os cenários, objetos ou na estrutura visível das coisas concretas. As mudanças requerem o rompimento, a quebra, o abandono de práticas e o firme propósito de querer mudar, pensando que estas mudanças possam trazer melhorias para as pessoas; neste caso para os alunos, futuros Técnicos Agrícolas.

Uma das dificuldades encontradas, com freqüência, pelos professores é a falta de condições objetivas para realização de atividades de estudo e reflexão. São poucas as sinalizações encontradas que propiciam aos professores pensarem e agirem no sentido de elaborarem, conjuntamente, os programas curriculares. Para que isso aconteça, é necessária a exata distinção temporal para atividades de sala de aula, atividades de preparação individual e coletiva e materiais de ensino.

É de extrema importância que o professor faça uma reflexão individual e coletiva sobre sua prática pedagógica e estudos de capacitação e aprofundamento relacionados à didática, à pedagogia e às matérias de ensino.

Acentua-se, ainda, que o grande papel da escola é preparar o aluno para que ele possa enfrentar e resolver, com competência, os desafios que a vida lhe proporciona, no seu dia a dia, construindo, desta forma, o seu conhecimento.

Grilo (2000, p.61) destaca que o aluno constrói sua aprendizagem partindo dos seus conceitos, concepções e representações:

Um ensino que privilegie estratégias metacognitivas recai desde logo numa proposta construtivista, que considera o aluno com sua afetividade e cognição, construindo ativamente suas aprendizagens, sendo capaz de monitorá-las, escolhendo estratégias para solucionar seus conflitos cognitivos, desenvolvendo suas competências e conhecimentos. O aluno, em qualquer grau de ensino, é sempre o artífice da aprendizagem, já que esta se viabiliza a partir de conceitos, concepções e representações construídas ao longo de suas experiências anteriores particulares.

É evidente que um dos grandes problemas educacionais presentes em nossas escolas é o fato de que toda a estrutura de ensino está centrada no sentido de tornar iguais os diferentes. As metodologias de ensino apontam para essa problemática; pois, ao se elaborarem currículos, surgem discussões bastante recentes quanto à sua validade e o significado que eles terão para o aluno e, posteriormente, para o uso deste conhecimento na sua vida do dia a dia. O ensino é caracterizado por um conjunto de atividades que gradativamente transformam o currículo na prática para produzir aprendizagem.

O período compreendido entre 1996 e 2000 foi caracterizado por constarem, no currículo da Escola Agrotécnica Federal de São Vicente do Sul, uma defasagem de carga horária anual se comparadas com outras escolas da rede pública estadual ou privadas. Ao analisar a matriz curricular da escola, constatei que eram destinadas oficialmente 120 horas-aulas de Física para todo o curso técnicas e distribuídas de forma igual na segunda e terceira séries.

Relendo o que nos diz o artigo 39 do capítulo III da LDB/96, observamos que ele descreve sobre Educação Profissional, destacando a necessidade de

uma vinculação estreita entre a Educação Profissional e o desenvolvimento de aptidões para a vida produtiva. Os currículos dessa área, assim como de outras, devem ser desenvolvidos a partir da prévia definição das competências e das habilidades requeridas para o exercício profissional em cada área específica. Esta imbricação exige a necessidade de realização de estudos de mercado, perspectivas de novos perfis profissionais, análise de tendências tecnológicas e avaliação da atual oferta de recursos. Além disso, o diálogo entre escola e empresa precisam ser cada vez mais intensificados, ouvindo e colhendo opiniões da sociedade organizada; visando o bem estar social de todos.

Na Mesa Redonda “Física no Ensino Técnico: Instrumento ou Ciência?”, realizada no XI Encontro de Professores de Física das Escolas Técnicas Federais e Centros Federais de Educação Tecnológica (XI EPFET), realizado de 15 a 18 de agosto de 1995, em Florianópolis (SC), composta pelos professores Nilson M. Dias Garcia (CEFET-PR), Roberval F. de Souza (ETF-PE) e Eduardo A. Terrazzan (UFMS-RS), o professor Nilson apresentou a situação da disciplina de Física nas ETFs e CEFETs com a finalidade de discutir o papel social da Física no Ensino Técnico. Após estudos e posterior análise das respostas obtidas concluiu que:

- a Física nas ETFs é a mesma ministrada no Ensino Médio; acrescentando-se, em geral, aulas práticas de laboratório com peso e regularidade significativas, desvinculadas de suas aplicações tecnológicas;
- os conteúdos programáticos das ETFs, em tese, preparam mais para o vestibular do que para o ensino técnico;
- não há consenso quanto ao direcionamento da Física ao Ensino Tecnológico ou ao vestibular, nem quanto à questão da terminalidade ou da continuidade dos estudos de seus alunos;
- a maioria das escolas respondeu que a Física deve servir, também, de subsídio para as disciplinas técnicas;

- as ETFs preparam melhor o aluno para o vestibular do que as escolas propedêuticas, embora esse não seja o seu objetivo;
- a Física deverá continuar contribuindo como base para os Cursos Técnicos, buscando dar subsídios para as disciplinas técnicas, estabelecendo uma relação de interdisciplinaridade cada vez maior.

Diante do quadro exposto, o professor Nilson enfatizou que em vez de se questionar se a Física é instrumento ou Ciência, deve-se questionar sobre a Física que estamos ministrando em sala de aula. Que finalidade quer que o aluno dê ao conhecimento e que instrumentos o mesmo deverá utilizar.

Como vemos, embora as conclusões não sejam muito convergentes; os debates que têm sido realizados a respeito do Ensino da Física apontam para uma tentativa cada vez maior de aproximar a física do cotidiano das pessoas, visto que as mudanças que ocorrem na área da Educação são lentas. Para ilustrar, a Lei 9.394/96 de 20 de dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), resultou de longas discussões. Houve interesses envolvidos no palco das discussões com fortes contradições e para aprová-la foram necessários oito longos anos.

No ano de 1997, as Escolas Técnicas e Agrotécnicas começavam a implantar seu Sistema de Ensino, desvinculando o Ensino Médio do Ensino Técnico, já que com a publicação do Decreto nº 2.208 de 17 de abril de 1997 foi regulamentado o § 2º do art. 36 e os arts. 39 a 42 da Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Muitas escolas Técnicas, Agrotécnicas e CEFETs, passaram então, a ter um aluno com duas matrículas: uma para o Ensino Médio e outra para o Ensino Técnico.

A partir de 1997, quando a escola iniciou a implantação de uma nova matriz curricular, não mais semestral e sim anual, minhas condições de trabalho melhoraram gradativamente. Trabalhando numa única instituição, a carga horária e o número de alunos por turma se tornaram menores, pois houve redução de turmas no Ensino Médio e criação de novas turmas para o Ensino Técnico (pós Ensino Médio). Assim, tive também mais tempo para

leituras e participação em cursos, seminários e realização de atividades de atualização curricular.

Com a finalidade de oportunizar aos alunos do CEFET-SVS novas formas de aprendizagem a partir do cotidiano dos mesmos, melhorar as metodologias desenvolvidas, para troca de experiências entre professores, para estudos de aprofundamento teórico-metodológico e para momentos de reflexão crítica sobre as práticas docentes desenvolvidas, é que iniciei minha participação no Grupo de Trabalho de Professores de Física (GTPF) do Núcleo de Educação em Ciências (NEC), do Centro de Educação (CE) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), formado por professores de física, sendo que, atualmente, continuo fazendo parte do mesmo.

O grupo oportuniza espaço institucional para troca de experiências entre professores em formação inicial (pré-serviço) e em formação continuada (em serviço) e pesquisadores em Ensino de Física, para estudos de aprofundamento teórico-metodológico, para planejamento em conjunto, de atividades didáticas adequadas à implementação em aulas de Física e, também, para proporcionar momentos para uma reflexão crítica sobre as práticas docentes desenvolvidas pelos professores nas escolas em que lecionam.

O Grupo prioriza a produção de Módulos Didáticos para o Ensino de Física numa perspectiva de atualização curricular permanente, procurando atender as necessidades de formação da cidadania de nossos alunos e de uma capacitação intelectual autônoma para prosseguir seus estudos ao longo de suas vidas.

No início, este grupo tinha como um de seus objetivos centrais, estudar formas de incluir tópicos de física moderna entre os conteúdos curriculares da escola média. Atualmente, este Grupo de Trabalho de Professores de Física (GTPF), vinculado ao Núcleo de Educação em Ciências (NEC), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), realiza suas reuniões semanais com duração de quatro horas, nas quais os participantes têm a oportunidade de interagir em momentos de discussão, debates e troca de experiências.

Foi participando nesse grupo que comecei a perceber a importância das reflexões sobre questões e temas relacionados ao ensino-aprendizagem em física. A realização de planejamento coletivo de atividades didáticas adequadas à implementação em aulas de física, as reflexões críticas sobre as práticas docentes desenvolvidas na escola, o desenvolvimento de uma metodologia própria, as reflexões realizadas nos encontros de professores e a busca constante de melhorar e atualizar a prática pedagógica em sala de aula passaram gradativamente a fazer parte de minha profissão como professor.

Na concepção de investigação-ação, o educador torna-se um crítico de sua própria ação, possibilitando o surgimento de caminhos para que ele próprio possa realizar o processo de ação-reflexão-ação. Percebi, então, que poderia crescer como professor no grupo quando compartilhávamos nossas dúvidas e angústias em relação à nossa profissão como professores de Física. Este espaço propicia uma reflexão sobre a ação; assim, cada professor se esforça por ir ao encontro do aluno e entender o seu próprio processo de conhecimento, ajudando-o a articular o seu conhecimento-na-ação com o saber escolar.

Com minha participação no GTPF, elaborando e implementando Módulos Didáticos, surgiam, freqüentemente, discussões sobre um determinado fato relacionado a um aspecto específico dos assuntos de física. Desta forma, podíamos realizar no grupo de professores, reflexões sobre o que e como ocorreu. Nóvoa (1992, p. 89) comenta que isto pode trazer uma reflexão mais produtiva de sua prática pedagógica:

...é possível olhar retrospectivamente e refletir sobre a reflexão-na-ação. Após a aula, o professor pode pensar no que aconteceu, no que observou, no significado que lhe deu e na eventual adoção de outros sentidos. Refletir sobre a reflexão-na-ação, uma observação e uma descrição, que exige o uso de palavras.

A aceleração das mudanças, o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, a explosão demográfica, a expansão dos meios de comunicação de massa, os novos modelos de vida em sociedade, a crise das ideologias políticas, o questionamento e a revisão de valores, são talvez, alguns aspectos da vida que estamos presenciando atualmente.

As discussões no meio acadêmico têm sido bastante significativas quando tentamos conceituar Tecnologia e estabelecer semelhanças e diferenças entre ela e a Ciência.

Desde o momento que nascemos muitos objetos nos rodeiam, à medida que o tempo passa, nossas necessidades tecnológicas, muitas vezes necessidades induzidas, também vão mudando. Gostamos de olhar televisão, conversar com alguém pelo telefone, conectarmos a Internet ou ler um livro. Querendo ou não, nosso desenvolvimento evolutivo continua e nos leva a termos outros interesses. Estas práticas se repetem segundo as características pessoais de cada indivíduo que cada dia nos oferecem maiores alternativas de consumo e afetam positiva ou negativamente nossas condutas e modo de vida, e, às vezes, são modificadas por ofertas de mercado.

Tecnologia é o empreendimento historicamente em desenvolvimento que consiste em construir artefatos e organizar o trabalho para satisfazer necessidades humanas. Caracteriza-se por uma atividade prática e consiste mais em modificar do que em compreender o mundo. Enquanto a Ciência procura formular as leis seguidas pela natureza, a tecnologia tem por parâmetro a eficiência. A Tecnologia, assim como a Ciência, é uma entidade imensamente complexa que consiste em fenômenos de muitas espécies, tais como: agentes, instituições, produtos, conhecimentos, técnicas e muitos outros.

Kneller (1980, p. 269-270) comenta sobre a necessidade que o homem tem de dosar suas ações quando faz uso da tecnologia, pois ela pode criar ou destruir, pode tornar o homem mais humano ou menos humano. Há necessidade de exercermos prudência para minimizar danos da tecnologia e incentivar ao máximo seus benefícios.

Sobre o avanço da Ciência e da Tecnologia, Kneller (1980, p. 252) enfatiza que o contínuo progresso material da humanidade está condicionado ao progresso tanto da Ciência como da Tecnologia indistintamente, e desta forma obtém-se o contínuo progresso intelectual da humanidade:

Atualmente, a Ciência é considerada a parceira da tecnologia e, a este respeito, uma atividade tão utilitária quanto contemplativa. O progresso material é realizado mediante a

construção contínua de novos mecanismos produtores de riqueza e eficiência, os quais são fabricados e operam de acordo com leis e teorias científicas. O progresso tecnológico é mantido tanto para justificar o progresso da Ciência, que torna possível o primeiro, como para fornecer provas visíveis desse progresso. Assim, o contínuo progresso intelectual da humanidade inclui, e o contínuo progresso material da humanidade exige, o progresso tanto da Ciência como da tecnologia, indistintamente.

Ao longo da história, a tecnologia tem sido temida como um distanciamento arrogante do estado da natureza, (Kneller 1980, p. 269) um temor que foi crescendo com a expansão tecnológica desde a II Guerra Mundial. Hoje há uma interdependência entre Ciência e Tecnologia. A tecnologia moderna não só produz máquinas e ferramentas físicas, mas também organiza e sistematiza as atividades nos diversos setores produtivos.

Da Ciência, a tecnologia deriva conhecimentos básicos, instrumentos e técnicas. A partir da tecnologia, a ciência recebe instrumentos e problemas para solução. A ciência aplicada é a investigação de problemas cujas soluções se espera sejam tecnologicamente aplicáveis. Tanto a ciência como a tecnologia interatuam no domínio da ciência aplicada.

Para o presente trabalho de pesquisa foram escolhidos alguns equipamentos materiais específicos, chamados “equipamentos agrícolas”, disponíveis no CEFET-SVS com a finalidade de fazerem parte do estudo do tema escolhido. Estes “Equipamentos Agrícolas” foram envolvidos no tema “Uso da Estufa na Agricultura”, o qual será especificado posteriormente.

O estudo inicial de um equipamento agrícola leva em conta a análise de uma determinada realidade e recai diretamente na busca de explicações plausíveis para os fatos em estudo. Essas explicações são obtidas através do conhecimento sistematizado, proporcionando uma mudança do conhecimento puro e simples da realidade em nível de senso comum para o conhecimento elaborado.

Acreditamos na possibilidade de desenvolvermos numa Escola Agrotécnica ou CEFET o Ensino de Física a partir do envolvimento de alguns equipamentos agrícolas que o aluno está em contato no seu dia a dia. Ele vivencia situações diárias no seu processo de ensino-aprendizagem com

componentes curriculares das disciplinas técnicas que lhe permitem associar conhecimentos técnicos, equipamentos agrícolas e o ensino de física.

Ao desenvolvermos o Ensino de Física no CEFET-SVS com o estudo de alguns equipamentos agrícolas, há a necessidade de realizarmos questionamentos com os alunos sobre as novas tecnologias que são apresentadas diariamente, especialmente na área agrícola. Precisamos incentivar discussões ao longo do desenvolvimento das aulas de física, no sentido de despertar nos alunos o hábito para que se questionem sobre o uso da tecnologia, pois as conseqüências de novas tecnologias precisam ser criticamente avaliadas antes de sua introdução e devem ser constantemente vigiadas daí em diante.

Minha participação no GTPF/NEC/UFSM, especialmente nos últimos quatro anos, com a elaboração de Módulos Didáticos e posterior implementação nas turmas de alunos do CEFET-SVS, aliado às boas condições de trabalho, com a possibilidade de ensinar física utilizando-se vários equipamentos existentes, minha experiência profissional e o aprofundamento de estudos no Curso de Pós Graduação em Educação da UFSM formaram um conjunto de fatores favoráveis que propiciaram o desenvolvimento deste trabalho de dissertação.

1.3. O ENSINO DE FÍSICA ATRAVÉS DE MÓDULOS DIDÁTICOS E A DINÂMICA DE SEU DESENVOLVIMENTO

Uma das etapas planejadas para o desenvolvimento deste projeto foi a elaboração e posterior implementação em sala de aula de um Módulo Didático (MD), numa perspectiva que procura levar em conta as implicações da Física, enquanto Ciência, com a Tecnologia, com a Sociedade e com o Ambiente. O Módulo Didático está configurado segundo um modelo ou uma dinâmica básica constituída de Três Momentos Pedagógicos (TMP) seguindo a proposta de Delizoicov e Angotti (1991), que são: Problematização Inicial (PI), Organização do Conhecimento (OC) e Aplicação do Conhecimento (AC).

Na elaboração e implementação do Módulo Didático, nos deparamos com situações que abrangem **extensão** e **profundidade do núcleo conceitual** escolhido para servir de base ao estruturarmos o Módulo Didático. É importante destacarmos a visão de conjunto gerada pelo **Tema Central**, permitindo ao professor a opção pelo tratamento em profundidade que vai depender de alguns condicionantes do trabalho docente como, por exemplo, número de horas-aula semanais e número de alunos da turma, entre outros. Caso o professor aprofunde alguns **Tópicos**, ele corre o risco de não abordar outros **Temas** igualmente importantes aos desenvolvidos normalmente, prejudicando a extensão do desenvolvimento do programa.

Também, ao elaborarmos o Módulo Didático, é preciso buscar situações de equilíbrio entre processo e produto. Os conteúdos são partes fundamentais de um conhecimento que foi e continua sendo construído e tem, portanto, caráter histórico. Sabemos que a visão veiculada pelos livros didáticos privilegia a Física como produto, desprezando, simultaneamente e de forma significativa, o seu processo de produção. Precisamos enfatizar a idéia de que o conhecimento não é algo acabado e sim está sendo construído continuamente pelo aluno.

Além disso, privilegiamos situações do cotidiano do aluno quando elaboramos o Módulo Didático, pois há uma forte crítica aos cursos de Física, considerados distantes demais ou mesmo desligados dos fenômenos e das situações que constituem o universo dos alunos. Agindo assim, é possível uma efetiva aproximação entre as abstrações do conhecimento científico e sua possibilidade de aplicação em situações reais e concretas.

Os conhecimentos anteriores que um aluno possui, independente de sua escolaridade, muitas vezes, interferem na efetiva apreensão do conteúdo veiculado na escola. No estudo da Física, em particular, podem emergir situações conflitivas entre seus conhecimentos prévios e os conteúdos apresentados pelo professor, o que dá oportunidade para a explicação de duas estruturas de conhecimento paralelas, que não fornecem a mesma interpretação para um mesmo fenômeno estudado. Ao desprezarmos este problema, o aluno irá utilizar os conceitos e leis da Física apenas para

situações momentâneas e também para satisfazer as perguntas que o professor realiza nas provas, enquanto para situações vividas prevalecem os conhecimentos do senso comum.

Durante a Problematização Inicial são apresentadas, para discussão com os alunos, questões ou situações problematizadoras. Algumas destas questões são obtidas a partir dos equipamentos que fazem parte do dia a dia dos alunos que freqüentam as Unidades de Ensino e Produção (UEPs) e que estão relacionadas com a temática central a ser abordada e, ao mesmo tempo, que tenham um potencial problematizador por estarem relacionadas com a realidade vivencial dos alunos. No decorrer destas discussões, podem surgir também outras questões ou situações trazidas pelos próprios alunos, pois isto é extremamente enriquecedor para aprofundar os debates. O importante é selecionar e investir naquelas que sejam realmente desafiadoras, isto é, naquelas que possam se tornar verdadeiros problemas para os alunos, a fim de que eles sintam necessidade de superá-las. A discussão não só pode como deve permitir que emergjam algumas concepções e idéias prévias dos alunos sobre o assunto a ser tratado, como também levar estes alunos a sentirem a necessidade de buscar outros conhecimentos que ainda não dominam, para resolver os problemas e as dúvidas que possuem ou que se estabelecem nesta etapa.

Para isso, a postura do professor deve se voltar mais para questionar e lançar dúvidas sobre o assunto do que para fornecer explicações prontas e acabadas, conduzindo os alunos a uma reflexão que os faça pensar.

Ao problematizar um determinado assunto, deseja-se que os alunos reflitam sobre as situações apresentadas. Num primeiro momento, os alunos podem não encontrar uma resposta certa e completa.

Neste momento, Problematização Inicial (PI), a discussão pode permitir que algumas concepções dos alunos emergjam e, também, pode levar a que os alunos sintam a necessidade de outros conhecimentos que ainda não construíram para resolver os problemas e dúvidas que possuíam ou que surgiram nesta etapa.

Durante a implementação do Módulo Didático, tanto na Problematização Inicial como na Organização do Conhecimento e na Aplicação do Conhecimento, deve haver uma participação tanto do professor como do aluno de modo a oportunizar uma interação mediatizada pelo problema que está sendo estudado, da qual decorre o diálogo.

Numa sala de aula, muitas variáveis, como por exemplo, “a questão”, “a resposta”, “o lúdico”, “a imaginação”, “a construção mental desenvolvida pelo aluno” são encaradas como um desafio constante tanto para o professor como para o próprio aluno. O aluno sendo desafiado a participar das atividades de ensino-aprendizagem seja individual ou em grupo, terá maior chance de estabelecer efetivamente um clima fértil de troca de saber e de aprendizagem da física e, assim, evitar o estigma da monotonia dos cursos de física.

Na segunda etapa, que é identificada como Organização do Conhecimento (OC), os conhecimentos de Física necessários à compreensão do tema central e ao encaminhamento de soluções para as questões da Problematização Inicial (PI) devem ser estudados e explorados sob o estímulo e a orientação do professor. Cabem nesta etapa, do ponto de vista metodológico, as mais diversas atividades, no sentido de oportunizar aos alunos a vivência de uma variedade de situações que permitam atingir a compreensão desejada dos assuntos estudados.

Em algumas situações, na etapa da Organização do Conhecimento, os alunos poderão ausentar-se da sala de aula para outros locais como, por exemplo, biblioteca, laboratórios e UEPs que permitam um aprofundamento do tema com o objetivo de adquirirem as competências e habilidades, sempre com orientação e supervisão do professor.

O terceiro momento caracteriza-se pela Aplicação do Conhecimento, cujo objetivo principal é a utilização dos conhecimentos construídos pelos alunos para interpretar as situações problematizadas inicialmente, procurando delimitar o grau de compreensão conseguido para as mesmas. O desenvolvimento das aulas nessa etapa deve ser um espaço de exploração de novas situações, preferencialmente vinculadas à vivência cotidiana dos alunos

na escola, a fim de que possam ser compreendidas e explicadas utilizando-se basicamente do mesmo conjunto de conhecimentos físicos (conceitos, modelos, leis e teorias).

Pode-se ter, também, ao final das discussões, elementos que suscitem e/ou indiquem a necessidade de aprofundamento dos estudos, abrindo-se para um novo tema, ou seja, para o desenvolvimento de um novo Módulo Didático.

O Grupo de Trabalho de Professores de Física (GTPF) do Núcleo de Educação em Ciências (NEC), da UFSM, do qual fazemos parte, vem desenvolvendo há alguns anos um trabalho de elaboração de Módulos Didáticos e posterior implementação em sala de aula.

Como parte integrante dos Módulos Didáticos, o GTPF vem utilizando diversos recursos para elaborar as Atividades Didáticas, as quais são objetos de investigação mais direta sobre o papel/impacto/efeitos da sua utilização na aprendizagem dos alunos e nas práticas pedagógicas dos professores. A elaboração e implementação de Atividades Didáticas propicia aos alunos a compreensão de fenômenos, processos, modelos e/ou conceitos científicos. Assim, como desafio, procuramos estruturar os Módulos Didáticos incluindo:

- **Atividade Didática baseada em Questões Prévias:** Caracteriza-se pela elaboração de algumas questões relacionadas aos assuntos que serão abordados no Módulo Didático e visam, além de uma motivação inicial, introduzir um conteúdo específico e efetuar uma ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem ou vivenciam no seu dia a dia.

- **Atividade Didática baseada em Experimentos:** É uma Atividade Didática desenvolvida a partir de roteiros abertos ou semi-abertos em que, numa primeira etapa, chamada de Observação/Previsão, os alunos observam o experimento montado e seu funcionamento. Sugerem explicações e comentam sobre o fenômeno ocorrido, as possíveis leis e princípios físicos associados ao experimento. Na segunda etapa, Realização/Formalização, os alunos, em grupos, montam o experimento e realizam a experiência seguindo orientações do professor, respondendo perguntas, anotando dados e observações importantes. Na terceira etapa, Comparação/Análise, após sistematização no

quadro, do conjunto de respostas dos grupos, o professor realiza uma discussão coletiva sobre as respostas registradas e os alunos fazem uma comparação das previsões feitas inicialmente com a Realização/Formalização da segunda etapa procurando coletivamente identificar as semelhanças e as diferenças entre os modelos explicativos surgidos.

- **Atividade Didática baseada em Texto de Divulgação Científica:** Esta Atividade Didática configura-se pela leitura, compreensão e discussão de Textos de Divulgação Científica ou equivalente. A utilização de textos encontrados nas revistas de divulgação científica, periódicos e livros didáticos permite realizar discussões bem próximas do cotidiano do aluno. Nesta perspectiva, pretendemos levar o aluno a ter uma aprendizagem mais significativa de física, e uma visão mais crítica dos fenômenos e equipamentos agrícolas presentes em nossa sociedade moderna.

- **Atividade Didática de Resolução de Problemas:** Compreende uma Atividade Didática de discussão sobre uma situação mais próxima da vivência cotidiana dos alunos, abordada numa perspectiva de Resolução de Problemas. São propostas tarefas abertas que viabilizem vários percursos possíveis de resolução e, inclusive, várias soluções possíveis.

Nesta Atividade Didática, o solucionador envolve-se num processo de reflexão e de tomada de decisões chegando, normalmente, na organização de uma determinada seqüência de passos ou etapas.

A dinâmica utilizada está baseada no modelo de Resolução de Problemas apresentado por Gil Pérez et al (1992). Uma vez tendo elaborado as situações-problema, estas deverão ser resolvidas com base numa seqüência de etapas de resolução que são as seguintes: Análise qualitativa do problema, Emissão de hipóteses, Elaboração de estratégia(s) de resolução, Aplicação da(s) estratégia(s) de resolução, Análise do(s) resultado(s), Elaboração de síntese explicativa do processo de resolução praticado e sinalização de novas situações-problema.

- **Atividade Didática baseada na Exposição do Professor:** Essa Atividade Didática caracteriza-se pela forma de exposição do professor relacionada a um

assunto que vai ser abordado. O professor ao programar essa Atividade Didática, deve selecionar os itens que deseja enfatizar, procurando destacar no texto em estudo, aspectos que julga importantes.

O professor poderá solicitar aos alunos, por exemplo, que após leitura de um texto, respondam perguntas relacionadas a um certo aspecto do texto. Pode solicitar aos alunos que relacionem unidades de medida vistas no texto, com outras do seu cotidiano. Além disso, no final da leitura e discussão de um determinado texto didático, o aluno poderá escrever as idéias, relatando os pontos mais importantes discutidos em aula.

- **Atividade Didática baseada em Analogia:** As Atividades Didáticas baseadas em Analogias utilizadas nos Módulos Didáticos pelos participantes do GTPF seguem um modelo de referência chamado TWA (Teaching with Analogies), desenvolvido por Glynn (1991). Esse modelo surge de uma análise crítica e comparativa sobre a forma como as analogias são apresentadas em diversos livros didáticos. Entre os vários modelos encontrados na literatura da área, foi escolhido esse por entendermos que o essencial é a compreensão não apenas das relações analógicas pretendidas, como também dos limites de validade da analogia utilizada.

Para esse modelo, uma seqüência de seis passos deve ser seguida para que a utilização de analogias se torne como recurso didático. Abaixo apresentamos essa seqüência de acordo com as modificações feitas por Harrison e Treagust (1994), procurando reduzir a possibilidade de formação de concepções alternativas pelos estudantes. 1º Passo - Introdução da “situação alvo” a ser ensinada.

2º Passo - Introdução da “situação análoga” a ser utilizada.

3º Passo - Identificação das características relevantes do “análogo” utilizado.

4º Passo - Estabelecimento das similaridades entre o “análogo” e o “alvo”.

5º Passo - Identificação dos limites de validade da analogia utilizada.

6º Passo - Esboço de uma síntese conclusiva sobre a “situação alvo”.

Nos passos 1 e 2 há um pequeno texto de referência para utilização do professor. No 3º passo, são identificadas as características relevantes do

análogo utilizado. No 4º passo, há um mapeamento das principais relações analógicas pretendidas; outras poderão surgir, no entanto, pelo menos aquelas levantadas nas atividades devem ser discutidas em sala de aula. Quanto ao 5º passo do modelo adotado, apontamos os limites de validade da analogia utilizada. Para a síntese conclusiva o planejamento apresenta um exemplo de texto como expectativa da produção coletiva de uma turma típica.

Com a inclusão de Atividades Didáticas nos Módulos Didáticos buscamos fazer com que o distanciamento entre professor, aluno e conteúdos programáticos, que geram ausências, dúvidas e concepções equivocadas, seja ao menos amenizado pelo fato de podermos trabalhar temáticas que explicam muitas dúvidas e curiosidades dos alunos.

Entendemos que, por utilizarmos uma metodologia que parte do pressuposto que o aluno já possui seus conhecimentos prévios que precisam ser respeitados e valorizados, o desenvolvimento de um trabalho desse tipo contribui para compreender as possíveis abstrações do conhecimento científico seguindo a busca e aplicação destas em situações reais concretas de seu contexto.

Os alunos que freqüentam uma EAF ou CEFET têm por objetivo a formação no Ensino Médio e/ou Técnico. Eles convivem e manuseiam muitos equipamentos disponíveis nas Unidades de Ensino e Produção (UEP) da Escola para se familiarizarem com os mesmos, entenderem seu funcionamento e, assim, aplicarem os conhecimentos que eles vão construindo no decorrer de suas vidas.

Pelas características de uma Escola Agrotécnica, os equipamentos agrícolas estão distribuídos nas várias UEPs de acordo com a especificidade do setor educativo e produtivo. Por exemplo, na UEP de Agricultura I encontramos alguns equipamentos, tais como: caixa d'água para irrigação das plantas, tubulações de vários diâmetros para condução da água, reservatórios contendo soluções hidropônicas, estufas com estruturas de metal e de madeira, enxadas, pás, mangueiras, micro-tractor com implementos, poço artesiano com caixa d'água, manômetros. Acreditamos ser possível aproveitar

alguns equipamentos agrícolas para estudar e entender os conceitos, princípios e leis físicas; pois a grande maioria dos alunos provém do meio rural e já trabalham com vários tipos de equipamentos próprios do meio agrícola.

Os alunos de uma EAF ou CEFET, no período de estudos de formação técnica, têm oportunidades de usar equipamentos disponíveis nas várias Unidades Educativas de Produção (UEPs). Ali aprendem assuntos específicos relacionados à vida profissional de técnicos, além de estar em contato direto com estes equipamentos que propiciam um aprendizado da técnica aprimorando assim sua prática profissional. Dessa forma, os alunos passam a conhecer instrumentos e manuseá-los corretamente, por isso há a possibilidade de ensinar a física a partir destes equipamentos agrícolas.

A partir do elo entre o conteúdo programático e contexto no qual o aluno está inserido, o professor poderá organizar situações significativas de aprendizagem em que essas dimensões estejam articuladas, possibilitando a inserção do futuro técnico agrícola na prática social de sua comunidade, para que ele possa dimensionar a possibilidade de transformação do conhecimento, do compromisso político e da organização.

O critério utilizado para escolhermos estes equipamentos foi a escolha do tema “Uso da Estufa na Agricultura”. Selecionamos um conjunto de equipamentos agrícolas existentes na UEP de Agricultura I do CEFET-SVS para estudo. Ao implementarmos o Módulo Didático, esses equipamentos agrícolas envolvidos, alocados nas diversas Atividades Didáticas (ADs) foram objetos de estudo. Entre eles, citamos:

- sistema de irrigação aéreo por gotejamento para pomar, composto por moto-bomba, registros, manômetros e canos com vários diâmetros;
- sistema de irrigação aéreo por aspersão instalado no interior de estufas (viveiro de mudas), composto por moto-bomba, registros, manômetros, canos e mangueiras de vários diâmetros associados a bicos aspersores, disponível na UEP de Agricultura I (olericultura);

- sistema de irrigação usado no interior das estufas para cultivo de oleaginosas (hidroponia), composto por tanques com capacidade para 1000 litros, motobombas, tubulação composta por canos e mangueiras, manômetros, plataformas de amianto para plantio de legumes e hortaliças;
- estufa com estrutura metálica e cobertura de plástico para o plantio de oleaginosas e viveiro para mudas;
- poço artesiano e caixa d'água com capacidade para 30 mil litros, posicionada a 15 metros de altura incluindo motor, compressor, registros, manômetros, tubulações com vários diâmetros.

Nossa participação no Grupo de Trabalho de Professores de Física (GTPF) e com a colaboração dos seus integrantes, foi possível elaborarmos o Módulo Didático para o presente trabalho de pesquisa. Sentimos a necessidade de buscar suportes bibliográficos adicionais que orientam e tratam o Ensino de Física através de outras formas alternativas e inovadoras.

Dentre os aportes teóricos e metodológicos, utilizamos algumas bibliografias em nosso estudo: Austrilino, 1999; Auler, 2002; Bastos, 1990; Chaves, 2002; Clement, 2004; Delizoicov, 1991; Hernandez, 2002; Kuenzer, 2000; Schmidt, 1998; Strieder, 1998 e Terrazzan, 1994.

Procuramos incluir em nosso trabalho de elaboração de Módulo Didático, assuntos constantes da proposta de Ensino de Física apresentada pelo Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF), da Universidade de São Paulo, em sua edição de 1998. Esta proposta mostrou-se como um referencial significativo no que se refere a uma abordagem inovadora do Ensino de Física na sala de aula.

O que se observa é que a proposta do GREF procura trazer o cotidiano para a sala de aula, proporcionando ricos momentos de discussão durante a prática de experimentação, assim como a articulação com problemas reais vivenciados pelos alunos.

A elaboração de Módulos Didáticos permite aos participantes do GTPF que o Ensino de Física se transforme num processo de aperfeiçoamento

contínuo das práticas pedagógicas e os assuntos desenvolvidos próximos da realidade dos alunos. Após implementação de um módulo Didático, o mesmo é reelaborado levando-se em conta os apontamentos realizados pelos professores implementadores. As Atividades Didáticas podem sofrer modificações e serem alocadas em outros Momentos Pedagógicos de forma a obtermos melhores resultados na hora de uma nova implementação.

Dessa forma, será explanada, nos capítulos 05 e 06 deste trabalho, a forma de elaboração de um Módulo Didático, sua implementação em sala de aula numa primeira fase. Posteriormente, nova elaboração seguida de implementação em sala de aula, numa segunda fase, caracterizando-se como um trabalho de constante aperfeiçoamento tanto no Módulo Didático como da prática pedagógica do professor.

1.4. CONTEÚDOS CURRICULARES PARA O ENSINO DE FÍSICA: CONCEITOS, PROCEDIMENTOS E ATITUDES

A elaboração de um currículo que propicie ao aluno conhecimentos com significação para sua vida diária no presente e futuro e uma formação que contribua para o pleno exercício da cidadania deve contemplar conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

Como regra geral, nas últimas décadas, os currículos escolares constituíram-se apenas de conteúdos conceituais. Algumas iniciativas, mais recentemente, têm experimentado incluir também dois novos tipos de conteúdos: os conteúdos procedimentais e os atitudinais.

Os conteúdos conceituais dividem-se em duas categorias: fatos/dados e conceitos. Um fato/dado é definido como uma informação que afirma ou declara alguma coisa sobre o mundo, como por exemplo: a temperatura no interior de uma estufa é de 28⁰ C às 15:00 horas; o período de rotação do ponteiro do relógio que marca as horas é de 12 horas.

Uma coisa é sabermos ou conhecermos algo, outra é dar-lhe sentido. Isso indica que “compreender um dado requer a utilização de conceitos, ou seja, relacionar esses dados dentro de uma rede de significados que explica porque se produzem e que conseqüências têm”.(Pozo e Crespo, 1998, p.86).

Podem ser apontadas algumas diferenças entre os fatos/dados e os conceitos. Assim, a aprendizagem de fatos/dados consiste em cópia fiel; já a aprendizagem de conceitos significa fazer relação com conceitos anteriores. A aprendizagem de fatos/dados é adquirida de uma só vez; a aprendizagem de conceitos é adquirida gradualmente. A aprendizagem de fatos/dados tende a ser esquecida rapidamente caso não haja uma revisão, porém, a aprendizagem de conceitos é realizada mais lenta e gradualmente.

A aprendizagem de procedimentos pelos alunos em função de ações conjuntas para desenvolver sua capacidade de saber-fazer, de saber agir de maneira eficaz é um dos objetivos educativos da escola.

Os conteúdos procedimentais referem-se a uma atuação que deve ter uma seqüência ordenada por expressarem um saber-fazer que envolve tomada de decisões e realização de uma série de ações que tem um objetivo definido.

A inclusão de conteúdos procedimentais justifica-se pelo fato de que as pessoas, ao concluírem a escolarização básica, saibam fazer muitas atividades com o conhecimento construído no decorrer de seu processo de escolarização.

É necessário ressaltar que há um equívoco muito freqüente quando se estabelecem conteúdos procedimentais. Esses conteúdos são confundidos com os procedimentos de ensino utilizados pelo professor ou com atividades de aprendizagem realizadas pelos alunos, as quais podemos chamar de metodologia. Quando falamos em conteúdos procedimentais, não queremos que o aluno desenvolva suas potencialidades de fazer coisas, pois esse conhecimento este que tem valor em si mesmo.

O campo de conhecimentos procedimentais nos dão uma dimensão sobre o saber como, isto é, sobre o saber fazer coisas relativas a essa

realidade física e social. Na literatura sobre os conteúdos procedimentais, Pro Bueno (1995) apresenta uma classificação dividida em três categorias:

- instrumentais: manejo de instrumentos de medida, resolução de exercícios numéricos, normas de segurança, representação simbólica;

- de investigação: técnicas experimentais ou de investigação, emissão ou refutação de hipóteses, elaboração de desenhos de experiências, elaboração de conclusões, comunicação dos resultados;

- de transferência: identificação de conhecimentos em fatos da vida cotidiana, análise e interpretação de fatos da vida cotidiana, uso de modelos.

O aluno não aprende um procedimento por completo num primeiro momento, mas poderá ampliar sua aprendizagem ao longo do tempo. O aprendizado de procedimentos não acontece de forma espontânea, está estritamente vinculado com os demais tipos de conteúdos (conceituais e atitudinais), isto é, não ocorre de forma isolada.

Os conteúdos atitudinais, como os conceituais e procedimentais, devem ser gradativamente incorporados nos currículos escolares como conteúdos educacionais concretos. Desse modo, não há necessidade da formulação de novas disciplinas, pois estes conteúdos farão parte de todas as matérias previstas na grade curricular.

Os conteúdos atitudinais são possivelmente os mais difíceis de serem abordados pelos professores. Em geral, eles estão mais habituados e preparados para ensinar aos seus alunos, por exemplo, as partes de uma célula, as Leis de Newton, o ajuste de equações químicas, do que para ensiná-los regras de comportamento em sala de aula, a cooperação e ajuda entre colegas ou a descobrir o interesse pela ciência como forma de conhecer o mundo que os rodeia (Pozo & Crespo, 1998).

Três categorias podem ser tomadas para classificar os conteúdos atitudinais: os juízos/attitudes, as normas e os valores. Os juízos referem-se a regras ou padrões de conduta. As normas dizem respeito às idéias e crenças.

Os valores orientam as ações e possibilitam o ajuizamento crítico sobre o que se toma como objeto de análise.

O conjunto de conhecimentos abordado até agora (conceituais, procedimentais, atitudinais) forma uma complexidade por envolver tanto a cognição (conhecimentos e crenças) quanto os afetos (sentimentos e preferências) e as condutas (ações manifestadas e declarações de intenções).

Pozo & Crespo (1998) enfatizam que os conteúdos atitudinais requerem um trabalho mais contínuo por possuírem um caráter educativo, particularmente difuso e “vaporoso”. Os resultados obtidos são alcançados em longo prazo, exigindo um trabalho mais contínuo. Segundo os autores, as atitudes podem ser comparadas aos gases, considerando que fica difícil de fragmentá-los, impossibilitando sua seqüenciação. Sendo assim, na organização da programação curricular, deve-se ter indicações claras sobre quais juízos, normas e valores deverão ser enfocados nas diversas atividades didáticas, além de especificar como isso será feito.

É possível ensinarmos atitudes por meio de todas as disciplinas da escolarização básica. Isso dependerá da importância que o professor dispensar para tais conhecimentos atitudinais que podem variar de um tópico para outro. Clement (2004, p. 30) cita algumas dessas atitudes:

- Atitudes diante dos conteúdos das disciplinas;
- Atitudes diante da utilização dos avanços científicos e tecnológicos;
- Atitude diante dos princípios básicos de funcionamento democrático em sala de aula;
- Atitudes intergrupais, preconceitos e discriminação;
- Atitude diante do cuidado e utilização dos materiais de trabalho e observação, o mobiliário.

Existem outras atitudes relacionadas de modo mais específico às diferentes disciplinas das áreas do conhecimento. A aprendizagem destas atitudes acontecerá simultaneamente aos conceitos e procedimentos daquelas áreas, por meio de atividades sistematizadas e planejadas, por exemplo, a valorização da leitura regional brasileira na disciplina de Língua Portuguesa.

Em outras disciplinas, como as relacionadas à ciência da natureza, talvez isso não esteja tão evidente, mas, também nestas, é possível mencionarmos alguns exemplos:

- Atitude diante do conhecimento científico;
- Atitude diante da relação entre a ciência, tecnologia e sociedade;
- Atitude diante da presença de produtos químicos no meio-ambiente;
- Atitude diante do papel de uma alimentação adequada, da higiene, da prevenção e do cuidado pessoal;
- Atitude diante da sexualidade;
- Atitude diante do consumo de drogas;
- Atitude diante da defesa e conservação do meio ambiente.

Com o ensino de atitudes, o processo ensino-aprendizagem se tornará mais produtivo e enriquecedor, ajudando a estabelecer relações mais claras e harmônicas em aula.

Existe uma relação fundamental entre os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, uma vez que nenhum deles pode ser trabalhado em sala de aula de maneira isolada. Devido à importância destes três conteúdos para a aprendizagem significativa dos alunos, é imprescindível que a equipe escolar, ao elaborar os seus currículos, contemple todos os conteúdos, garantindo-lhes, dessa forma, um tratamento mais apropriado.

Embora se entenda que muitos obstáculos devam ser enfrentados para operacionalizar em sala de aula a aprendizagem de conteúdos atitudinais, o processo de aprendizagem torna-se mais produtivo e enriquecedor para o aluno quando o professor contempla na sua programação curricular, conteúdos atitudinais, ajudando o aluno a estabelecer relações mais claras entre conteúdos trabalhados e a manter relações mais harmônicas com os colegas em aula.

Reconhecemos a diversidade de idéias e opiniões que a natureza humana nos impõe e que as atitudes são construídas a partir de posicionamentos em relação a algum objeto, situação ou pessoa. Por isso, é muito provável que ocorra a formação de diferentes atitudes num mesmo

conjunto de alunos. É preciso que estas diferenças sejam consideradas e respeitadas, sabendo-se que não é possível que se obtenha sempre um consenso entre as pessoas quando se trata de atitudes.

Com nossa participação no GTPF, a elaboração e implementação em sala de aula de Módulos Didáticos em turmas do Ensino Médio do CEFET-SVS que contemplem aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais, procuramos avançar no sentido de desenvolver um Ensino de Física bem próximo do cotidiano dos mesmos, já que as características de uma Escola Agrotécnica são diferentes das características das outras escolas por possuírem muitos equipamentos agrícolas e assim incluir nos Módulos Didáticos equipamentos agrícolas que serão objeto de estudo e que serão descritos nos capítulos seguintes.

2 - A CONSTRUÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA

Neste capítulo, descreveremos a construção do projeto de pesquisa, incluindo as justificativas que nos levaram a realizar esta pesquisa em Ensino de Física. Para tal adotaremos como referência os PCN-EM que enfatizam a necessidade que o Ensino de Física tem de contribuir para uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza em constante transformação.

Abordamos algumas idéias sobre educação e cidadania e a articulação com a temática da pesquisa. Apresentamos um breve histórico das Escolas Agrotécnicas Federais, em especial, o Centro Federal de Educação Tecnológica de São Vicente do Sul. Explanamos sobre a organização da educação profissional de nível técnico e a estrutura das Unidades de Ensino e Produção (UEPs) do CEFET-SVS, passando por um breve histórico das Escolas Agrotécnicas Federais e o CEFET-SVS.

Finalmente, apresentamos algumas considerações sobre o Ensino Médio, o Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade e o Ensino de Ciências numa Escola Agrotécnica e chegaremos aos objetivos do presente trabalho e respectivas questões de pesquisa.

2.1. AS JUSTIFICATIVAS DA TEMÁTICA ESCOLHIDA

A qualidade do Ensino Fundamental brasileiro desenvolvido fora dos centros urbanos e especialmente em zonas rurais, com freqüência fica em desvantagem se considerarmos alguns fatores tais como: alunos com dificuldades para se deslocarem de suas casas até as escolas, escolas muito distantes das residências dos alunos, baixo grau de instrução dos pais, a necessidade de mão de obra que obriga adolescentes a trabalharem para obterem um aumento de renda familiar, pouca perspectiva na melhoria de vida no meio rural, baixos salários pagos aos professores, entre outros.

Essa é a situação vivenciada pela grande maioria dos alunos que conclui o Ensino Fundamental e procuram uma Escola Agrotécnica para cursar o Ensino Médio e Técnico Agrícola. Parte considerável é proveniente do meio rural e por esse motivo chegam à escola agrotécnica com muitas deficiências no seu processo de ensino-aprendizagem. Porém, não desconhecemos que as dificuldades no Ensino Fundamental e Médio também ocorrem nas regiões urbanas e periféricas, em algumas escolas os problemas são bem maiores.

Ainda hoje, as disciplinas da área de Ciências Naturais das escolas de Ensino Fundamental trazem um programa definido e pronto para ser desenvolvido. Esta ação tem ficado muito aquém das necessidades e anseios dos alunos. Por isso, como desafio a ser vencido, a escola deve despertar novas relações com o mundo e estabelecer novos paradigmas de interpretação das conquistas humanas e buscar uma formação humana integral, integrada, sólida, criativa e crítica.

A não concordância com a realidade constatada justifica a necessidade de mudanças também na metodologia desenvolvida nas disciplinas da Área de Ciências. Nossa preocupação foi o estudo de uma metodologia que proporcione a participação de todos os alunos para a construção do conhecimento. Promover questionamentos e levantamento de problemas, oportunizando, com isto, uma autonomia de ação.

Através da observação e da análise de situações reais e concretas, deve-se aproveitar as experiências vivenciadas pelos alunos, dentro e fora da escola, possibilitando a construção do conhecimento a partir da realidade do educando.

Em geral, os professores, ao elaborarem seus programas de ensino, preocupam-se muito com a quantidade e a profundidade do conteúdo a ser ensinado, entretanto, a preocupação deveria centrar-se na qualidade dos conteúdos.

Uma das perguntas bastante freqüentes que o professor se faz refere-se ao que é necessário que o aluno aprenda. Essa questão refere-se à identificação e desenvolvimento dos conteúdos conceituais indispensáveis

mais importantes na vida atual, a partir dos quais outros conhecimentos poderão ser obtidos.

A maior parte do tempo de atividade do aluno deverá ser dedicada àquilo que ele realmente precisa saber. Essa fase requer maior atenção e esforço por parte do professor, pois identifica, juntamente com os alunos, o maior número possível de situações-problema, muitas práticas experimentais, exemplificações em bom número e uso adequado de meios auxiliares.

Os conhecimentos adicionais que ainda o aluno pode aprender relacionam-se aos anteriores. São apresentados em nível de maior complexidade, requerendo que o aluno passe a fazer uso dos conhecimentos já construídos, aplicando-os a novas situações, com isto, demonstrando compreensão das ciências.

No Brasil, o ensino de física foi influenciado por projetos vindos de outros países. Apenas para ilustrar, citamos um projeto curricular elaborado pelo *PSSC* (Physical Science Study Committee), chamado Física, publicado em 1960 e traduzido para o Português em 1963, contendo materiais instrucionais inovadores baseado numa filosofia de ensino de física.

Segundo Moreira (2000, p. 95) o paradigma dos projetos não durou muito tempo. É pouco provável que grandes projetos curriculares estejam, atualmente, em pleno uso, em escolas de Ensino Médio. Um dos motivos da fraca aceitação dos projetos foi a falta de uma concepção de aprendizagem. Os mesmos foram muito claros em dizer como se deveria ensinar a Física usando experimentos, demonstrações, projetos, história da Física, mas pouco ou quase nada disseram sobre como se aprenderia esta mesma Física.

Considerando o cenário educacional de uma Escola Técnica, Agrotécnica ou CEFET, há uma interdependência muito significativa entre ensino e aprendizagem e por melhor que sejam os materiais instrucionais, a estrutura física e as condições de estudo de seus alunos, a aprendizagem não é uma conseqüência natural.

As Escolas Técnicas, Agrotécnicas e CEFETs orientam-se por um conjunto de objetivos comuns (Brasil 2000, p.89), os quais transcreveremos abaixo, e que visam atender às necessidades dos alunos e vincular a educação ao mundo do trabalho e à prática social, para obter a consolidação e preparação para o trabalho e para o exercício da cidadania:

1) desenvolver um processo educacional que favoreça de modo permanente a transformação do conhecimento em bens e serviços, em benefício da sociedade;

2) desenvolver uma formação profissional que leve em conta o avanço do conhecimento tecnológico e a incorporação crescente de novos métodos e processos na produção e distribuição de bens e serviços;

3) ministrar cursos de qualificação e requalificação, especialização técnica e outros na área da educação profissional, em nível básico;

4) ministrar ensino técnico, para o exercício pleno de uma profissão dentro do sistema geral de produção, para os diferentes setores da economia;

5) prestar serviços a entidades públicas e privadas na sua área de atuação;

6) realizar pesquisa e extensão tecnológica;

7) colaborar, como centro de referência, com os sistemas estaduais de educação, objetivando a melhoria do ensino médio e técnico.

Este último objetivo destaca que deve haver uma colaboração mútua entre o Sistema Federal de Ensino e o Sistema Estadual para proporcionar uma melhoria do Ensino Médio. Nesse sentido, as escolas situadas numa mesma região devem oportunizar situações para que haja, cada vez mais, a integração promovendo intercâmbio de experiências.

A educação profissional rege-se pelos princípios explicitados na Constituição Federal e na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. A igualdade de condições para o acesso e a permanência na escola, a liberdade

de aprender e ensinar, a valorização dos profissionais da educação e os demais princípios consagrados pelo artigo 3º da LDB devem estar contemplados na formulação e no desenvolvimento dos projetos pedagógicos das escolas e demais instituições de educação profissional. Alguns princípios devem nortear o Planejamento Político Pedagógico dessas escolas:

- A interdependência entre educação e realidades sociais;
- A possibilidade de um crescimento nos níveis de pensamento dos alunos em direção ao debate, ao questionamento, à crítica, à reflexão, à interpretação e à avaliação;
- O desenvolvimento de um trabalho que possibilite uma competência técnica, e ofereça condições ao aluno para assumir posições e lutar por elas;
- O desenvolvimento da capacidade de constatar problemas e propor soluções, possibilitando a cada um transformar-se num agente de mudança social no seu meio.

Inserido no mundo em que vivemos, o aproveitamento sensato da Tecnologia Educacional pode elevar o grau de motivação para os estudos, aumentar o rendimento escolar e refletir-se positivamente na permanência da aprendizagem de um profissional Técnico Agrícola que, cada vez mais, deve buscar eficiência e conhecer bem os equipamentos com que vai trabalhar.

Moreira (2000, p.97) afirma que:

As novas tecnologias terão um papel muito relevante nas mudanças que estão acontecendo e que ainda virão. Descobrir o 'como funciona' de aparelhos tecnológicos, compreender a física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos constitui uma das competências que devem ser alcançadas com os novos Parâmetros Curriculares Nacionais.

Com as constantes mudanças tecnológicas e por conhecer melhor a ciência que está presente no equipamento com que vai trabalhar, o Técnico Agrícola terá condições de decidir por uma escolha mais justa na hora de

adquirir ou sugerir a aquisição deste ou daquele instrumento no contexto de sua ação profissional. O Técnico Agrícola terá condições de verificar quais serão as implicações sociais que este equipamento trará para a sociedade. Possivelmente, também trará à tona discussões sobre os avanços da ciência e da tecnologia, procurando enfatizar seus impactos sociais, ambientais, econômicos e políticos.

Há necessidade de se buscar alternativas de métodos de ensino mais interessantes para os alunos, contrapondo-se ao ensino de física que é tradicionalmente levado a efeito nas escolas de Ensino Médio. Essa posição é ratificada por Kuenzer (2000, p. 140) quando afirma:

[...] a organização desses conteúdos em tópicos estanques, tais como Mecânica, Termologia, Acústica, Óptica, Eletromagnetismo, Física Atômica e Física Subatômica, não dá conta de explicar o ambiente que nos cerca. Para tanto, devemos começar a pensar em romper essa fragmentação. Como exemplo, podemos dizer que, para explicar o funcionamento de uma televisão, teremos de recorrer, no mínimo ao Eletromagnetismo, à Física Atômica e à Óptica. Se pensarmos em termos do desenvolvimento integral do cidadão, além da inter-relação dos conteúdos específicos de Física, temos de acrescentar outros, de outras áreas de conhecimento [...]

Acreditamos que a forma de abordar esses conteúdos e o estabelecimento de relações entre eles e o universo dos que participam da aprendizagem é o maior desafio dos professores. A prática do professor deve configurar-se como uma metodologia de ensino que contextualiza e põe em ação o aprendizado.

Reportando-nos para as reflexões feitas anteriormente a respeito de programas curriculares “fechados e prontos” e comparando com as avaliações de Toscano (apud Santos, 2002, p.4), vejamos como o ensino tradicional de Física é orientado e desenvolvido.

A chamada forma “tradicional de ensino” da Física

[...] é justificada pelo argumento de que... se ajudaria os alunos no exame vestibular. Esta justificativa, entretanto, é duplamente fantasiosa. Por um lado, não se trata de uma opção por um ensino desse tipo, ou seja, uma escolha dentre um conjunto de

alternativas existentes: Por outro lado, caso seja levado em conta o destino da maioria dos alunos que terminam o segundo grau, este argumento se revela, no mínimo, inconsistente.

As estatísticas educacionais brasileiras mostram que poucos alunos dos que concluem o Ensino Médio conseguem ingressar no Ensino Superior através de exames vestibulares. Para esta minoria de alunos, na maior parte dos casos, a “preparação” para enfrentar o vestibular ocorreu de maneira a decorar certas “regras”, “macetes” e fórmulas que facilmente serão esquecidas, pois não tem muita relação com a vivência diária dos alunos.

Particularmente no aspecto “exame vestibular”, na região de Santa Maria (RS), estabeleceu-se na UFSM, a partir de 1998, um Programa de Ingresso ao Ensino Superior (PEIES) como uma das formas alternativas aos tradicionais exames vestibulares. Uma grande e importante região do Estado do RS passou a adotar um programa único, não levando em conta as diferenças regionais, ficando em segundo plano a "autonomia didático-pedagógica responsável" por parte dos professores e da própria unidade escolar.

Este sistema caracteriza-se, basicamente, por realizar um processo seletivo para ingresso na universidade no qual os candidatos efetuam as provas em três etapas distintas, no final de cada ano letivo do Ensino Médio.

A comunidade escolar passou a reforçar a cobrança em relação ao "cumprimento burocrático" de programas pré-estabelecidos em instâncias outras que não a própria unidade escolar. A influência da instituição universitária (UFSM) frente às unidades escolares continua muito forte. São avaliados apenas conteúdos conceituais e ainda sem uma análise mais cuidadosa acerca da relevância destes "assuntos" para a formação dos alunos do Ensino Médio

As escolas da rede Particular, Estadual e Federal que optaram por seguir este sistema, desenvolvem um “programa curricular único” para todas as realidades, desprezando as características específicas de cada comunidade escolar. Este procedimento acarreta alguns entraves, principalmente para os professores que tentam promover a melhoria das práticas pedagógicas

relativas ao Ensino de Física nas escolas de Ensino Médio da Região de Santa Maria.

Quando da implantação do PEIES, em 1998, o CEFET-SVS vem adotando os currículos propostos pela UFSM, porém os professores da Instituição (CEFET-SVS) ao desenvolverem suas atividades didáticas têm autonomia para modificar ou adaptar tais currículos caso julgarem conveniente tal procedimento. Portanto, a região de São Vicente do Sul, considerando tanto o ensino público como o particular, também está sob a influência da UFSM no que se refere ao PEIES e ao vestibular.

No trabalho apresentado no 8º Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Terrazzan (2002) aborda alguns prejuízos desse processo seletivo:

- Estabeleceu-se uma aparente democratização no processo de ingresso à universidade visto que não houve aumento de vagas com a implantação do Programa;
- A comunidade escolar passou a exercer uma “cobrança” dos programas pré-estabelecidos sem que fosse feito um amplo debate sobre validade destes programas;
- É absolutamente notória a falta de preparo do sistema escolar da Educação Básica para discutir critérios a serem utilizados na elaboração de uma programação curricular pretensamente “única e abrangente” para o Ensino Médio de toda uma região geo-educacional do Estado do RS;
- Estabelecem-se apenas conteúdos conceituais a serem avaliados, sem que seja feita uma análise mais apurada a respeito da relevância destes “assuntos” para a formação dos alunos do Ensino Médio;
- As programações curriculares do PEIES passaram a funcionar nas Escolas de Ensino Médio como “camisas-de-força”, verdadeiros “currículos mínimos” que “engessam” as discussões sobre flexibilização e atualização curricular, acompanhadas da

devida adequação às necessidades e exigências de uma formação voltada à autonomia e à cidadania;

- Percebe-se, assim, uma padronização de “programa único para todas as realidades”, em claro desrespeito às diversidades e à prática de uma “autonomia didático-pedagógica responsável” por parte dos professores e da própria unidade escolar.

Diante do quadro atual, relativo ao processo para ingresso a UFSM e dos prejuízos que este sistema (PEIES) traz para os candidatos a uma vaga; Terrazzan (2002, p. 03) aponta que nossa escola de Educação Básica ainda está longe de cumprir, entre outros, o papel de agência co-formadora de seus próprios quadros de professores; pela Resolução do CNE (001/2002 de 18/02/2002) a escola deve ser tomada como um espaço de trabalho e de produção coletivos.

O que se percebe é que o panorama vigente no Brasil, sobre o Ensino de Física na Escola Média tem um caráter imediatista e utilitarista. É atribuída pouca importância ao caráter formativo que o ensino de uma ciência deveria proporcionar ao educando. Portanto, torna-se necessário a busca de alternativas para o ensino tradicional de física, por este não contribuir mais para a formação de um sujeito crítico e consciente.

A proposta apresentada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio (PCN-EM) nos direcionam para que se propicie aos alunos um aprendizado útil à vida e ao trabalho, no qual as informações, o conhecimento, as competências, as habilidades e os valores desenvolvidos sejam instrumentos reais de percepção, satisfação, interpretação, julgamento, atuação, desenvolvimento pessoal ou de aprendizado permanente.

Uma preocupação bastante significativa deve ser quanto ao aspecto da contextualização que serve, dessa forma a esses mesmos propósitos. Devem ser evitados tópicos cujos sentidos só possam ser compreendidos em etapas futuras de escolaridade.

Os PCN-EM enfatizam a questão da relação Ciência-Tecnologia no ensino das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Entretanto, na realidade do processo de ensino, ela se constitui numa barreira a ser vencida tanto para os alunos quanto para os professores.

A relação Ciência-Tecnologia deve incluir a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional, promovendo a articulação de toda uma visão de mundo, de uma compreensão dinâmica do universo.

Os PCN-EM destacam que o Ensino de Física, na escola média, deve contribuir para uma cultura científica efetiva, que permite ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza em transformação. Para tanto, é essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas.

Almejamos a busca de competências que possibilitem a interdependência de ações e aprendizagens futuras e que se concretizam em ações e experiências que envolvam um determinado olhar sobre a realidade.

Nessa perspectiva, o currículo pressupõe uma concepção determinada de construção do conhecimento no contexto escolar feita a partir do encontro de diferentes saberes: saber cotidiano que alunos e professores trazem de suas vivências familiares e sociais, conceitos e leis científicos, elementos estéticos e culturais e reflexões filosóficas.

No nosso entender, os vários artigos da Resolução CNE/98 que resultaram, a partir da definição para o Ensino Médio da LDB/96, apontam para uma revisão e uma atualização na direção correta. Eles são dedicados a orientar o aprendizado para uma maior contextualização e uma formação humana mais ampla, não só técnica, enfatizando uma relação entre teoria e prática mais intensa no próprio processo de aprendizado.

O aprendizado das Ciências, Matemática e suas Tecnologias podem ser vistos de forma a estimular a concreta participação e responsabilidade social dos alunos, discutindo possíveis ações na realidade em que vivem, desde a difusão do conhecimento a ações de controle ambiental ou intervenções de vulto na localidade, de tal maneira que os alunos sintam-se detentores de um saber significativo.

Há um consenso de que o educando não chega à escola isento de uma cultura. Os alunos ao chegarem à escola já trazem alguns conhecimentos, mesmo que superficiais, sobre um determinado assunto e a aprendizagem se dá quando as novas idéias conseguem interagir com as já existentes. Assim, julgamos que uma proposta que traga a realidade vivida pelo aluno para a sala de aula apresenta-se como uma alternativa mais profícua para o Ensino de Física.

Um aluno que ingressa numa Escola Agrotécnica almeja tornar-se Técnico Agrícola. Assim sendo, com grande probabilidade, os conhecimentos de física que terá construído no seu breve percurso de vida estudantil dentro da escola, serão os únicos conhecimentos formalizados nessa área do conhecimento que levará por toda sua vida,

Anualmente, é realizado um sistema de acompanhamento de egressos no CEFET-SVS com a finalidade de atender as diretrizes estabelecidas pelo Sistema Nacional de Educação Profissional, no que diz respeito à construção do perfil do comportamento dos egressos. As informações são obtidas através do preenchimento de um questionário que permite identificar e tabular dados referentes à vida profissional destes Técnicos Agrícolas a fim de identificar as eventuais e necessárias reformulações curriculares.

Embora uma pequena parcela dos alunos egressos de uma Escola Agrotécnica presta concurso vestibular visando o ingresso no curso superior, a porcentagem dos que conseguem aprovação é baixa, sem falarmos na parcela que chega a concluir o curso superior.

As estatísticas mostram que o número de alunos que cursaram o Ensino Técnico Agrícola e que alcançaram aprovação no Ensino Superior é superior à média dos alunos que concluem apenas o Ensino Médio.

O acompanhamento de egressos formados no CEFET-SVS em 1998 aponta que de um total de 105 alunos, 92 responderam os questionários e um ano após suas formaturas 14 profissionais passaram a cursar o Ensino Superior, significando um percentual de 15% (quinze por cento).

Em 1999, os alunos formados somaram 92, sendo que 86 responderam os questionários e um ano após suas formaturas 19 profissionais passaram a cursar o Ensino Superior, significando um percentual de 22% (vinte e dois por cento). Em 2000, os alunos formados somaram 149, destes 136 responderam os questionários e um ano após suas formaturas 19 passaram a cursar o Ensino Superior com um percentual de aproximadamente 15% (quinze por cento).

Os dados analisados nos anos de 1998 a 2000 no CEFET-SVS mostram que há um índice de 16,5% cursando o nível superior, porém constata-se também problemas com o desemprego que atinge 15,5% dos alunos que concluíram o curso Técnico Agrícola; entretanto, verifica-se que o acesso ao nível superior ainda é muito restrito para alunos egressos desta escola.

Acredita-se que uma das causas que limita esse acesso é o fato de que o ingresso no mundo do trabalho é bastante rápido após a formatura, muitas vezes, imediato. Essa realidade impede o técnico de cursar uma faculdade por questões de incompatibilidade de horários, já que a maioria dos cursos em áreas tecnológicas desenvolve-se durante o dia, ou mesmo por questões financeiras, pois a maioria dos jovens provém do meio rural e muitas vezes com poucos recursos.

Diante dessas constatações, defendemos que o Ensino de Física numa Escola Agrotécnica deve estar associado intrinsecamente ao meio em que o técnico agrícola atua, ocorrendo uma construção do conhecimento mais significativa para sua vida cotidiana e profissional.

Caso o Técnico Agrícola venha a aprofundar seus conhecimentos com estudos adicionais na área específica ou mesmo cursar a universidade, haverá maiores chances do aluno estabelecer relações entre os equipamentos agrícolas e o conhecimento científico.

2.2. IDÉIAS SOBRE EDUCAÇÃO E CIDADANIA: ARTICULANDO COM A TEMÁTICA DA PESQUISA

Educar para a cidadania é preparar o indivíduo para participar numa sociedade democrática através da garantia de seus direitos e compromissos com seus deveres, assim, a educação é condição necessária para desabrochar a cidadania, com vistas à formação do sujeito, num contexto de direitos e deveres.

Uma das tarefas essenciais da educação é ajudar a transformar a interdependência real em solidariedade desejada. Trata-se de uma conquista ou construção no decorrer do tempo, através de um constante aperfeiçoamento. Para isso, deve-se preparar cada indivíduo para compreender a si mesmo e ao outro, através de um melhor conhecimento do mundo.

Está claro que a escola pública será para a maioria destes jovens, o espaço por excelência da sua relação com o conhecimento científico em todas as áreas. Portanto, a base de educação geral deverá ter por meta a universalização dos conhecimentos necessários à sua inserção na vida social, política e produtiva, nas condições mais igualitárias possíveis.

O sistema educativo tem por meta preparar cada indivíduo para ter a capacidade de participar, ativamente, num projeto de sociedade. É de fato no dia a dia, na sua atividade profissional, cultural, associativa, de consumidor, que cada membro da coletividade deve assumir as suas responsabilidades em relação aos outros. É preciso preparar cada pessoa para essa participação,

mostrando-lhe os seus direitos e seus deveres, mas também desenvolvendo as suas competências sociais e estimulando tarefas em conjunto na escola.

A preparação para uma participação ativa na vida de cidadão tornou-se para a educação uma missão de carácter geral. Deve-se fazer da escola um modelo de prática democrática que leve os educandos a compreender, a partir de problemas concretos, quais são seus direitos e deveres.

Assim, um conjunto de práticas já experimentadas poderá reforçar esta aprendizagem da democracia na escola: elaboração de regulamentos da comunidade escolar, criação de parlamentos de alunos, jogos de simulação do funcionamento de instituições democráticas.

Numa sociedade condicionada pelo uso da ciência e da tecnologia, é preciso que o cidadão tenha conhecimentos, ainda que superficiais, sobre ciência, tecnologia e suas conseqüências. A falta desses conhecimentos implica numa sociedade dominada por decisões que ficam a cargo dos especialistas ou de governantes.

É importante agir de forma a prever, controlar ou prevenir as conseqüências da tecnologia antes que elas ocorram. Kneller (1980, p. 266) questiona sobre isso quando afirma:

Uma forma sumamente importante de ação é a avaliação da tecnologia, ou a avaliação dos efeitos, benefícios e nocivos, da inovação tecnológica. A avaliação tecnológica implica a formulação de perguntas como estas: De que modo o produto ou processo proposto afetará a saúde, a segurança e a qualidade da vida humana? Que efeitos terão sobre o meio ambiente? Proporcionará mais ou menos empregos? De que modo afetará o movimento populacional? Que equilíbrio pode ser estabelecido entre considerações diferentes e concorrentes?

É dentro deste contexto social-educacional que se insere o processo ensino-aprendizagem e é nele que necessitamos encontrar o significado maior para o nosso ensino. Não podemos visualizar o ensino-aprendizagem em separado, e sim nas conexões que guarda com o processo educacional, em

suas dimensões humana, sócio-cultural, político-econômica e científico-tecnológica.

A transformação social por que passamos exige, da educação e, especialmente, dos educadores, novas posturas fundamentadas numa reflexão freqüente, profunda e contextual da realidade, seguidas de atividades pedagógicas coerentes com o quadro delineado.

Por exemplo, não basta aproveitar as oportunidades à medida que elas surgem. A compreensão da noção de “desenvolvimento humano sustentável” é ainda, na prática, uma noção que continua a ter um sentido muito vago. Diz-se que ela corresponde à necessidade urgente de proteger o meio ambiente, principalmente, mediante a redução do consumo mundial, dos recursos não renováveis. Há necessidade de uma nova perspectiva do desenvolvimento humano sustentável, este deve ser a promessa otimista de uma vida melhor para todos.

O homem deve ter como foco um outro sistema de valores de modo a dar mais importância às riquezas não-materiais e à solidariedade, e, também, sinalizar para uma maior responsabilização da humanidade diante do meio ambiente. O desenvolvimento “sustentável” deve permitir que todos alcancem um nível de vida mais elevado consumindo menos.

Para termos acesso a uma melhor qualidade de vida, devemos melhorar os nossos conhecimentos. Precisamos progredir no campo da ciência e da tecnologia, das ciências sociais e humanas, sem esquecermos de melhorar também o sistema de valores, pois a sabedoria consiste, exatamente, nessa ligação estreita entre conhecimentos e valores.

A escola deve tornar-se um foco do sistema escolar como um ente vivo e dinâmico, em que a educação acontece com efetividade e qualidade, as decisões são partilhadas visando à consecução do seu objetivo primordial: a construção do conhecimento que, sendo significativo, resulta na descoberta de nós mesmos como seres inteligentes e agentes transformadores.

Em todos os tempos, mais acentuadamente hoje pela aceleração das mudanças, as reflexões sobre as concepções educativas se impõem, pois é maior a necessidade de pessoas autônomas, livres, preparadas para pensar e agir com decisão. A busca de um equilíbrio dinâmico com uma sociedade em mutação rápida exige imaginação, criatividade e ações refletidas.

Um dos temas de física bastante relevante numa Escola Agrotécnica e ligado diretamente à área de Ciências, Matemática e suas Tecnologias, é, sem dúvida, a Irrigação e Drenagem. Considerando que as Escolas Agrotécnicas possuem uma estrutura diferente, pois estão organizadas em UEPs (Unidades de Ensino e Produção), possuindo muitos equipamentos agrícolas de hidráulica, propomos, então, o aproveitamento de todas as oportunidades de contato com esses vários equipamentos, quando os alunos estão estudando disciplinas técnicas e associá-los aos conceitos/princípios e leis da física.

O ensino de física através do estudo desses equipamentos propicia situações de aprendizagem nas quais se vinculam assuntos relacionados à Mecânica dos Fluidos, à vida dos alunos enquanto estudantes de uma Escola Agrotécnica numa perspectiva interessante de melhoria da aprendizagem.

Acreditamos que este trabalho oferecerá oportunidades de aproximações entre os professores das disciplinas do Ensino Médio e do Ensino Técnico; além de proporcionar intercâmbio de informações entre docentes e, principalmente, a relação que se oportuniza aos alunos quando professores da área técnica desenvolvem seus componentes curriculares associados aos equipamentos agrícolas.

Outro aspecto que consideramos importante para o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa é o fato de as Escolas Agrotécnicas possuírem, nos Cursos Técnicos Agrícolas, o componente curricular “Irrigação e Drenagem”. Tal fato possibilita o estudo da física utilizando-se de alguns dos equipamentos agrícolas com os quais os alunos estão em contato com frequência.

Este trabalho está articulado em três aspectos principais que servem de base para o problema de pesquisa:

- a) ensinar Física através do estudo de equipamentos agrícolas é bem melhor do que outras formas de ensino, porque os alunos têm contato com os mesmos, podendo assim, associar os conceitos/ princípios e leis a estes equipamentos;
- b) por ser um CEFET, possui uma estrutura diferente de uma escola regular, dispondo de muitos equipamentos que são utilizados por alunos e professores no desenvolvimento de disciplinas da área técnica;
- c) o Ensino da Física tem uma perspectiva de melhoria da aprendizagem, tornando-se mais significativo partindo dos equipamentos que já fazem parte do cotidiano dos alunos quando os mesmos estudam disciplinas do Ensino Técnico.

Como aspecto relevante na escolha da temática proposta, enfatizamos a possibilidade de continuidade deste trabalho com outros assuntos/tópicos e também com outras turmas de alunos do CEFET-SVS.

2.3. A ORGANIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL DE NÍVEL TÉCNICO E A ESTRUTURA DAS UNIDADES DE ENSINO E PRODUÇÃO (UEPs) DE UMA ESCOLA AGROTÉCNICA FEDERAL

O Decreto Federal nº 2208/97, ao regulamentar os artigos 39 a 42 (capítulo III do Título V) e o §2º do artigo 36 da Lei Federal nº 9394/96, configurou três níveis de educação profissional: básico, técnico e tecnológico. E teve como objetivos: formar profissionais, qualificar, reprofissionalizar, especializar, aperfeiçoar e atualizar os trabalhos em seus conhecimentos tecnológicos, visando sua inserção e melhor desempenho no exercício do trabalho.

O nível técnico proporciona aos alunos matriculados ou egressos do ensino médio a habilitação profissional, podendo ser oferecida de forma concomitante ou seqüencial a este. A expedição do diploma de técnico só

poderá ocorrer após o interessado apresentar o certificado de conclusão do Ensino Médio.

Esses cursos técnicos poderão ser organizados em “módulos” e, nesse caso, estes poderão ter caráter de terminalidade para efeito de qualificação profissional, dando direito a esse certificado. Além disso, os “módulos” poderão ser cursados em diferentes instituições credenciadas. Porém, há a exigência de que o prazo entre a conclusão do primeiro e do último “módulo” não exceda cinco anos.

De acordo com esses dispositivos, a educação profissional de nível técnico contempla a habilitação profissional de técnico de nível médio, as qualificações iniciais e intermediárias, e, complementarmente, a especialização, o aperfeiçoamento e a atualização.

A possibilidade de aproveitamento de estudos na educação profissional de nível técnico é ampla. As disciplinas de caráter profissionalizante, cursadas no ensino médio, poderão ser aproveitadas para habilitação profissional até o limite de 25% do total da carga horária mínima do ensino médio, independente de exames específicos, desde que diretamente relacionadas com o perfil profissional de conclusão da respectiva habilitação. Há, ainda, a possibilidade de “certificação de competência” mediante exames, para fins de dispensa de disciplinas ou módulos em cursos de habilitação do ensino técnico.

O aproveitamento de estudos mediante avaliação é encarado pela LDB/96 de maneira bastante ampla, pois o conhecimento adquirido na educação profissional, inclusive no trabalho, poderá ser objeto de avaliação, reconhecimento e certificação para prosseguimento ou conclusão de estudos.

O diploma de uma habilitação profissional de técnico de nível médio, portanto, pode ser obtido por um aluno que conclua o ensino médio e, concomitante ou posteriormente, tenha concluído um curso técnico, com ou sem aproveitamento de estudos.

Isso significa que o aluno, devidamente orientado pelas escolas e pelas entidades especializadas em educação profissional que oferecem ensino técnico de nível médio, poderá organizar seus próprios itinerários de educação profissional.

A aquisição das competências profissionais exigidas pela habilitação profissional definida pela escola e autorizada pelo respectivo sistema de ensino, com a respectiva carga horária mínima por área profissional, acrescida da comprovação de conclusão do ensino médio, possibilita a obtenção do diploma de técnico de nível médio.

O desenvolvimento de cursos técnicos na área profissional da agropecuária compreende atividades de produção animal, vegetal, paisagística e agroindustrial, estruturadas e aplicadas de forma sistemática para atender as necessidades de organização e produção dos diversos segmentos da cadeia produtiva do agronegócio, visando à qualidade e à sustentabilidade econômica, ambiental e social.

No Centro Federal de Educação Tecnológica de São Vicente do Sul, assim como na maioria das Escolas Agrotécnicas Federais, há uma estrutura própria que permite ao aluno vivências em vários setores para desenvolverem as práticas necessárias que o habilitam em uma profissão.

Nessas escolas, as Unidades de Ensino e Produção (UEPs) formam um conjunto, cuja estrutura conta, cada uma, com uma sala ambiente individual e muitos equipamentos para atenderem as exigências de um dado setor agropecuário. São três UEPs destinadas a cursos relacionados à área da agricultura e três UEPs destinadas a cursos relacionados à área da pecuária, destinando-se aos estudos específicos de cada área, possuindo a seguinte divisão:

- 1. Unidade de Ensino e Produção de Zootecnia I:** dividida em três setores.

1.1 Setor de Avicultura: destinado à criação de frangos de corte e postura. Possui vários equipamentos como gaiolas suspensas, comedouros, bebedouros automáticos, campânulas a gás e elétrica para aquecimento;

1.2 Setor de Apicultura: destinado aos trabalhos de extração dos produtos das abelhas com vários equipamentos, como por exemplo, centrífuga manual e elétrica, desoperculadores de favos, mesas metálicas;

1.3 Setor de Piscicultura: dotado de tanques, açudes, redes de despesca, laboratório de piscicultura.

2. Unidade de Ensino e Produção de Zootecnia II: dividida em dois setores.

2.1 Setor de Suinocultura: instalações para maternidade (gaiolas de gestação e parição), instalações para creche (com gaiolas suspensas), instalações para crescimento e terminação;

2.2 Setor de Ovinocultura: possui instalações como galpões, mangueira, breque, banheiro de imersão piolícida e sarnicida, tronco giratório para inseminação artificial, equipamentos para inseminação artificial.

3. Unidade de Ensino e Produção de Zootecnia III: dividida em dois setores.

3.1 Bovinocultura de Leite: instalações apropriadas para ordenha, possuindo uma ordenhadeira mecânica tipo espinha de peixe, tanques de resfriamento com agitador e uma sala de inseminação, conjunto de inseminação artificial, tronco de contenção para bovinos, sala de alimentação e galpão de confinamento,

3.2 Bovinocultura de corte: utiliza uma área de 235 hectares e é composta por mangueiras, breques, tronco de contenção, balança, conjunto para inseminação artificial e banheiro de imersão para combate aos carrapatos.

4. Unidade de Ensino e Produção de Agricultura I: dividida em dois setores.

4.1 Setor de Olericultura: destina-se a produção de legumes e hortaliças em geral. Composta por estufas com estrutura de madeira e metal, com capacidades de uso de 500 m² e 1000 m². Possui, também, caixas d'água com "soluções dosadas" para alimentação das hortaliças utilizando um sistema de irrigação movido por motobombas, além de bancadas e outros acessórios. Dispõe de estufas para produção de mudas e hortaliças dotadas de irrigação por aspersão, dois microtratores com reboques, enxada rotativa, termômetros de "máxima e mínima", higrômetros, entre outros,

4.2 Setor de Jardinocultura: composto por estufas, dotado de canteiros e com sistema de irrigação por gotejamento e aspersão.

5. Unidade de Ensino e Produção de Agricultura II: abrange dois espaços distintos.

5.1 Na sede: desenvolvem-se culturas regionais de inverno e verão. Dotada de dois tratores 65x-275, grades niveladoras com levante hidráulico, grade niveladora de arrasto, distribuidor de calcário, semeadeira de grãos, plantadeira em linha para milho, soja, arroz e abóbora. Possui também três silos graneleiros para armazenamento de grãos com capacidade de 5000 sacos cada um e sistema de secagem de grãos, além de um equipamento medidor impurezas e rendimento de grãos,

5.2 Na fazenda: dispõe de dois tratores, grades niveladoras, plantadeira de precisão em linha, sistema de irrigação por aspersão para 34 hectares e dois graneleiros para transporte de grãos.

6. Unidade de Ensino e Produção de Agricultura III: Unidade constituída de dois ambientes.

6.1 Setor de Silvicultura: destinado à produção de mudas de essência exóticas e nativas. Possui duas estufas com sistema de irrigação por aspersão

e gotejamento, sala para produção de mudas e preparo de embalagens, além de produção de mudas de eucalipto em tubetes em suporte metálico,

6.2 Setor de Fruticultura: possui um sistema de irrigação por gotejamento e aspersão. Dispõe de roçadeiras, pulverizador costal e equipamento de proteção individual.

7. Setores de Apoio:

7.1 Setor de Mecanização: máquinas para ensino-aprendizagem e várias peças desmontadas no laboratório. Ferramentas como chaves de boca, chaves de fenda, compressor de ar para a limpeza das máquinas e macacos hidráulicos, entre outros.

7.2 Setor de Agroindústria: formado por:

- Abatedouro: prédio dotado de câmara de resfriamento, balanças eletrônicas, abatedouro para aves, suínos e bovinos; sendo que cada setor possui seus equipamentos próprios.
- Carnes: prédio dotado de equipamentos como serra de carne, moedor de carne, misturador de massa-carne, câmara fria, mesas, panelas de cozimento e embutideira. Fabricação de salame, lingüiças e embutidos em geral.
- Laticínios: mini-usina com produção de derivados do leite, além de embalagem de leite pasteurizado.
- Outros Setores: possui outros setores como: Frutas e Legumes, Padaria, Agroindústria Pedagógica, Fábrica de ração e beneficiamento de arroz.

Na Educação Profissional não há dissociação entre teoria e prática, pois um aluno de Escola Agrotécnica quando está realizando estudos da área técnica, convive com os ambientes citados acima, dependendo do seu curso técnico. Os ambientes de estudo, nesse caso, localizam-se preferencialmente

nas UEPs, pois é lá que encontram-se os equipamentos de que irá entrar em contato, fazer ensaios, manusear e estudar.

O ensino desenvolvido nesses ambientes contextualiza competências, visando significativamente à ação profissional. Por isso, a prática profissional supõe o desenvolvimento ao longo de todo o curso, de atividades como, pesquisas individuais e em equipe, projetos, estágios, estudo de caso, conhecimento de mercado e das empresas e exercício profissional efetivo.

2.4. UM BREVE HISTÓRICO SOBRE AS ESCOLAS AGROTÉCNICAS FEDERAIS E O CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE SÃO VICENTE DO SUL

As Escolas Agrotécnicas Federais são instituições educacionais autárquicas federais, vinculadas ao Ministério da Educação, com autonomia administrativa, patrimonial, financeira, didática, técnica e disciplinar, caracterizando-se por ministrar o ensino médio e cursos técnicos em nível médio nas áreas de Agropecuária, Agroindústria, Enologia, Zootecnia e Infra-estrutura rural, em regime aberto, de internato e semi-internato, sempre com uma finalidade e um perfil.

Criado pelo Decreto nº 8.319 de 20 de agosto de 1910, o ensino agrícola ficou a cargo do Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio e tinha por finalidade a instrução técnica profissional relativa à agricultura e às indústrias correlatas, compreendendo o ensino agrícola, a medicina veterinária, zootecnia e indústrias rurais.

O ensino agrícola esteve subordinado ao Ministério da Agricultura de 1910 a 1967, quando, através do Decreto nº 60.731 de 19 de dezembro, foi transferido para o então Ministério da Educação e Cultura - MEC e criada a Diretoria do Ensino Agrícola - DEA.

O Decreto nº 72.434 de 09 de julho de 1973 criou a Coordenação Nacional de Ensino Agrícola - COAGRI, para onde passou a administração do

ensino agrícola. Com a extinção desse órgão, em novembro de 1986, criou-se a Secretaria de Ensino de 2º Grau - SESG, a qual ficou subordinado o ensino agrícola de nível médio. Atualmente, essa modalidade de ensino está vinculada à Secretaria de Educação Média e Tecnológica do Ministério da Educação (SEMTEC).

O técnico de nível médio, egresso de uma EAF, é um profissional que, pela formação especializada, está apto ao exercício de atividades intermediárias, isto é, aquelas que se situam entre as específicas do profissional de nível superior e as do operário.

As atribuições desses profissionais em suas respectivas áreas de atuação estão de acordo com a Lei nº 5.524 de 05 de novembro de 1968, e com o Decreto nº 90.922, de 6 de fevereiro de 1985.

As EAFs têm como finalidade primordial ministrar ensino Técnico Agrícola de nível médio na sua forma regular, nas habilitações de Técnico em Agropecuária, Enologia e Economia Doméstica. Para tanto, adotam como metodologia de ensino o sistema Escola-Fazenda, obedecendo ao princípio "aprender a fazer e fazer para aprender", que oportuniza ao aluno vivenciar os problemas de sua futura atividade profissional.

O sistema Escola-Fazenda utiliza dois processos distintos que funcionam integrados: as Unidades Educativas de Produção (UEP) e a Cooperativa-Escola. As Unidades Educativas de Produção proporcionam ao aluno a oportunidade de diversificar sua aprendizagem, através da participação nas diversas etapas dos projetos.

Já a Cooperativa-Escola tem por finalidade educar o jovem dentro dos princípios do cooperativismo, na prática da ajuda mútua em defesa dos interesses dos associados e da comercialização dos produtos oriundos da produção.

Os serviços prestados pelas EAFs aos alunos, além do ensino médio e técnico gratuitos, oferecem ao seu corpo discente os seguintes serviços: Atendimento Médico-Odontológico e de Enfermagem, Atendimento Psicológico,

Atividades Culturais e Esportivas, Bolsas de Trabalho, Orientação Educacional, Refeições, Merendas e Material Escolar aos alunos carentes, Serviço Social, Atividades Extraclasse, Cooperativa-Escolar. Oferecem, também, regimes de Internato, Semi-internato e Externato.

As Escolas Agrotécnicas Federais, também, oferecem às empresas, instituições e à comunidade em geral, os mais diferentes tipos de serviços no campo agropecuário, científico e tecnológico. Prestam consultoria, realizam projetos, dispõem de oficinas e laboratórios para trabalhos práticos, colocam à disposição dependências para eventos, orientam e desenvolvem pesquisas.

A Escola Agrotécnica Federal de São Vicente do Sul (EAF-SVS) hoje Centro Federal de Educação Tecnológica de São Vicente do Sul (CEFET-SVS) foi criada em 17 de novembro de 1954, através de acordo firmado entre a Prefeitura Municipal de General Vargas-RS (hoje Município de São Vicente do Sul) e o governo da união, sob a denominação de Escola de Iniciação Agrícola, cujo Termo de Acordo foi publicado no Diário Oficial da União de 30 de novembro de 1954.

Em 25 de janeiro de 1968, através do Decreto nº 62.178, a Escola foi transferida para a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), com a denominação de Colégio Agrícola.

Em 28 de fevereiro de 1985, pelo decreto nº 91.005, passou a pertencer a Coordenação Nacional de Ensino Agropecuário (COAGRI), sob a denominação de “Escola Agrotécnica Federal de São Vicente do Sul”.

Em 21 de novembro de 1986, foi extinta a COAGRI, através do Decreto nº 93.613, passando a Escola a pertencer para a Secretaria de Ensino de 2º Grau (SESG), órgão diretamente ligado ao Ministério da Educação.

Através do Decreto nº 99.180, foi criada a Secretaria Nacional de Educação Tecnológica (SENETE), hoje com a denominação de Secretaria de Educação Média e Tecnológica (SEMTEC), à qual estão vinculadas todas as escolas da rede. A Lei nº 8.731 de 16 de novembro de 1993 determinou que todas as Escolas Agrotécnicas Federais fossem autarquizadas.

A EAF-SVS dedicou-se, nos últimos quatro anos, no desenvolvimento de um projeto financiado pelo Governo Federal com a finalidade de dotar a Escola de melhores condições de infra-estrutura, de equipamentos e de capacitação de pessoal. Isso forneceu subsídios para que em 13 de dezembro de 2002, a EAF-SVS fosse credenciada como Centro Federal de Educação Tecnológica de São Vicente do Sul (CEFET -SVS).

Hoje, o CEFET-SVS tem sua atuação centrada no ensino profissional nos níveis básico, técnico e tecnológico, além do ensino médio. Tem marcante atuação junto à comunidade regional e continua desenvolvendo estudos e programas de treinamento, através de cursos de qualificação, requalificação, aperfeiçoamento e atualização profissional.

O CEFET-SVS tem como meta preparar os cidadãos para exercerem atividades nos setores primário, secundário e terciário, como agentes de difusão dos conhecimentos educacionais construídos no processo de ensino-aprendizagem, a fim de permitir atuarem dentro da realidade atual, e colaborar para sua transformação. Como parte integrante das metas do CEFET-SVS, o ensino, a pesquisa e cooperação técnica são integrados através de cursos, treinamentos e programas avançados de atualização, capacitação, qualificação e requalificação, que visam à melhoria da qualidade de vida dos cidadãos, em parceria com o Município, o Estado e a Nação.

Para cumprir essas metas, o Centro Federal de Educação Tecnológica de São Vicente do Sul:

- necessita formar profissionais com qualificação compatível a fim de competir no mercado de trabalho;
- busca, sistematicamente, analisar as tendências do mercado, requalificar o corpo docente e formular currículos flexíveis;
- submete-se, periodicamente, a avaliações internas e externas;
- relaciona-se com as empresas produtoras de bens e empregadoras dos egressos;

- incrementa a geração de receitas próprias para atender as necessidades de novas contratações de pessoal e aumento dos gastos de manutenção;
- busca autonomia de gestão para poder funcionar como escola-empresa.

O CEFET-SVS tem como objetivos:

- desenvolver educação profissionalizante nos diversos níveis, básico, técnico e tecnológico, capacitando profissionais para o mundo do trabalho, investindo no fortalecimento da cidadania;
- colaborar com o desenvolvimento agropecuário, agroindustrial e de serviços da região, através de ações articuladas com o setor produtivo e a sociedade em geral;
- incentivar e operacionalizar mecanismos de pesquisa e extensão;
- desenvolver metodologias próprias, visando a efetiva articulação da educação, produção e pesquisa;
- oportunizar outras formas de ensino na forma da legislação vigente;
- zelar pelas legislações e normas vigentes e pelo cumprimento da proposta pedagógica adotada pela Escola;
- assegurar uma gestão administrativa e uma prática pedagógica de qualidade;
- garantir uma avaliação institucional dinâmica e constante com a participação dos diversos segmentos envolvidos.

O CEFET-SVS mantém uma estrutura física adequada, com área construída de 16.800 m², num total de 338 hectares. Essa área é destinada para atividades de agricultura e pecuária nos diversos segmentos, servindo de suporte técnico para o desenvolvimento dos cursos ligados a esta área.

O quadro de funcionários é composto por vinte e oito professores efetivos, nove professores substitutos temporários, cinco professores colaboradores eventuais e setenta e um servidores.

A clientela atendida pelo CEFET-SVS é composta por aproximadamente 850 alunos provenientes de comunidades rural e urbana da região centro-oeste do Estado do Rio Grande do Sul. Os alunos ingressam no CEFET-SVS através de exames seletivos, realizados anualmente, com vagas para o ensino médio, técnico e tecnológico, com oferta do número de vagas variável a cada ano.

O CEFET-SVS dispõe de estrutura física e funcional para internato, atendendo, anualmente, em torno de 280 alunos.

Atualmente, o CEFET-SVS oferece, à comunidade regional, os cursos Técnicos Agrícola, nas Habilitações de Agricultura e Zootecnia, Técnico em Agroindústria, Técnico em Informática e Técnico em Enfermagem. Em agosto de 2003, teve início o curso Superior de Tecnologia em Irrigação e Drenagem. Também são oferecidos cursos básicos de qualificação profissional, de curta duração, em diversas áreas, para clientela em que não é exigida uma escolaridade prévia.

2.5. ENSINO MÉDIO E CONTRIBUIÇÕES DA CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE (CTS) NUMA ESCOLA AGROTÉCNICA

Neste sub-capítulo, abordaremos as finalidades e os objetivos do Ensino Médio e a necessidade que tem a escola de construir, juntamente com a comunidade, seu Projeto-Político-Pedagógico.

Consideradas as especificidades de cada escola, o Projeto-Político-Pedagógico deverá dar condições a todos os alunos, no decorrer de suas vidas a alguns pressupostos essenciais como aprender permanentemente, refletir criticamente, participar do trabalho e da vida coletiva, comportar-se de forma solidária, agir com responsabilidade individual e social.

Comentaremos também sobre a organização da educação baseada nos quatro princípios caracterizados no Relatório Delors (1998). Eles compõem os pilares do conhecimento e são identificados por: Aprender a Ser, Aprender a Fazer, Aprender a Conhecer e Aprender a Viver Juntos.

Analisaremos as implicações tecnológicas que cada cidadão está sujeito, diariamente, com o avanço do desenvolvimento científico e tecnológico, considerando que, a partir do final da década de 60, as idéias e pressuposições, até então favoráveis aos benefícios sociais em função do desenvolvimento tecnológico, começaram a ser questionados em muitos países desenvolvidos, como reação aos reflexos negativos da tecnologia sobre o homem e a natureza.

A realidade vivenciada por alunos de uma Escola Agrotécnica ou Centro Federal de Educação Tecnológica é caracterizada pelo manuseio de muitos equipamentos desde os mais simples até os mais sofisticados, chamados de última geração. Além disso, uma gama enorme de defensivos agrícolas e adubos químicos são igualmente manuseados e estudados pelos alunos. É necessário e urgente, pois, que se amplie o debate e questionamentos na comunidade escolar, a respeito da crescente explosão das novas tecnologias e uso indiscriminado de defensivos agrícolas por agricultores desinformados.

Os conhecimentos construídos em línguas, ciências e cultura geral precisam ser enriquecidos e atualizados de modo a refletir a mundialização crescente dos fenômenos, a necessidade de uma compreensão intercultural e a utilização da ciência a serviço de um desenvolvimento humano sustentável, preocupando-se mais com a qualidade e preparação para a vida, num mundo em rápida transformação, freqüentemente submetido ao império da tecnologia.

2. 5.1. O ENSINO MÉDIO E A ARTICULAÇÃO COM A PESQUISA

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional /96, sessão IV - “Do Ensino Médio” - em seu artigo 35 afirma que o Ensino Médio corresponde à

etapa final da Educação Básica, com duração mínima de três anos e destaca quatro finalidades para o Ensino Médio:

- a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento dos estudos;
- a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;
- o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
- a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.

A lei faz referência à necessidade de um relacionamento entre teoria e prática no ensino de cada componente curricular. Para Carneiro (1998), procura-se a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos para o desenvolvimento da capacidade de usar conhecimentos científicos de todas as áreas para resolver as situações que a prática social e produtiva apresenta ao homem cotidianamente.

O Ensino Médio posiciona-se entre o Ensino Fundamental e o Ensino Superior. Carneiro (1998 p.98) comenta que retorna a denominação de Ensino Médio consagrada na Lei 4024/61 e enfatiza que a Constituição Federal já havia restabelecido esta expressão.

A LDB/96 pretende, desta forma, resgatar-lhe a identidade perdida. Para isso, define claramente as funções do Ensino Médio que são: consolidar conhecimentos anteriormente adquiridos; preparar o cidadão produtivo; implementar a autonomia intelectual e a formação ética, e, ainda, contextualizar os conhecimentos.

Uma das questões mais discutidas atualmente nas escolas refere-se ao “Plano Político-Pedagógico”, uma autonomia conquistada pelas Instituições Escolares a partir da LDB/96.

É preciso, portanto, educar o jovem para participar política e produtivamente do mundo das relações sociais concretas, com comportamento ético e compromisso político, através do desenvolvimento da autonomia intelectual e da autonomia moral.

Para que esse compromisso com os jovens e com a sociedade seja cumprido, o Projeto Político-Pedagógico de cada escola para o Ensino Médio, levando em conta as características regionais, deverá dar condições a todos os alunos, no decorrer de suas vidas, a alguns elementos essenciais como: aprender permanentemente, refletir criticamente, participar do trabalho e da vida coletiva, comportar-se de forma solidária, agir com responsabilidade individual e social, acompanhar e interferir na dinamicidade das mudanças sociais, enfrentar problemas novos construindo soluções originais com agilidade e rapidez.

A definição do Plano Político Pedagógico de cada escola vai tornar mais claros os interesses de cada instituição, incluídas aqui questões de ingresso ao Ensino Superior, questões sobre avaliação e sobre as funções de cada sujeito: - pais, professores, alunos, escola, direção – e, também, sobre as questões curriculares objeto de variadas e intensas discussões no meio acadêmico nos dias atuais.

O Ensino Médio, no início deste novo século, deve superar a concepção conteudista que o tem caracterizado, em face de sua versão predominantemente propedêutica, para promover mediações significativas entre os jovens e o conhecimento científico, articulando saberes tácitos, experiências e atitudes. A escola média deve ser capaz de, articulando ciência, trabalho e cultura, exercer a sua função universalizadora, através de um Projeto Político-Pedagógico que permita o enfrentamento dessas limitações.

A denominação “Ensino Médio” já havia sido reestabelecida pela Constituição Federal. No ano de 1995, a nova LDB estava sendo elaborada e

também não tínhamos algumas decorrências da atual política do Ministério da Educação (ME), como os PCNs e as DCNs, o SAEB e o ENEM.

Ao comentar a Seção IV - “Do Ensino Médio”, Carneiro (1998, p. 98) enfatiza que a nomenclatura reflete a posição tópica deste Nível de Ensino: posiciona-se entre o Ensino Fundamental e o Ensino Superior. Ao restabelecer o nome, a LDB não pretende restabelecer a compreensão, haja vista que já o define como “etapa final de educação básica”.

Carneiro (1998, p. 98) argumenta que houve uma falta de moldura finalística para o Ensino Médio. E essa falta

...retirou-lhe a substância educativa enquanto processo de aprendizagem. Prevaleceu – e esta herança vai continuar certamente por um bom tempo – a idéia de ciclo preparatório de estudos para ingresso na universidade. Não seria, portanto, exagero afirmar-se que o ex-Ensino de 2º grau tornou-se refém do vestibular. Com a planetarização da economia e o reordenamento dos esquemas de trabalho, vai-se alastrando o fantasma do desemprego, com repercussões diretas sobre o processo formativo do jovem. Neste cenário, o diploma universitário vai passando a ter um valor relativo e, em conseqüência, o ensino médio poderá recuperar sua identidade pela redescoberta da importância da educação básica.

Levando em conta essas considerações, verifica-se que a elaboração do currículo não pode se estabelecer por consenso, mas sim através de discussões e negociações que busquem soluções às contradições e aos conflitos, no sentido de definir quais são as prioridades para a comunidade escolar como um todo (Chaves, 2002 p. 21).

Os professores que vivem o cotidiano escolar percebem que os velhos paradigmas educacionais, com seus currículos estritamente disciplinares, se mostram cada vez menos adequados, com reflexos no aprendizado e no próprio convívio. Um ensino descontextualizado resulta em desinteresse e baixo desempenho.

É preciso identificar pontos de partida e obstáculos, pois estes facilitam o desenvolvimento de estratégias e a mobilização de recursos para empreender a construção da nova escola de Nível Médio.

No segundo semestre de 1995, o Ministério da Educação e do Desporto, através da Secretaria de Educação Média e Tecnológica, sugeriu a elaboração de uma Proposta de Reformulação Curricular para todas as Escolas Agrotécnicas Federais. Essa reestruturação, para a disciplina de Física, foi organizada e elaborada pelo “Grupo de Trabalho” regulado pela Portaria 220 de 24 de novembro de 1995, em sua nona versão, o qual listava os conteúdos das aulas das Disciplinas de Física I e Física II, estipulando, para cada uma dessas disciplinas, 60 horas-aula.

As discussões que ocorriam nesses “Grupos de Trabalho” buscavam estabelecer um consenso dos tópicos básicos do currículo referentes à Disciplina de Física, mas não abordavam questões relacionadas a características regionais de cada Escola e interesses particulares da comunidade escolar. Desta forma, não permitia proporcionar uma maior autonomia didático-pedagógica dos professores. Essas ações tiveram como resultado a elaboração de um Programa Básico que todas as Escolas Agrotécnicas Federais pudessem seguir, visando a uma padronização didática de todas as disciplinas ministradas.

Com a regulamentação do § 2º do artigo 36 e os artigos 39 a 42 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 através do decreto nº 2208, de 17 de abril de 1997, desvinculando o Ensino Médio do Ensino Técnico, o número de horas-aula das disciplinas da área de “Matemática, Ciências e suas Tecnologias” das Escolas Agrotécnicas Federais, em média, se equiparou às Escolas da Rede particular e Estadual. Mais tarde, e sob a influência da UFSM, com a implantação, em 1998, inicialmente em caráter experimental, do Programa de Ingresso ao Ensino Superior (PEIES), muitas escolas passaram a implementar o Programa Único da UFSM. Este Programa relaciona conteúdos programáticos a serem desenvolvidos no decorrer dos três anos letivos do Ensino Médio, conforme podem ser vistos e analisados no Anexo III (página 185).

Esse Programa passou a ser divulgado com bastante ênfase em toda a região Geo-Educacional da UFSM. As escolas que aderiram a esse Programa poderiam inscrever-se junto a UFSM e passariam a receber um

acompanhamento específico quanto ao desempenho de seus alunos nas provas realizadas anualmente ao longo de seus três anos de estudo no Ensino Médio.

Um dos entraves que surgiu com a implantação do PEIES, foi o “engessamento” do Programa. Um mesmo Programa Curricular para todas as escolas que optaram por fazerem parte desta modalidade de ingresso ao ensino superior. O Currículo Básico do PEIES, na maioria das vezes, são cópias de índices de livros didáticos, como ocorre na maioria das Escolas de Santa Maria e Região, sendo que na maioria das vezes sequer é colocado em apreciação ou discussão pelos professores responsáveis pela disciplina e pelas escolas.

Diante dessa situação observa-se entre os professores que muitos conteúdos importantes e que poderiam ser de maior interesse por parte dos alunos deixam de ser trabalhados em sala de aula, explicitamente por falta de tempo e planejamento dos professores.

Os professores, os pais, os alunos e comunidade em conjunto, precisam mobilizar-se no sentido de discutirem amplamente sobre a composição de um currículo escolar que atenda efetivamente aos anseios de todos.

Destaca-se, portanto, a importância e a necessidade de que cada instituição escolar defina com clareza e como prioridade: qual será seu Plano Político Pedagógico; a que e a quem a escola deve servir; que direções devem ser tomadas para a implementação de uma educação que preconize a formação para a cidadania; quais são essas prioridades com relação ao processo ensino-aprendizagem. Essas são questões que merecem atenção na elaboração desse novo plano, para que possam ser formuladas às prioridades que atendam as necessidades básicas para o ensino e o aprendizado dos conteúdos.

Para Delizoicov e Angotti (1994, p. 23), quando levamos em conta os objetivos gerais do Ensino Médio, devemos buscar, continuamente, em nossa prática profissional situações de equilíbrio, de modo a garantir a extensão que facilita a apreensão do conhecimento, desde que este não seja superficializado

ou mesmo banalizado. Por isso, deve ter um mínimo de profundidade e não devemos centrar o ensino em um ou outro tópico do conhecimento, pois isso não garante a apreensão do conhecimento estruturado.

O relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre a Educação para o século XXI (Delors, 1998) apregoa que o desenvolvimento educacional deve ter por objetivo o aprimoramento integral das pessoas e que o homem é um ser incompleto e não pode realizar-se senão ao preço de uma aprendizagem constante. Essa aprendizagem não deve ser apenas na economia, na sociologia, mas também na evidência trazida pela investigação psicológica.

O principal objetivo da educação é o constante desenvolvimento humano e o aperfeiçoamento das pessoas numa dimensão ética e solidária, por isso a educação deve ter lugar em todas as etapas da vida e na multiplicidade das situações e das circunstâncias da existência.

A educação deve ser organizada com base em quatro princípios (pilares do conhecimento) que são, respectivamente: Aprender a Conhecer, Aprender a Viver Juntos, Aprender a Fazer e Aprender a Ser. Na prática, eles interagem e são independentes e se fundamentam numa concepção de totalidade dialética do sujeito. Os pilares do conhecimento foram caracterizados pelo Relatório Delors (1998) da seguinte forma:

- Aprender a Conhecer: tem por objetivo o domínio dos instrumentos do conhecimento. O conhecimento é múltiplo e evolui muito rapidamente, por isso torna-se cada vez mais inútil tentar conhecer tudo. Um espírito verdadeiramente formado tem necessidade de uma cultura geral vasta e da possibilidade de trabalhar em profundidade determinado número de assuntos. Deve-se, do princípio ao fim do ensino, cultivar simultaneamente essas duas tendências;
- Aprender a Fazer: tanto aprender a conhecer e aprender a fazer são indissociáveis. O aprender a fazer está mais ligado à educação profissional, pois o avanço tecnológico está modificando as qualificações. Devido às transformações que se operam no mundo do trabalho, o aprender a fazer

não pode continuar a ter o mesmo significado de preparar uma pessoa para uma tarefa específica;

- Aprender a Viver Juntos: é considerado um dos maiores desafios da educação do século XXI. Será possível conceber uma educação capaz de evitar os conflitos, ou de os resolver de maneira pacífica, desenvolvendo o conhecimento dos outros, das suas culturas, da sua espiritualidade? O clima de grande competição que se apoderou dos países agrava a tensão entre os mais favorecidos e os pobres. Para tentar abrandar o risco, a educação deve utilizar duas vias complementares - a descoberta progressiva do outro e o seu reconhecimento e a participação em projetos comuns;
- Aprender a Ser: todo o ser deve ser preparado para a autonomia intelectual e para uma visão crítica da vida, de modo a poder formar seus próprios juízos de valor, desenvolver a capacidade de discernimento e ação em diferentes circunstâncias da vida. É necessário que essa concepção de educação seja trabalhada por todos, pela escola, pela família e pela sociedade civil e que juntos se disponham a explorar e descobrir as ricas potencialidades que se escondem em todas as pessoas.

Essas recomendações estão diretamente relacionadas aos conteúdos que deverão fazer parte da programação curricular de cada escola e mostram claramente que as indicativas e objetivos educacionais vão muito além dos conhecimentos do campo conceitual. Assim sendo, é importante termos clareza sobre sua relevância social e sua contribuição para o desenvolvimento intelectual do aluno, ou seja, para a formação de cidadãos.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCN/EM (BRASIL, 1999) assinalam que os objetivos do Ensino Médio, em cada área do conhecimento, devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e uma visão de mundo.

Quando analisamos com maior atenção as três áreas do conhecimento, especificamente a área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, notamos que há uma sinalização clara de que se deve levar em consideração as tecnologias intrínsecas a cada uma das disciplinas. É necessário, pois, que o educando adquira competências e habilidades que sirvam para o exercício de intervenções e julgamentos práticos.

Isto significa, por exemplo, o entendimento de equipamentos e de procedimentos técnicos, a obtenção e análise de informações, a avaliação de riscos e benefícios em processos tecnológicos, de um significado amplo para a cidadania e também para a vida profissional.

Os PCN/EM (BRASIL, 1999 p.17) também salientam que com essa compreensão, o aprendizado deve contribuir para uma cultura mais ampla, desenvolvendo meios para a interpretação de fatos naturais, a compreensão de procedimentos e equipamentos do cotidiano social e profissional, assim como para a articulação de uma visão do mundo natural e social.

O encaminhamento de um aprendizado assim idealizado vai depender de um conjunto de práticas, bem como de novas diretrizes estabelecidas no âmbito escolar, ou seja, de uma compreensão amplamente partilhada do sentido do processo educativo. Metas devem ser traçadas coletivamente em direção a um aprendizado de alunos e professores associados ao seu contínuo aperfeiçoamento, num espaço de diálogo propiciado pela escola e promovido pelo sistema escolar e com a participação da comunidade.

Segundo Terrazzan (1994, p.2), é preciso preparar o terreno e esboçar alguns elementos para a redefinição do ensino, especificamente da física escolar, ainda que repercutindo no sentido geral do aprendizado. Uma vantagem desse repensar educacional é de, precisamente por discutir os conteúdos mesmos de uma disciplina, questionar o sentido (ou a falta deste) daquilo que a escola tem pretendido fazer. Talvez, por tais vias sejamos mais eficazes na redefinição e no redimensionamento do ensino de física em nível médio, do que por meio do simples “aperfeiçoamento” do tratamento dos velhos conteúdos, da velha propedêutica.

2.5.2. MOVIMENTO CTS (CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE) E O ENSINO DE CIÊNCIAS NUMA ESCOLA AGROTÉCNICA

Um dos principais papéis reservados à educação consiste, antes de qualquer coisa, em dotar a humanidade da capacidade de dominar o seu próprio desenvolvimento. A educação deve fazer com que cada um tome o seu destino nas mãos e contribua para o progresso da sociedade em que vive, baseando o desenvolvimento na participação responsável dos indivíduos e das comunidades.

A vida diária de cada pessoa está constantemente sentindo as influências da tecnologia, quer no trabalho, quer nas horas de descanso ou nas horas de lazer. Diversos estudiosos nesse campo têm se preocupado em identificar quais são essas influências e suas conseqüências, como podemos observar a seguir:

- ✓ a tecnologia possibilitou um aumento da expectativa de vida, a um mundo interligado/globalizado, e ao acesso a informação de forma veloz;
- ✓ culturalmente, nos foi passada a imagem de que a tecnologia está diretamente associada à civilização e ao progresso, induzindo-nos à adoção de novos padrões sociais;
- ✓ a tecnologia é usada para sobrepujar a natureza, submetendo-a à constantes agressões e utilizações indevidas. Essa constatação é reforçada por Winner (1987, p. 103), quando diz que “recursos não renováveis requeridos por gerações futuras são extraídos e rapidamente consumidos confiando em que, de alguma maneira, ‘o mercado’ produzirá um fornecimento inesgotável”;
- ✓ a automatização industrial alterou o perfil profissional. Isso exigiu dos trabalhadores a busca por uma atualização constante, gerou a

diminuição do emprego estrutural e contribuiu para a migração ao mercado informal;

- ✓ o não acesso às tecnologias, por parte de toda a população acentua a exclusão social, conseqüentemente, aumenta a desigualdade social. A modernidade é para poucos e há falta de educação, saneamento, habitação, saúde e lazer para muitos;
- ✓ a influência dos meios de comunicação na conformação pela introdução de novas tecnologias e na aceitação natural, conformismo levando os seres a pensar que não há outras possibilidades a não ser observar o desenrolar deste processo inevitável.

Tudo isso reforça o que Winner (1987, p. 25) traz nesta citação:

Os hábitos, as próprias percepções, os conceitos, as idéias de espaço e tempo, as relações sociais e os limites morais e políticos, individuais, foram poderosamente reestruturados no decorrer do desenvolvimento tecnológico moderno. (...) Se produziram grandes transformações na estrutura de nosso mundo comum sem levar em conta o que implicavam estas alterações.

Se cada cidadão está diariamente sofrendo a influência da ciência e da tecnologia, um aluno que procura uma escola técnica ou agrotécnica estará, no decurso do período estudantil, em contato com equipamentos que o mercado coloca a sua disposição. Por isso torna-se necessária a realização de uma análise das implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico.

Os conhecimentos construídos em línguas, ciências e cultura geral devem ser enriquecidos e atualizados de modo a refletir a mundialização crescente dos fenômenos, a necessidade de uma compreensão intercultural e a utilização da ciência a serviço de um desenvolvimento humano sustentável. O direcionamento atual é incompatível com a sustentabilidade, por isso é preciso preocupar-se mais com a qualidade e preparação para a vida num mundo em rápida transformação, freqüentemente submetido ao império da tecnologia.

No CEFET-SVS, os alunos têm contato com vários tipos de equipamentos agrícolas, mas poucos debates e discussões são realizados a

respeito dos problemas sociais que surgem com o uso destes equipamentos agrícolas. É preciso fazer com que os alunos reflitam e entendam com clareza o que está acontecendo e quais são suas implicações para o meio ambiente e para o homem. Que soluções precisamos buscar a fim de atender a maioria da sociedade. Sabe-se que o direcionamento atual é incompatível com o desenvolvimento humano sustentável, contudo Souza Cruz (2001), citada nos trabalhos de Auler (2002 p.89), afirma que:

[...], não é trivial julgar se algo é benéfico ou maléfico, pois tais julgamentos são determinados por perspectivas e valores de caráter pessoal e social. O que uma pessoa considera positivo pode ser encarado como negativo por outras da mesma sociedade. Em outras ocasiões, o que uma sociedade julga ser benéfico para seus propósitos pode ser considerado destrutivo por outra sociedade.

Para exemplificarmos, citamos o caso de um avião que efetua a pulverização de um determinado defensivo agrícola sobre uma grande lavoura. Para esse produtor o avião é bom, resolve seu problema rapidamente, mas para os peixes do rio próximo à lavoura ou para as pessoas que consomem os peixes, é mau. Assim, poderíamos citar vários outros exemplos do uso de equipamentos que ocorrem no meio rural, como na mecanização agrícola e na irrigação das lavouras.

Considera-se que as tecnologias são simples ferramentas ou artefatos construídos para uma diversidade de tarefas. Não existe uma diferença substancial entre os utensílios de pedra da antiguidade e os modernos artefatos tecnológicos. Olhando ao nosso redor, não é difícil reconhecer a importância que a tecnologia tem hoje em todos os âmbitos de nossa sociedade. São duas as imagens da tecnologia segundo Luján Lopéz (1996 p. 130).

A primeira refere-se à concepção de tecnologia como ciência aplicada, isto é, a tecnologia é um conhecimento prático que se deriva diretamente da ciência, do conhecimento teórico. As teorias se consideram fundamentalmente conjuntos de enunciados que tratam de explicar o mundo natural, são objetivas, racionais e livres de qualquer valor externo da própria ciência, isto é, são neutras.

A segunda refere-se à concepção de tecnologia instrumentalista, isto é, considera que as tecnologias são simples ferramentas ou artefatos construídos para uma diversidade de tarefas. Certamente, a tecnologia moderna tem uma estrutura mais complexa, por isso não supõe uma mudança fundamental.

Para Luján Lopes (1996), a visão reducionista da tecnologia (as duas imagens anteriormente citadas), impede sua análise crítica e ignora as intenções e interesses sociais, econômicos e políticos daqueles que desenvolvem, financiam e controlam a tecnologia.

Segundo Auler (2002, p. 88), o aparato ou produto tecnológico incorpora, materializa interesses, desejos de sociedades ou de grupos sociais hegemônicos, sendo que a tecnologia já “veicula estruturas de sociedade”. A prática científico-tecnológica é intencional, orientada por projetos humanos, ou seja, relativa a objetivos e contextos.

Há uma compreensão, normalmente não discutida, segundo a qual os aparatos, máquinas ou instrumentos, produtos da atividade científica e tecnológica, não são maus nem bons, nem positivos e nem negativos em si mesmos. A tecnologia é vista como uma ferramenta neutra que pode ser tanto utilizada para o bem quanto para o mal. Esta constitui-se numa afirmação típica que traz, em seu bojo, a idéia de neutralidade da tecnologia. Ou seja, ela pode ser utilizada em qualquer contexto, justificando-se, por exemplo, a transferência tecnológica de um contexto para outro, sem problemas. O problema está no bom ou mau uso. Ela é alcançável/disponível para todos. (Auler, 2002)

Pacey (1986), citado no livro *Ciencia, Tecnología y Sociedad*, de Luján López (1996, p. 136), afirma que há duas definições de tecnologia, uma restrita e outra geral. Na primeira, só se faz referência ao aspecto técnico (conhecimento, destreza e técnica, ferramentas, máquinas ou recursos); a segunda incorpora além dos aspectos da primeira, os aspectos organizativos (atividade econômica e industrial, atividade profissional, usuários e consumidores) e os aspectos culturais (objetivos, valores e códigos éticos, códigos de comportamento). Arnold Pacey propõe que o fenômeno tecnológico seja estudado, analisado, valorizado e gerenciado em seu conjunto, isto é, como uma prática social, deixando explícitos os valores culturais a ela subjacentes.

No final da década de 60 e início de 70, as idéias e pressuposições, até então favoráveis aos benefícios sociais em função do desenvolvimento tecnológico, começaram a ser questionadas em muitos países desenvolvidos como reação aos reflexos negativos da tecnologia sobre o homem e a natureza.

No Brasil, estamos começando a nos questionar acerca disso tudo, e a refletir sobre algumas questões mais emergentes, que vem sendo discutidas em nível mundial.

- ✓ Como estamos vivendo hoje?
- ✓ E como nós e as futuras gerações pretendem viver?
- ✓ O imenso poder científico e técnico, produzirá um mundo genuinamente superior ao que tínhamos antes ou permaneceremos inertes diante de uma acumulação de renovações desordenadas e inconseqüentes que destroem mais que melhoram?
- ✓ Por que a ciência e a tecnologia não têm tido sucesso em solucionar o problema mais humano de todos: a qualidade de vida?
- ✓ Como nosso país está questionando e tratando os impactos oriundos da tecnologia na sociedade?

Todos estes questionamentos devem aflorar nas discussões em sala de aula e o professor deve proporcionar momentos de reflexão com os alunos, a fim de que o futuro técnico agrícola possa repensar mais seriamente sobre que benefícios ou prejuízos que o avanço tecnológico está trazendo.

Santos e Mortimer (2000, p. 133) relatam que esse avanço tecnológico resultou em uma verdadeira fé no homem, na ciência, na razão, enfim, uma fé no progresso, e que as sociedades modernas passaram a confiar na ciência e na tecnologia como se confia em uma divindade.

Auler (2002, p. 31), ao realizar revisão bibliográfica sobre o movimento CTS, constatou que no campo educacional:

[...] não há uma compreensão e um discurso consensual quanto aos objetivos, conteúdos, abrangência e modalidades de implementação desse movimento. O enfoque CTS abarca desde a idéia de contemplar interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade apenas como fator de motivação no ensino de ciências, até aquelas que postulam, como fator essencial desse enfoque, a compreensão dessas interações, a qual, levada ao extremo em alguns projetos, faz com que o conhecimento científico desempenhe um papel secundário [...].

Foi realizado por Auler (2002, p.33) um estudo no sentido de agrupar em categorias as propostas de ensino, que vêm sendo denominadas de CTS, e centram-se nas inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Os agrupamentos, em categorias, foram feitos em função de duas variáveis: “proporção entre o conteúdo de CTS” e “conteúdo puro de ciências”. Essas categorias estão organizadas de modo crescente de “conteúdos CTS” em relação à presença de “conteúdos puros” de ciências. Tais categorias de ensino de CTS são as seguintes: 1-Conteúdo de CTS como elemento de motivação, 2-Incorporação eventual do conteúdo de CTS ao conteúdo programático, 3-Incorporação sistemática do conteúdo de CTS ao conteúdo programático, 4-Disciplina científica (Química, Física e Biologia) por meio de conteúdos de CTS, 5-Ciências por meio de conteúdo de CTS, 6-Ciências com conteúdo de CTS, 7-Incorporação das Ciências ao conteúdo de CTS, 8-Conteúdos de CTS.

Foi basicamente na década de 1970 que, após uma certa euforia inicial com os resultados do avanço científico e tecnológico, com a degradação ambiental, além do seu desenvolvimento ligado à guerra, estes fatores fizeram com que Ciência e Tecnologia (CT) se tornassem um assunto no qual se pudesse analisar os fatos com maior atenção e criticidade.

Naquela mesma época, os movimentos sociais, como ecologistas, pacifistas e contra-culturais, passaram a questionar enfaticamente a gestão tecnocrática de assuntos sociais, políticos e econômicos, denunciando as conseqüências negativas da ciência e tecnologia sobre a sociedade. Este movimento CTS requer um redirecionamento tecnológico, contrapondo-se à idéia de que mais ciência e tecnologia irão, com segurança, minimizar e até resolver problemas sociais, ambientais e econômicos.

Observa-se que o ensino de Ciências tem mostrado uma imagem distante e desconectada da realidade dos alunos, dos problemas sociais e de sua interação com a tecnologia.

Em virtude disso, não raras vezes, observa-se que os alunos apresentam uma imagem distorcida dos fatos, principalmente daqueles relacionados ao conhecimento científico.

Diante do exposto, pretende-se que os alunos aprendam a pensar e a desenvolver um espírito crítico, envolvam-se na tomada de decisões sociais relacionadas com ciência e tecnologia, levando-os a concluir que o homem tem potencial para modificar o planeta Terra de modo a satisfazer as suas próprias necessidades.

A construção de um currículo de Ciências deve ser alicerçada a partir da realidade em que o aluno vive, a fim de atender as necessidades de uma sociedade que mudou e está constantemente em mutação. Desta forma, buscam-se critérios para a seleção de conteúdos ou temas que devem abarcar os interesses, motivações, e as necessidades dos alunos como futuros cidadãos.

Existe a necessidade de compreender, a partir dos conceitos e teorias da ciência, o mundo físico e tecnológico que nos rodeia, seu corpo e o planeta que habitam. Assim, Cunha (1999 p. 16) se expressa:

Um currículo que atenda as necessidades de uma nova sociedade deve levar em conta um princípio básico, ou seja, deve refletir as relações entre ciência, tecnologia e a sociedade. Esta análise não poderá ser isolada dos fatores sociais, éticos e de valores, pois estes fazem parte do indivíduo, de suas relações e por eles são afetados.

O domínio CTS pretende valorizar contextos reais dos alunos, em que a aprendizagem dos conceitos e dos processos decorre de situações-problema cuja solução se pretende atingir. Nesse sentido, a aprendizagem dos conceitos surge como uma necessidade para a qual são desenvolvidas criatividade e atitudes de interesse e, portanto, de motivação para com a aprendizagem das ciências.

A grande tarefa com que se defrontam hoje os professores de ciências é educar para a cidadania sem restringir a escola ao papel do indivíduo maleável e manipulável.

Uma maior aproximação entre o ensino de ciências e o contexto vivencial do aluno poderá superar alguns dos problemas enfrentados por este ensino, baseado principalmente na memorização de conceitos, princípios e leis que muito pouco tem contribuído para a formação completa do cidadão.

Desde a década de sessenta, os currículos de ensino de ciências com ênfase em Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) vêm sendo desenvolvidos no mundo inteiro, mas de forma localizada. Tais currículos têm como objetivo proporcionar aos alunos condições para o exercício da cidadania e caracterizam-se por uma abordagem de conteúdos científicos no seu contexto social.

Os trabalhos curriculares em CTS surgiram da necessidade de formar o cidadão em Ciência e Tecnologia, o que não vinha sendo alcançado de forma satisfatória pelo ensino convencional de ciências. Tais currículos foram desenvolvidos em países industrializados como na Europa, nos Estados Unidos, no Canadá e na Austrália, em que havia necessidades urgentes quanto à educação científica e tecnológica.

No Brasil, esse movimento apresenta-se na forma de algumas iniciativas isoladas de alguns pesquisadores na área de educação em ensino de ciências.

Dentre os materiais didáticos e projetos curriculares brasileiros, podemos citar: a proposta de Ensino de Física: GREF (1990, 1991 e 1993), o projeto Unidades Modulares de Química (Ambroji et al., 1987), as propostas pedagógicas de Lutfi (1988 e 1992), a coleção de livros do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química da USP-GEPEQ, (1993, 1995, 1998), e a proposta curricular de Química para o Ensino Médio do Estado de Minas Gerais (Mortimer, Machado e Romanelli, 1998).

Uma análise foi realizada por Iglésia (1995), citada por CUNHA (1999, p.18), sobre as avaliações feitas no momento da implementação das referidas

iniciativas. A síntese das vantagens e dos problemas encontrados em relação ao uso do enfoque CTS, são:

Vantagens:

- ✓ uma melhor compreensão das relações entre Ciência-Sociedade e Ciência-Tecnologia;
- ✓ melhora das atitudes frente aos cursos de Ciências e frente à aprendizagem dos conteúdos de CTS.

Problemas:

- ✓ a formação inicial do professor ocorre numa perspectiva disciplinar, enquanto que o enfoque CTS requer uma perspectiva interdisciplinar;
- ✓ as concepções prévias dos professores e alunos sobre Ciência;
- ✓ falta de resultados claros e positivos em relação ao uso do enfoque CTS;
- ✓ exames de seleção não contemplam esses conhecimentos;
- ✓ menos tempo para trabalhar conteúdos tradicionais;

Nas análises realizadas sobre projetos CTS Camaño (1995), Solbes e Vilches (1995), citados por CUNHA (1999, p. 19), destacam alguns objetivos que balizam o movimento CTS em nível mundial:

- ✓ abordar as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da tecnologia;
- ✓ adquirir uma compreensão da Natureza, da Ciência e do trabalho científico;
- ✓ contribuir para que o ensino de Ciências se transforme num elemento fundamental de nossa cultura, não apenas para capacitação profissional, mas também para participação ativa nos assuntos sociais;
- ✓ comprometer os estudantes na solução de graves problemas que hipotecam o futuro da humanidade;

- ✓ aprofundar a problemática associada à construção do conhecimento científico que permitirá compreender melhor o papel da ciência e da tecnologia;
- ✓ mostrar uma imagem mais contextualizada socialmente do conhecimento científico, o que ajudará a identificar problemas da vida real, formular soluções ou tomar decisões frente aos seus problemas colocados;
- ✓ promover o interesse dos estudantes em relacionar as ciências com as suas aplicações tecnológicas e com os fenômenos da vida cotidiana, abordando o estudo daqueles eixos e aplicações científicas que têm maior relevância social.

O contexto atual é bastante favorável para a elaboração de projetos nacionais de ensino de ciências dando ênfase em CTS, tanto para o ensino fundamental como para o ensino médio, a fim de criar condições para que os próprios alunos reflitam criticamente e tomem decisões sociais de modo colaborativo e os professores envolvidos na tomada de decisões pedagógicas.

Santos e Mortimer (2000), reforçam que é preciso refletir profundamente sobre alguns questionamentos que nos conduzirão a objetivos amplos que virão em benefício de todos.

- Que cidadãos se pretendem formar por meio das propostas CTS?
- Será que o cidadão no modelo capitalista atual está pronto a assumir cada vez mais, independente do reflexo que esse consumo tenha sobre o ambiente e sobre a qualidade de vida da maioria da população?
- Que modelo de tecnologia deseja: clássica, ecodesequilibradora ou de desenvolvimento sustentável? O que seria um modelo de desenvolvimento sustentável?

Precisamos compreender o contexto dos países em que as propostas curriculares de CTS foram desenvolvidas. Devemos discutir modelos de currículos de CTS levando em conta concepções de cidadania, modelo de

sociedade, de desenvolvimento tecnológico, sempre considerando a situação sócio-econômica e os aspectos culturais do nosso país.

A concepção CTS do Ensino das Ciências é, especificamente, enfocada por expectativas sociais no sentido de que este ensino possa trazer contribuições para a formação geral dos alunos, para uma conscientização de que são os valores que condicionam a aceitação ou não de certa tecnologia específica, para que esse ensino passe a ter um papel fundamental na formação global do cidadão.

2.6. O OBJETIVO DA PESQUISA

Quando analisamos a estrutura apresentada pela maioria dos livros didáticos de Física, observamos a pouca vinculação dos conteúdos escolares de Física com a realidade vivenciada pelos alunos.

Na maioria das vezes, os conteúdos são desenvolvidos como se estabelecessem relações apenas com eles mesmos, deixando de serem consideradas as diversas relações com outros tópicos da própria Física e de outros campos do conhecimento. É bastante provável que isso aconteça, na maioria das vezes, por se ministrarem conteúdos com a finalidade de preparar os alunos para vestibulares de acesso ao ensino superior ou então, avaliações oficiais, mudando o foco de interesse do ensino, do conhecimento como acesso à cidadania para o conhecimento como forma de alcançar melhores notas nas provas de seleção.

Kuenzer (2000, p. 139) escreve sobre a forma de apresentação dos conteúdos de Física e enfatiza que várias tentativas de superar essas dificuldades já foram realizadas:

As leis e fórmulas são sempre apresentadas prontas para serem aplicadas em situações ideais e alheias à realidade (o próprio Einstein afirmava que um cientista não pensa com fórmulas). As fórmulas e gráficos, linguagens das quais a Física se utiliza para expressar leis naturais, são apenas mecanicamente repetidas em exercícios em que o aluno não sabe utilizar os conhecimentos teóricos que meramente se atém a decorar.

Conforme podemos constatar no Ensino Médio, tem-se omitido os desenvolvimentos tecnológicos realizados durante o século XX, tratando de forma enciclopédica os conteúdos tradicionais, sem contar o desligamento entre os conteúdos escolares e a evolução do conhecimento científico. Soma-se a essas situações a inexistência de atividades experimentais na maioria das aulas de Física, fato atribuído às mais variadas causas e situações. Concordamos com Kuenzer (2000, p. 139) quando cita que algumas destas causas devem-se à inexistência de ambientes adequados nas escolas, falta de condições de trabalho, falta de disposição e, também, de disponibilidade dos professores ou mesmo devido a uma formação deficiente destes docentes.

Diante das constantes e rápidas mudanças que verificamos no nosso entorno diário, há a necessidade de que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas.

O cenário vivido pela grande maioria dos nossos alunos está impregnado da alta tecnologia, derivada, em boa parte, da física presente nos aparelhos eletrodomésticos, nas máquinas de controles informatizados, na telefonia celular digital, nos sofisticados aparelhos hospitalares e na indústria automobilística, entre outros.

O Ensino Médio tem assumido um caráter de terminalidade de escolarização para a maior parte dos alunos que concluem este nível de Ensino. Isso significa que, para a maioria da pequena parcela da população que chegou a esse nível de ensino, há uma limitação em termos da cultura escolar que se pretende alcançar. Além dos assuntos de Física vivenciados na escola por esses alunos, somar-se-ão outros conhecimentos adquiridos na universidade da vida, em cursos específicos ou de treinamento profissional para o desempenho futuro de quaisquer profissões.

Tendo essas considerações em vista, cremos que há, então, a urgência de reorganização dos componentes curriculares da Física. Estes componentes curriculares devem ter um significado próprio para o aluno e dar conta das

demandas de continuidade de estudos e das de natureza profissional, principalmente, daquelas exigidas pela vida no seu dia a dia.

O CEFET-SVS elaborou no ano de 2000, o Projeto Político-Pedagógico que segue um documento mais abrangente intitulado “Estrutura e Organização Pedagógica da Escola”, no qual se destaca o Marco Referencial Teórico.

É dentro do contexto social-educacional que se insere o processo ensino aprendizagem e é nele que buscamos encontrar o significado maior para o nosso ensino. Visualizamos o ensino-aprendizagem nas conexões que guarda com o processo educacional, em suas dimensões humana, sócio-cultural; político-econômica e científico-tecnológica.

O CEFET-SVS recebe, anualmente, alunos concluintes do Ensino Fundamental, classificados através de um processo seletivo, realizado no mês de dezembro de cada ano, para freqüentarem o Ensino Médio, concomitante com o Ensino Técnico. Diante dessa realidade típica, surge a preocupação de que desenvolvamos os assuntos de Física de forma que possamos adequar o ensino aos novos conteúdos tecnológicos, isto é, conteúdos de Física que merecem uma atenção maior quando são estudados alguns dos equipamentos que funcionam baseados em leis/princípios da Física. Para tanto, os assuntos de Física no Ensino Médio devem centrar-se não apenas nos processos produtivos tradicionais, mas também nos processos automatizados, o que implica numa educação com vários níveis de formação.

Em uma EAF ou CEFET que tenha características próprias, acreditamos que o Ensino de Física possa ser desenvolvido tendo como ponto de partida a elaboração de Temas estruturados de acordo com as Unidades de Ensino e Produção (UEPs). Há uma variedade de possibilidades de construção de Módulos Didáticos temáticos que abarcam um conjunto de conhecimentos de Física. Os MDs elaborados podem ser implementados em qualquer série do Ensino Médio, não havendo, necessariamente, uma ordem de implementação dos mesmos de acordo com as séries que os alunos freqüentam.

Para o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, tomamos como ponto de partida o atual currículo de Física inserido no Projeto Político

Pedagógico do CEFET/SVS. Com a elaboração do Módulo Didático estruturado na forma de tema, alguns assuntos ficaram deslocados da ordem estabelecida no currículo da Escola para a segunda série; desta forma foi possível contemplar todos os assuntos do Módulo Didático não levando em conta a seqüência estabelecida no currículo.

Acreditamos ser possível que os alunos de um CEFET passem a utilizar o conhecimento escolar para a resolução de problemas ligados às suas realidades características de Técnicos Agrícolas, desde que sejam trazidos para discussão no âmbito da escola. Procuramos inserir no Módulo Didático, conhecimentos práticos da área técnica agrícola e necessidades profissionais futuras.

Como objetivo geral deste trabalho, buscamos:

Estabelecer parâmetros que subsidiem e orientem a organização de situações de aprendizagem em Física, as quais propiciem aos alunos a vivência de momentos de vinculação entre conhecimentos práticos da área técnica agrícola e necessidades profissionais típicas.

Para tanto, vamos descrever sobre a idéia de equipamentos agrícolas, os quais foram utilizados como Recursos Didáticos inseridos no Módulo Didático implementado.

A atividade agrícola que vem sendo desenvolvida, em escala familiar, pequenos ou em grandes projetos agrícolas, baseia-se no uso de vários equipamentos cuja finalidade é a produção agrícola.

Com o avanço da ciência e tecnologia, os equipamentos vão sendo modificados, aprimorados ou mesmo substituídos por outros mais eficientes, sendo que, diariamente, o mercado recebe das indústrias novos equipamentos destinados à produção agrícola.

No presente trabalho, chamaremos de equipamentos agrícolas aqueles existentes nas áreas agrícolas que estão a serviço do homem para a produção agrícola, isto é, produção de legumes, hortaliças, frutos cítricos e grãos, ou ainda, para atividades correlatas como jardinagem e floricultura. Por exemplo,

para a produção de frutas em escala comercial, utilizando-se a irrigação, há necessidade de alguns equipamentos agrícolas como tratores, reboques, arados, roçadeiras, pulverizadores, sistema de irrigação por gotejamento, motores elétricos ou de combustão interna, rede elétrica, bombas hidráulicas, pás, enxadas, tesoura para poda e outros que podem ser somados a estes com a finalidade de facilitarem o trabalho do homem no manejo do solo, na produção e na colheita.

Embora haja um grande número de equipamentos nas UEPs, para a elaboração dos Módulos Didáticos, serão considerados os equipamentos agrícolas cuja finalidade é a produção agrícola na escola.

O espaço escolhido para desenvolver a pesquisa é o CEFET-SVS, por possuir muitos equipamentos agrícolas e alguns deles foram incluídos como recurso didático no Módulo Didático (MD) que teve como tema principal “Uso da Estufa na Agricultura”. Os equipamentos agrícolas utilizados como recurso didático, foram: estrutura metálica da estufa, cobertura de plástico, rede elétrica, motores elétricos, bombas hidráulicas, tanques interligados através de canos, bandejas de ‘cimento amianto’ para plantio das oleaginosas, caixa d’água, poço artesiano e manômetros.

Com isso, pretendemos implementar mudanças na prática educativa proporcionando uma aprendizagem de física mais significativa para o aluno, próxima de seu campo de atuação, presente em muitas situações vividas por eles numa Escola Agrotécnica ou Centro Federal de Educação Tecnológica.

3 - O PROBLEMA E AS QUESTÕES DE PESQUISA

Abordaremos neste capítulo o problema de pesquisa que surgiu a partir de inquietações com relação às formas de melhoria da prática pedagógica no Ensino de Física trabalhando numa Escola Agrotécnica.

Procuramos responder algumas questões de pesquisa relacionadas ao problema por acreditarmos que um professor consciente de suas responsabilidades deve intervir, sempre que julgar necessário, sobre suas ações docentes visando o aperfeiçoamento constante de suas práticas pedagógicas, e juntamente com seus alunos, serem sujeitos do processo ensino-aprendizagem.

O professor que deseja ver seu trabalho cada vez mais valorizado deve buscar soluções para os problemas de ensino que abrangem, entre outras, a compreensão de conceitos, aprendizagem de procedimentos e atitudes. Estes conteúdos foram inseridos nos três momentos pedagógicos do Módulo Didático e alguns deles foram objetos de estudo.

3.1. O PROBLEMA DE PESQUISA

Conforme alguns resultados apresentados nas pesquisas da área de Ensino de Ciências (Pozo & Crespo, 1998. p. 18), há uma crescente sensação de inquietação e frustração entre os professores de ciências, ao comprovar o limitado êxito de seus esforços docentes. Os alunos aprendem cada vez menos e se interessam menos por aquilo que aprendem. Essa crise da educação científica é atribuída por muitos, às mudanças educativas introduzidas nos últimos anos nos currículos de ciências, produzidas pela reforma educativa.

A construção do conhecimento, como base para uma nova cultura educativa, é a idéia básica da abordagem construtivista. A aprendizagem, longe de meros processos de repetição e acumulação de conhecimentos, implica em transformar a mente de quem aprende. A mente do homem deve reconstruir em nível pessoal os produtos e processos culturais com a finalidade

de apropriar-se deles e a partir disso buscar caminhos para contribuir na melhoria da sociedade em que vive.

Conforme comenta Pozo & Crespo (1998, p. 23), esta idéia não é nova, pois, por detrás, tem de fato, uma larga história cultural e filosófica que é devida às mudanças de hábito na forma de produzir, organizar e distribuir os conhecimentos em nossa sociedade, entre os cientistas. É bastante duvidosa necessidade de se estender esta forma de aprender e ensinar a quase todos os âmbitos formativos, e desde logo o ensino das ciências. As razões deste impulso construtivista podem encontrar-se em diversos planos ou níveis de análises que vem reforçar numa mesma direção, ainda com apreciáveis diferenças.

Santos (1991), comenta que no Brasil, a partir dos anos 60, estabeleceu-se uma “Concepção de Ensino de Ciência Pura” que privilegia a aprendizagem do conhecimento científico com a finalidade de uma “forte preparação acadêmica”. Observemos o que essa autora enfatiza a esse respeito:

A ‘Concepção de Ensino de Ciência Pura’ é uma concepção interior à ciência, mas que obedece a uma filosofia de ensino, quanto a nós, bastante questionável. Tem por base uma forma de pensar a ciência como atividade neutra, sistematicamente desenvolvida em laboratórios de ‘Ciência Pura’, de acordo com uma metodologia específica mais ou menos universal e uniforme. Tem como metas primordiais a aprendizagem do conhecimento científico acadêmico inscrito em matrizes disciplinares, como um fim em si mesmo, e uma compreensão do que se entende por processos da ciência (abordagem de processo). [...]

A direção dominante desta concepção e das suas traduções curriculares práticas foi a preparação acadêmica, a ‘ciência pura’, o distanciamento do estudo da vida real. Focada na formação de jovens para serem biólogos, geólogos, físicos ou químicos, ignorou a maior parte da população juvenil. Ignorou a população que necessita ser preparada para funcionar melhor na sociedade e para lidar melhor com questões que afetam as suas vidas (Santos. 1991, p.15).

A “Concepção de Ensino de Ciência Pura” definiu um período estável de mais de duas décadas no ensino de ciências, correspondendo aos anos 60 e 70. Essa concepção deu força a reformas curriculares que representaram um

esforço intenso para refletir o estatuto das disciplinas científicas, em termos de conceitos fundamentais, de leis, de princípios e de processos científicos.

As modificações decorrentes dessas reformas voltaram-se, basicamente, para um treino dos alunos para “pensarem como cientistas”, para lidarem com instrumentos comuns aos laboratórios de investigação, para “fazerem” ciência de modo a imitar o “método científico”. Este mito de mais de um século saiu reforçado com essa reforma.

Algumas causas do descontentamento e descrédito das tendências metodológicas aplicadas nas décadas de 60 e 70 são apontadas por Santos (1991). A primeira refere-se às exigências relacionadas com a estrutura disciplinar, a segunda às exigências no processo de descoberta de fatos e a terceira tem como propósito essencial uma eficácia em curto prazo da aprendizagem da estrutura por assunto e da aprendizagem por descoberta.

“Aprendizagem da Estrutura do Assunto” (AEA). Abordagem com grandes exigências conceituais relacionadas com a estrutura disciplinar e com a formação de cientistas, mas dando muito pouca ênfase à estrutura do conteúdo do pensamento dos alunos – ao conteúdo e forma de seu conhecimento privado;

“Aprendizagem por Descoberta” (APD). Abordagem de base intuitiva, ... com grandes exigências no processo de descoberta de fatos, ... Em que os fatos observados são entendidos como marcos “neutros” que, invariavelmente, precedem a construção dos conceitos científicos. Esta metodologia, pretendendo-se “ativa”, tende a ignorar uma construção ativa de idéias a partir de idéias e o sistema de significações interno já existente. ... Valorizando o “discurso do método” e a sua tradução didática (rotina laboratorial), tem por base a crença de que se os alunos compreenderem e seguirem o “método científico” serão capazes de se tornar “pequenos cientistas”, ou melhor, de obterem resultados análogos aos dos cientistas.

“Aprendizagem por Objetivos” (APO). ... Tem como propósito essencial uma eficácia em curto prazo da AEA e da APD. Deslocando o fulcro da aprendizagem do estímulo para a resposta, dos conteúdos para os objetivos educacionais comportamentais (comportamentos desejáveis,...), o professor programa previamente esses objetivos, de forma clara, detalhada, seqüencial e exaustiva. ... procura evitar, sistematicamente, situações de erro - não dá ao aluno oportunidade de cometer o “pecado de errar”.(Santos. 1991, p. 17).

O processo de aprender ciência deve abarcar as tarefas de compreender, de comparar e de diferenciar modelos, não de adquirir saberes

absolutos e verdadeiros. O exercício adequado da prática pedagógica requer do professor competência e criatividade para ensinar em situações diversas de acordo com a disponibilidade de recursos locais.

No caso do CEFET-SVS, há várias oportunidades que o professor pode se utilizar dessas situações, pois as próprias UEPs dispõem de instalações, equipamentos e ambientes específicos. Por exemplo, no desenvolvimento de uma Atividade Didática, o professor ao abordar a 1ª e 2ª Lei da termodinâmica, poderá deslocar os alunos até a “UEP de Agricultura 2” (Mecanização agrícola), para aprofundarem seus conhecimentos sobre o assunto. Lá estão disponíveis motores semi-desmontados e outras peças que ajudarão o aluno a compreender melhor as leis. Além disso, poderão surgir outros questionamentos que enriquecerão as discussões entre alunos e professor, trazidos à tona naquele momento.

Surgem, freqüentemente, momentos de conversa informal entre um professor do Ensino Médio (mais freqüentemente, professores da área de ciências) e um professor do Ensino Técnico e nos momentos de diálogo sobre “enfoques” dados a um determinado “assunto” em suas práticas pedagógicas. Por exemplo, são muitas as relações existentes entre os componentes curriculares “Física” (Ensino Médio) e “Irrigação e Drenagem” (Ensino Técnico). O diálogo entre os professores sobre determinado “aspecto comum às disciplinas” é extremamente enriquecedor para eles. Isso pode, posteriormente, proporcionar discussões proveitosas entre o professor e os alunos.

A motivação do aluno para que participe ativamente de uma aula, depende muito da preparação e do desenvolvimento das atividades didáticas por parte do professor. Se o professor e a Instituição Escolar buscam, juntos, através de discussões, a elaboração de currículos, sem restringi-los a uma simples listagem de conteúdos conceituais o ensino torna-se mais significativo e proveitoso para os alunos.

Consideramos como um “fato natural” a água subir no interior de um cano, o sangue escorrer pelas artérias, o refrigerante subir por um canudinho ou um objeto pontiagudo penetrar mais facilmente do que um objeto sem

ponta. Nas represas, nos rios ou nas plantações, nos acostumamos a ver as águas escoando e nos mares não admiramos o fato de ver barcos e navios movimentando-se e não estranhamos um submarino ser capaz de submergir ou emergir. Existem fenômenos naturais que acontecem em nosso cotidiano, como insetos que se locomovem sobre a superfície da água, objetos que flutuam ou afundam.

Essas e muitas outras situações e fatos compõem o Módulo Didático elaborado e implementado em sala de aula, sendo objeto de estudo no assunto “Mecânica dos Fluidos” numa abordagem temática, sendo que alguns equipamentos agrícolas utilizados no CEFET-SVS foram inseridos no MD para estudo.

A escolha do assunto justifica-se pelo fato de que os alunos de uma EAF ou CEFET, freqüentarão o Curso Técnico Agrícola com especialização em Agricultura, terão contato nas UEPs com equipamentos que estão relacionados à mecanização agrícola, irrigação, drenagem, e que servem às necessidades de ensino-aprendizagem, relativas à parte técnica.

Diante das considerações feitas, apresentamos o nosso problema de pesquisa: **Que possibilidades de uso se apresentam para os equipamentos agrícolas, com os quais os alunos mantêm contato no cotidiano de uma Escola Agrotécnica, como recurso didático no Ensino de Física?**

Esperamos que, de maneira geral, professores de física e escola, em conjunto, possam desenvolver o ensino de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, uma vez que nenhum deles pode ser trabalhado em sala de aula de maneira isolada. Assim, são muitas as possibilidades de estudo envolvendo equipamentos agrícolas para explicações de situações presentes na vida de alunos que freqüentam o ensino técnico agropecuário. Uma dessas possibilidades foi a elaboração de um Módulo Didático intitulado “Uso da Estufa na Agricultura”, cuja implementação ocorreu em sala de aula no CEFET-SVS envolvendo equipamentos agrícolas.

Como decorrência do problema de pesquisa especificado acima, detalhamos três questões de pesquisa, procurando delimitar o foco de nosso trabalho.

3.2. AS QUESTÕES DE PESQUISA

Normalmente, o problema de uma pesquisa é detalhado em questões que clarificam seu conteúdo. Essas questões facilitam a tarefa do pesquisador na seleção de dados e fontes de informações e, também, permitem uma melhor sistematização e apresentação dos resultados, uma vez que estes devem ser organizados de modo a auxiliar a responder às questões propostas.

Segundo Mazzotti (1998), o fato das 'questões de pesquisa' estarem especificadas no projeto não significa que essas questões iniciais não possam ser reformuladas, substituídas, abandonadas ou acrescidas de outras, em decorrência de observações feitas durante a própria coleta de dados. Esta flexibilidade, porém, não descarta a possibilidade de se antecipar algumas questões para orientar as decisões iniciais sobre dados relevantes a serem buscados.

Assim, a partir do problema de pesquisa proposto, procuramos responder algumas questões, a saber:

- 1. Que concepções os alunos apresentam sobre equipamentos agrícolas, quanto à sua construção e ao seu funcionamento?**
- 2. Como equipamentos agrícolas podem ser utilizados para a organização de Módulos Didáticos para o Ensino de Física, conforme a caracterização feita anteriormente?**
- 3. Em que medida o trabalho pedagógico com estes Módulos Didáticos contribui para o desenvolvimento de capacidades na Resolução de Problemas, tendo em conta a preservação do meio ambiente e a utilização adequada da água?**

Elaboramos um Módulo Didático numa primeira versão que foi implementado em sala de aula numa turma de 2ª série conforme descrito no capítulo V. Após isso, foi necessária a reestruturação desse Módulo Didático para uma melhor adequação das Atividades Didáticas aos Três Momentos Pedagógicos, e modificações realizadas em função das observações feitas pelo professor pesquisador. (ver Anexo IV, página 190).

Realizamos alterações quanto às Aprendizagens Esperadas em cada Atividade Didática, procurando identificar aquelas que mereciam melhor atenção e que possuíam maior potencial de discussão na Atividade Didática.

Aumentamos o número das Atividades Didáticas para dar maior abrangência ao tema escolhido. Outras alterações foram realizadas em função das avaliações feitas pelo professor pesquisador após implementação do Módulo Didático na Fase Preliminar.

As aulas programadas com a nova estrutura do Módulo Didático “Uso da Estufas na Agricultura”, segundo os três Momentos Pedagógicos ficaram com a seguinte distribuição: Para a primeira etapa, “Problematização Inicial”, foram destinadas sete horas-aula; para a segunda etapa “Organização do Conhecimento”, foram selecionadas treze horas-aula; e para a terceira etapa, “Aplicação do Conhecimento”, seis aulas; perfazendo um total de vinte e seis horas-aula.

Na estruturação do Módulo Didático procuramos envolver assuntos que fogem da organização tradicional dos Programas de Ensino das três séries do Ensino Médio da Região de Santa Maria.

O desenvolvimento do Ensino de Física num contexto específico foi possível porque os Equipamentos Agrícolas alocados na estufa se encontravam disponíveis no setor de “Agricultura I” e são necessários para a produção de oleaginosas do CEFET-SVS. Alguns assuntos desenvolvidos no Módulo Didático estão relacionados tradicionalmente no Programa da 3ª série do Ensino Médio, como por exemplo, o eletromagnetismo. Realizamos a inserção de algumas Atividades Didáticas para explicar o sistema elétrico

instalado na estufa e o funcionamento de motores elétricos necessários à condução da água até as plataformas de cimento amianto.

O Módulo didático foi estruturado em Atividades Didáticas (ADs), nas quais constam alguns **conhecimentos práticos da área técnica agrícola**. Estes conhecimentos práticos, incorporados no MD utilizado, são aqueles que consideramos importantes para os alunos que freqüentam o Ensino Técnico Agrícola e que, no final deste curso técnico, terão **necessidades profissionais futuras**, conforme apontamos no objetivo geral.

O Ensino de Física através do Estudo de Equipamentos Agrícolas inseridos no Módulo Didático proporciona oportunidades de aproximação entre professores do Ensino Médio e do Ensino Técnico; além de intercâmbio de informações entre docentes.

É freqüente numa Escola Agrotécnica o diálogo entre professores do Ensino Médio e Técnico sobre determinado assunto de interesse comum relacionados ao processo ensino aprendizagem.

Muitas vezes os próprios alunos mencionam ou relacionam situações vivenciadas na área técnica agrícola com os assuntos que estão sendo abordados por professores do Ensino Médio, particularmente na área de ciências. Este interesse, por parte dos alunos, deve ser valorizado pelos professores no sentido de que os alunos construam seus conhecimentos práticos da área técnica agrícola.

Apresentamos a seguir, uma tabela que indica alguns **conhecimentos práticos da área técnica agrícola, as necessidades profissionais futuras a eles associadas e a localização dos mesmos nas Atividades Didáticas do Módulo Didático** referido.

TABELA 01

CONHECIMENTOS PRÁTICOS DA ÁREA TÉCNICA-AGRÍCOLA E NECESSIDADES PROFISSIONAIS FUTURAS

ORDEM	CONHECIMENTOS PRÁTICOS DA ÁREA TÉCNICA AGRÍCOLA	NECESSIDADES PROFISSIONAIS FUTURAS DO TÉCNICO AGRÍCOLA	LOCALIZAÇÃO NO MÓDULO DIDÁTICO
1 ^a	Relação entre a abertura que deve ser dada ao plástico de uma estufa e incidência de raios solares.	Dosar, de maneira correta, a abertura da estufa nas quatro estações do ano, para não provocar a queima das plantas hidropônicas com a incidência dos raios solares.	AD-06 AD-15
2 ^a	Relação entre consumo d'água por irrigação e manejo do solo.	Reduzir a quantidade de água usada nas lavouras, obtendo maior quantidade de grãos com menores gastos.	AD-01
3 ^a	Relação entre o aumento dos problemas ambientais e desequilíbrio ecológico de rios e lagos.	Reduzir cada vez mais o uso de defensivos agrícolas para preservar a flora e a fauna de nosso planeta.	AD-01
4 ^a	Importância da camada de ozônio na atmosfera como um filtro natural e a necessidade do equilíbrio da quantidade de ozônio para o crescimento das plantas.	Conhecimento dos danos causados à atmosfera por algumas atividades humanas responsáveis pela emissão do CFC que reage com o ozônio atmosférico. Uso de aerossóis e de processos de fabricação de plásticos e refrigeradores.	AD-03
5 ^a	Relação entre mudanças climáticas, efeito estufa e o fenômeno El Niño.	Conseqüências do Efeito Estufa e o aquecimento da superfície da Terra com graves prejuízos econômicos e sociais e as influências negativas na agricultura.	AD-03
6 ^a	Relação existente entre pressão atmosférica e altitude.	Leitura correta de barômetros instalados em Estações meteorológicas. Compreensão dos efeitos causados aos organismos vivos com a diminuição ou aumento da pressão atmosférica.	AD-04
7 ^a	Relação entre pressão hidrostática e altura da coluna d'água.	Interpretação da pressão exercida pelo fluido num sistema de irrigação como, por exemplo, um pivô central, barragens, rios e rede hidráulica residencial, etc...	AD-04
8 ^a	Relação entre a pressão exercida pelo ar comprimido dentro de câmaras de ar, balões, botijões de gás e a pressão atmosférica externa.	Avaliar a pressão que o ar exerce de dentro para fora sobre as paredes de recipientes fechados.	AD-08 AD-09
9 ^a	Identificar os elementos e funções em um circuito	Determinar as causas da interrupção da corrente elétrica em	AD-05

	elétrico simples.	um circuito simples numa instalação elétrica rural ou automotiva.	
10 ^a	Relação existente entre o calor específico das substâncias e a variação de temperatura.	Aquecimento e resfriamento de corpos de forma diferente em função da variação dos calores específicos, como o aquecimento do ferro, do cobre, da prata, o aquecimento de tratores e implementos agrícolas expostos ao sol.	AD-06
11 ^a	Relação existente entre as correntes de convecção do ar e sua variação de densidade.	Funcionamento de secadores de grãos pela da passagem do ar aquecido. Formação dos ventos pela rarefação do ar em certas regiões.	AD-06
12 ^a	Relação existente entre ondas eletromagnética e sistemas de comunicação.	Relacionar as várias formas de comunicação: rádio, telefone com fio, telefone sem fio, televisão, comunicação realizada através de satélites geoestacionários com ondas eletromagnéticas.	AD-07
13 ^a	Relação existente entre o Princípio de Pascal e as aplicações da Prensa Hidráulica.	Relacionar hidráulico do trator, macaco hidráulico, prensa hidráulica, sistemas de comando hidráulico de tratores e implementos agrícolas como multiplicadores de força.	AD-09 AD-12
14 ^a	Relação entre aquecimento global da Terra e redução da biodiversidade da Terra.	O aquecimento está empurrando as zonas climáticas em direção aos pólos, reduzindo as formas de vida.	AD-15

Comentaremos, a seguir, cada um dos conhecimentos práticos relacionados à área técnica agrícola e as necessidades profissionais futuras que os alunos de uma EAF ou de um CEFET terão em suas atividades profissionais.

Um dos conhecimentos práticos apontados refere-se à relação que existe entre a abertura que deve ser dada ao plástico de uma estufa e a incidência dos raios solares. O aluno deverá ser capaz de dosar, de maneira correta, a quantidade de calor dentro da estufa e a abertura do plástico, permitindo a saída de parte do calor armazenado de modo a não provocar a queima das folhas das plantas hidropônicas. Nesse caso, o aluno construirá conhecimentos relacionados aos conceitos de calor, de temperatura e aos

processos de fluxo e propagação do calor. Esses conhecimentos práticos permitirão atender a estas necessidades futuras.

A relação existente entre consumo d'água por irrigação e manejo do solo constitui outro conhecimento prático. Como necessidades profissionais futuras, o aluno deverá compreender que reduzindo-se a quantidade d'água usada na lavoura e obtendo-se uma maior quantidade de grãos, minimizando gastos, estará contribuindo para a preservação dos recursos hídricos.

Os problemas ambientais que enfrentamos hoje já são preocupantes. Por isso, como conhecimento prático, o aluno deverá estabelecer uma relação entre o aumento dos problemas ambientais e desequilíbrio ecológico de rios e lagos. Por isso, como necessidades profissionais futuras, o aluno deve preocupar-se em reduzir cada vez mais a utilização de defensivos agrícolas visando preservar a flora e a fauna e melhorar o ambiente e a vida de todos os que vivem neste planeta.

Outro conhecimento prático da área técnica agrícola refere-se à importância da camada de ozônio na atmosfera como um filtro natural e a necessidade do equilíbrio da quantidade de ozônio para o crescimento das plantas. Precisamos preservar a camada de ozônio, pois é ela que impede que os raios ultravioletas atravessem a atmosfera e cheguem até a superfície da Terra. Os raios ultravioletas, quando em grande quantidade, são nocivos à vida terrestre.

Como necessidades profissionais futuras, apontamos que os alunos deverão ter conhecimentos dos danos causados à atmosfera por algumas atividades humanas responsáveis pela emissão do CFC que reage com o ozônio atmosférico. O uso de aerossóis e de processos de fabricação de plásticos e refrigeradores acabam por provocar o Efeito Estufa.

A relação existente entre mudanças climáticas, o efeito estufa e o fenômeno El Niño, é outro conhecimento prático que os alunos da área técnica agrícola devem ter. Cerca de 30% do fluxo da energia solar voltam para o espaço e aproximadamente 20% são absorvidos pela atmosfera. Esses valores representam apenas uma média: as regiões tropicais recebem cerca de três

vezes mais radiação solar que as regiões polares e, por isso, são regiões mais quentes. Como necessidades profissionais futuras, os alunos terão que conhecer as conseqüências do efeito estufa e o aquecimento da superfície da Terra com graves prejuízos econômicos e sociais e influências negativas na agricultura.

A relação existente entre a pressão atmosférica e a altitude constitui-se em outro conhecimento prático da área técnica agrícola, pois os alunos realizarão a leitura de pressão atmosférica em barômetros e relacionarão com a altitude em relação ao nível do mar; associado à maior ou menor concentração de ar. A relação entre pressão hidrostática e altura da coluna d'água também é outro conhecimento prático da área técnica agrícola.

Um aluno precisará conhecer e interpretar o aumento da pressão hidrostática baseada no aumento da coluna de líquido ao planejar, por exemplo, a irrigação de uma lavoura usando água de um açude ou barragem. Ele deverá conhecer a pressão que a água exerce no fundo de um açude, principalmente na saída da água (registro), para avaliar o tipo de tubulação a ser utilizada na irrigação.

A identificação de elemento e respectivas funções de um 'circuito elétrico simples' constituem outro conhecimento prático da área técnica agrícola. Como necessidades profissionais futuras, os alunos deverão saber identificar as causas da interrupção da corrente elétrica em um circuito simples numa instalação elétrica rural ou automotiva.

Outro conhecimento prático da área técnica agrícola refere-se a relação existente entre o calor específico das substâncias e a variação da temperatura. Como necessidades profissionais futuras, citamos que os alunos deverão ter a compreensão de que o aquecimento e resfriamento de corpos de forma diferente ocorrem em função dos diferentes 'calores específicos', como o aquecimento do ferro, do cobre, da prata, o aquecimento de coberturas, de tratores e implementos agrícolas expostos ao sol ou devido ao aquecimento do motor de um trator pelo fato de estar em funcionamento.

A relação existente entre correntes de convecção do ar e sua variação de densidade constituem-se em conhecimentos práticos da área técnica agrícola. Como necessidades profissionais, o aluno deverá conhecer, por exemplo, o princípio do funcionamento de secadores de grãos pela passagem do ar entre eles, operar e dar manutenção. Conhecer o processo de formação de ventos, ciclones e tempestades, pela rarefação do ar em certas regiões.

O funcionamento dos sistemas de comunicação e a produção das imagens de televisão, graças à propagação das ondas eletromagnéticas, são exemplos de conhecimentos práticos da área técnica agrícola. Há necessidade de que os alunos entendam, com razoável clareza, como uma informação chega até nós via rádio, televisão e telefone. A função dos satélites geo-estacionários e o funcionamento de um GPS são, também, necessidades profissionais futuras.

A relação que existe entre o Princípio de Pascal e a Prensa Hidráulica ou outro equipamento hidráulico é um conhecimento prático da área técnica agrícola. Conhecer o sistema hidráulico do trator, o macaco hidráulico, os sistemas de comando hidráulico de retro-escavadeiras e implementos agrícolas como multiplicadores de força, são necessidades profissionais futuras.

Muitos outros conhecimentos práticos da área técnica agrícola e suas necessidades profissionais futuras poderiam ser citados. É extremamente importante considerar o mundo em que o aluno convive, sua realidade próxima, os equipamentos agrícolas e fenômenos com que efetivamente lidam e também os problemas e indagações que movem sua curiosidade.

4 - PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Dentre os diversos métodos de pesquisa que podem ser utilizados, o tipo de análise escolhido para o presente trabalho foi a abordagem qualitativa.

Na abordagem qualitativa, o pesquisador gasta considerável tempo no lugar onde a pesquisa está ocorrendo, junto aos sujeitos da pesquisa, fazendo anotações pessoais de campo e procurando entender como se dá a interação entre os indivíduos e como eles negociam ou compartilham suas próprias interpretações (Bogdan e Biklen, 1992, *apud* Bejarano, 1994).

A abordagem qualitativa é a mais indicada. Ela é orientada para o processo, pois se refere, em seu sentido mais amplo, a uma investigação que produz dados descritivos, as próprias palavras dos alunos, faladas ou escritas. O observador está interessado em compreender a conduta humana a partir do marco de referência de quem atua.

A pesquisa qualitativa abrange várias estratégias que compartilham características, umas de maior outras de menor grau, em termos de interação do pesquisador na busca de dados não tratados facilmente por procedimentos estatístico-matemáticos. Por exemplo, na nossa pesquisa o professor pesquisador esteve considerável tempo na presença dos sujeitos da pesquisa enquanto as diversas Atividades Didáticas eram realizadas, observando os alunos, suas atitudes, sua participação quanto à explanação de suas concepções e idéias sobre determinada pergunta em pequenos grupos, seus questionamentos. O pesquisador esteve presente também quando do preenchimento de questionários pelos sujeitos da pesquisa.

Concordamos com Mazzotti (1998, p.150) quando expõe que nas pesquisas qualitativas as exigências sobre o que deve ser antecipado no projeto, tanto no que se refere ao problema/questões de estudo, como na descrição do quadro teórico e dos procedimentos metodológicos, são menores do que nas pesquisas tradicionais, uma vez que o foco da pesquisa vai sendo ajustado ao longo do processo. No estudo realizado, o Módulo Didático “U

Estufa na Agricultura” foi elaborado e implementado numa primeira fase. Algumas previsões feitas, não foram possíveis de serem realizadas. Com a reelaboração do Módulo Didático e posterior implementação, numa segunda fase, foi possível coletarmos outros dados.

Numa pesquisa qualitativa, o grau de especificação do problema na fase de planejamento irá variar conforme as características deste e, também, da posição do pesquisador ao longo de todo o processo de pesquisa. A formulação do problema não é uma tarefa trivial pelo fato de que, nas pesquisas qualitativas, o detalhamento prévio exigido é menor. Na verdade, essa é a etapa mais difícil e trabalhosa do planejamento de uma pesquisa, exigindo do pesquisador muita leitura e reflexão. Todavia, após ter sido definido o foco inicial, a decisão sobre os demais aspectos da pesquisa fica facilitada (Mazzotti, 1998).

Esse trabalho de pesquisa corresponde a um estudo de caso por se tratar de uma realidade específica, no caso o CEFET-SVS e, muito semelhante às Escolas Agrotécnicas. Os equipamentos agrícolas escolhidos que foram incluídos no Módulo Didático pertencem a uma das Unidades de Ensino e Produção (UEP de Agricultura I) do CEFET-SVS e o desenvolvimento de todo o trabalho de pesquisa se realizou neste espaço.

Segundo Bogdan e Biklen (1992), a pesquisa qualitativa é descritiva. Os dados da pesquisa são ricos em descrições, documentos pessoais e registros oficiais. Dados que facilmente seriam descartados num modelo quantitativo podem ser uma pista potencial para desvendar um entendimento mais claro do que está sendo estudado.

A abordagem qualitativa está fundamentada na realidade, próxima dos dados, com perspectivas vistas de dentro e assume uma realidade dinâmica. Nesse sentido, conforme será abordado detalhadamente nos capítulos V e VI, houve inicialmente a elaboração e implementação de um Módulo Didático contendo 16 horas-aula. Após a análise da implementação das Atividades Didáticas desenvolvidas, o Módulo Didático foi reformulado. Nesta nova versão, o Módulo Didático ficou com 26 horas-aula sendo novamente implementado, no

qual se procurou fazer adaptações e reordenamentos das Atividades Didáticas inseridas nos três Momentos Pedagógicos.

4.1. SUJEITOS DA PESQUISA

Para desenvolvermos a pesquisa escolhemos como sujeitos da pesquisa, numa fase preliminar, conforme será melhor descrito capítulo V, uma turma com 23 alunos da 2ª série do Ensino Médio do CEFET-SVS. O planejamento foi realizado no 2º semestre do ano de 2003, com a elaboração de um Módulo Didático, cujo tema escolhido foi “Uso da Estufa na Agricultura” e implementado nessa turma no 4º bimestre de 2003.

Na fase final da pesquisa, conforme será melhor descrito no capítulo VI, outra turma, composta por 32 alunos da 2ª série do Ensino Médio do CEFET-SVS, foi escolhida. Também foi implementado o Módulo Didático “Uso da Estufa na Agricultura”, desta vez, reestruturado conforme as necessidades percebidas quando da primeira implementação, com os acréscimos pertinentes.

A maioria desses alunos é oriunda do meio rural, situam-se na faixa etária entre quinze e dezessete anos, cursando, concomitantemente, o Ensino Médio e o Ensino Técnico Agropecuário. Alguns são provenientes do Município de São Vicente do Sul, sendo a maioria oriunda de vários municípios da região central e centro-oeste do Estado do Rio Grande do Sul.

Convém destacar que o CEFET-SVS oferece Ensino Médio nas três séries. Poderíamos ter escolhido qualquer turma para implementar o Módulo Didático e realizar o presente estudo, porém optamos por escolher alunos da segunda série porque enquanto são ministradas aulas das chamadas “disciplinas técnicas”, os alunos convivem com esses equipamentos agrícolas de uso próprio nas UEPs.

A distribuição tradicional dos assuntos de física nas três séries do Ensino Médio, em nossa região, reserva para a 2ª série o estudo da Mecânica

dos Fluidos. O CEFET-SVS oferece, a cada ano, o ingresso de duas turmas de alunos para cursarem o Ensino Médio e Ensino Técnico Agrícola. Uma dessas turmas cursará o Técnico Agrícola com especialização em Agricultura e outra turma cursará o Técnico Agrícola com especialização em Zootecnia.

As duas turmas de alunos iniciam o primeiro ano letivo tendo apenas aulas do Ensino Médio. No segundo ano letivo, essas turmas continuam as aulas do Ensino Médio e iniciam o Curso Técnico Agrícola. Em vista disso, os alunos da 2ª série, tanto aqueles que optaram por Curso Técnico Agrícola com especialização em Agricultura como aqueles que optaram pelo Curso Técnico Agrícola com especialização em Zootecnia, iniciarão o curso técnico com aulas teóricas e práticas nos vários setores do CEFET-SVS, chamadas de “Unidades de Ensino e Produção (UEPs)” e é ali que eles terão um contato mais direto com os vários equipamentos agrícolas.

Os alunos que cursam o Ensino Técnico Agrícola com especialização em Agricultura têm mais interesse em estudar equipamentos agrícolas relacionados à agricultura, já que se formarão Técnicos Agrícolas com especialização em Agricultura. Por isso, escolhemos estas duas turmas da segunda série (uma turma na fase inicial de desenvolvimento do projeto e outra na fase final de desenvolvimento do projeto).

Caso tivéssemos escolhido outro tema para elaboração do Módulo Didático, escolheríamos outra turma de alunos, por exemplo, aquela que está cursando o Ensino Técnico em Agricultura com especialização em Zootecnia. Neste caso, o tema do Módulo deveria estar relacionado com equipamentos existentes nas UEPs de zootecnia destinados à criação de animais.

Acreditamos na perspectiva de elaborar e implementar Módulos Didáticos numa abordagem temática para qualquer uma das três séries do Ensino Médio de uma Escola Agrotécnica. Os temas possíveis de serem escolhidos devem envolver um conjunto de equipamentos agrícolas que servirão de base para a elaboração e implementação de Módulos Didáticos.

4.2. ESCOLHA DA ABORDAGEM

Antes da escolha do Método de Pesquisa e diante do problema proposto para o presente trabalho, são necessárias duas considerações:

Primeira: Os equipamentos agrícolas disponíveis nas Escolas Agrotécnicas podem ser usados como recurso didático no Ensino de Física, portanto, quando elaboramos a primeira versão do “Módulo Didático” - “Uso da Estufa na Agricultura” - selecionamos alguns deles para serem objetos de estudo.

A primeira versão do Módulo Didático - “Uso da Estufa na Agricultura” - foi implementado no IV semestre de 2003. As ações de pesquisa nesta fase caracterizaram-se como um ensaio preliminar, sendo que os resultados parciais e as decorrências para a continuidade deste trabalho encontram-se descritos no capítulo cinco.

Segunda: No 1º trimestre do ano letivo de 2004, foi dada seqüência ao trabalho iniciado, implementando em sala de aula o Módulo Didático, agora reestruturado, porém em outra turma de 2ª série do Ensino Médio. Tanto na primeira como na segunda fase as características são singulares, pois os sujeitos são os alunos das referida turmas, a realidade escolar é o CEFET-SVS e o observador é o professor que implementou o Módulo Didático.

No caso do presente trabalho, o professor realizou a análise de muitos dados descritos pelos alunos nas várias Atividades Didáticas que compõem o Módulo Didático. Foram realizadas pelos alunos, tanto em pequenos grupos como no grande grupo, atividades específicas de acordo com o planejamento do Módulo Didático. As produções dos alunos foram analisadas após o desenvolvimento da pesquisa e tabuladas pelo pesquisador, procurando obter resultados que de uma forma ou outra serão descritivos.

Para o desenvolvimento desta pesquisa escolhemos a abordagem qualitativa por sua diversidade e flexibilidade, por não admitir regras precisas e nem uma estruturação prévia, considerando-se que o foco da pesquisa, bem como as categorias teóricas e o próprio planejamento metodológico só serão definidos durante o decorrer do processo da investigação.

Para Richardson (1999, p.80), as pesquisas que empregam a metodologia qualitativa podem descrever a complexidade de determinado problema, analisar a interação de certas variáveis, compreender e classificar processos dinâmicos vividos por grupos sociais, e o entendimento das particularidades dos comportamentos dos indivíduos.

A abordagem qualitativa reúne algumas características, entre as quais destacamos:

1. O contato direto do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo investigada. No nosso caso, o professor é o único pesquisador, os sujeitos da pesquisa são alunos pertencentes a uma turma de segunda série do Ensino Médio e os ambientes educativos são as salas de aula, os laboratórios e as próprias UEPs do CEFET-SVS;
2. O fato de o material coletado para posterior análise ser baseado em descrições de situações, análise de produções de alunos (análise documental), além de transcrições e análises de entrevistas. No presente trabalho, as produções dos alunos relativas às várias Atividades Didáticas constantes do Módulo Didático foram analisadas, assim como as respostas dadas pelos alunos nos questionários aplicados;
3. A preocupação com o processo e não apenas com o produto. Procurou-se planejar o Módulo Didático “Uso da Estufa na Agricultura” envolvendo alguns equipamentos agrícolas e implementar em uma turma de alunos. Após estudo dessa primeira implementação, o Módulo Didático foi reestruturado, procurando-se adequar as Atividades Didáticas aos Momentos Pedagógicos e o número de horas-aula para cada Atividade Didática.

Foi realizada a inclusão e/ou adaptação de questões problematizadoras, e uma sistematização pelo professor pesquisador, no final de cada Atividade Didática, procurando atender as aprendizagens esperadas;

4. A realização de considerações a partir da análise das informações coletadas. Nesse caso, conforme descrições feitas nos capítulos cinco e seis.

4.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Para coletar as informações necessárias utilizamos os seguintes instrumentos: observação participante, questionários respondidos pelos sujeitos da pesquisa, produções elaboradas pelos sujeitos da pesquisa.

4.3.1. Observação participante

A observação constitui elemento fundamental para esta pesquisa porque se trata de um observador único, no caso o próprio professor implementador do Módulo Didático, e uma turma de alunos que estará sendo observada durante o desenvolvimento da pesquisa. É, pois, através das observações colhidas que o pesquisador procura escrever em seus “diários”, com mais detalhes, as observações ocorridas em sala de aula e atender aos objetivos propostos. Desde a escolha e formulação do problema, passando pela construção de hipóteses, coleta, análise e interpretação dos dados, a observação desempenha papel imprescindível no processo de pesquisa.

É, todavia, na fase de coleta de dados que o papel do professor se torna mais evidente. A observação é sempre utilizada na coleta de dados ou conjugada a outras técnicas ou utilizada de forma exclusiva.

A observação apresenta como principal vantagem, em relação a outras técnicas, a percepção direta dos fatos.

Na observação participante, os objetivos do estudo serão revelados ao grupo pesquisado desde o início. Assim, o pesquisador pode ter acesso a uma gama variada de informações, pedindo cooperação ao grupo.

A observação participante ou observação ativa consiste na participação real do observador na vida da comunidade, do grupo ou de uma situação

determinada. Para a presente pesquisa, o observador participante foi o professor que esteve em contato direto com seus alunos durante o período da implementação dos Módulos Didáticos. Após a implementação dos mesmos, o professor fez o registro nos “Diários do Professor” das observações relativas às atividades dos alunos. Depois de realizados os registros dos alunos no diário do professor, os mesmos foram interpretados e analisados.

A observação participante apresenta, em relação às outras modalidades de observação, algumas vantagens:

- ✓ facilita o rápido acesso a dados sobre situações habituais em que os membros das comunidades se encontram envolvidos;
- ✓ possibilita o acesso a dados que a comunidade ou grupo considera de domínio privado;
- ✓ possibilita captar as palavras de esclarecimento que acompanham o comportamento dos observadores.

As desvantagens da observação participante referem-se às restrições determinadas pela assunção de papéis pelo pesquisador.

4.3.2. Questionários

Os questionários são instrumentos de coleta de dados, nos quais as informações são registradas pelos informantes sem a presença do pesquisador.

Na elaboração do questionário é importante determinar quais são as questões mais significativas a serem solicitadas, relacionando cada item à pesquisa que está sendo feita e à hipótese que se quer provar ou verificar; organizando as questões das mais simples às mais complexas.

Iniciamos a pesquisa apresentando aos alunos um questionário que foi respondido individualmente. Com ele procuramos verificar quais são as concepções dos alunos sobre “Mecânica dos Fluidos”. Eles foram indagados sobre como se poderia relacionar o Ensino de Física na Escola Média com o

avanço tecnológico contemporâneo, utilizando-se de alguns equipamentos agrícolas que fazem parte do cotidiano dos alunos.

O questionário procurou verificar o grau de familiaridade ou o nível de envolvimento dos alunos do CEFET-SVS com os equipamentos agrícolas, utilizados na irrigação agrícola.

Inicialmente o questionário elaborado foi aplicado na fase preliminar do desenvolvimento da pesquisa num momento anterior à implementação do Módulo Didático. Após a coleta das informações referentes a este questionário e posterior análise das respostas, sentimos a necessidade de reformular algumas questões. Este novo questionário foi aplicado em uma nova turma de aluno na fase final da pesquisa.

4.3.3. Produções dos alunos

A partir da implementação em sala de aula das diversas Atividades Didáticas constantes no Módulo Didático “Uso da Estufa na Agricultura” (Atividades Didáticas baseadas em Questões Prévias, em Analogias, em Texto, em Resolução de Problemas, na Exposição do Professor e em Experimento) foram coletadas as produções dos alunos realizadas em sala de aula. Dentre essas produções destacam-se:

- ✓ textos realizados pelos alunos sobre um determinado equipamento ou mesmo um conjunto de equipamentos acoplados;
- ✓ respostas apresentadas pelos alunos nas Atividades Didáticas baseadas em Questões Prévias;
- ✓ material produzido pelos alunos nas Atividades Didáticas baseadas em Experimento.

Foi realizada uma análise das descrições dos alunos com a finalidade de identificarmos suas concepções quanto a conceitos, leis e princípios, além de investigarmos as aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais inseridas no planejamento referentes ao Ensino de Física.

5- FASE PRELIMINAR DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA ALGUMAS CONSTATAÇÕES

Apresentamos nesse capítulo os resultados do questionário inicial aplicado a uma turma de alunos da 2ª série, a elaboração do Módulo Didático com a distribuição das Atividades Didáticas nos três Momentos Pedagógicos, explicitando as Atividades Didáticas incluídas e os elementos que os compõem.

5.1. ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

O desenvolvimento da pesquisa foi estruturado em algumas etapas que estão explicitadas abaixo:

a) Reelaboração do tópico relativo à Mecânica dos Fluidos, integrante do currículo da segunda série da disciplina de Física do Ensino Médio do CEFET-SVS, a partir da prévia definição das competências e habilidades requeridas conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais/Ensino Médio e Matrizes Curriculares de Referência para o SAEB;

b) estruturação do Módulo Didático levando em conta:

- os fenômenos físicos vivenciados em vários momentos na vida dos estudantes de uma Escola Agrotécnica ;
- alguns equipamentos agrícolas de uso comum na Unidade Educativa de Produção (UEP de agricultura I), Laboratório de Hidráulica e Drenagem, e outros setores da escola que possuem equipamentos relacionados a Mecânica dos Fluidos;
- outros equipamentos agrícolas disponíveis no mercado;

c) agrupar o assunto em forma de tema subdividido em tópicos, sendo que o enfoque que foi dado em cada tópico variou conforme a importância deste no Ensino Médio;

d) elaboração do Módulo Didático que teve como foco principal o Estudo da Estufa na Agricultura;

e) a implementação da prática educativa teve como local, em determinados momentos, a sala de aula convencional ou o laboratório. Em outros momentos, os alunos deslocaram-se para setores da Escola que oferecem condições para o processo ensino-aprendizagem em física a partir da realidade dos equipamentos agrícolas do CEFET/SVS.

Nestes locais próprios, chamados de Unidades Educativas de Produção (UEP), os alunos passaram a ter contato direto com estes equipamentos e realizaram, assim, a observação, o reconhecimento, a identificação, a utilização e manuseio de materiais, a constatação e a interpretação de fenômenos, a realização de medidas, a seleção, o uso correto de tabelas e gráficos, o relacionamento de um conhecimento prévio com outro, a descrição e operação de uma máquina, enfim, construíram conceitos e descreveram princípios a partir do contato com equipamentos agrícolas em estudo nas UEPs.

As situações favoráveis que foram criadas a partir dessa dinâmica favoreceram a modificação do comportamento do aluno e, na execução dos mesmos, o aluno cresceu em função do que lhe foi oportunizado.

O desenvolvimento da prática educativa propiciou aos alunos várias oportunidades de aprendizagem em vários locais e ambientes educativos, tais como: sala de aula, laboratórios, biblioteca, UEPs, oficinas e outros ambientes do CEFET-SVS.

Terrazzan (1994, p.180) destaca que esta forma de aprendizagem deve ser cada vez mais freqüente nas escolas, pois, com o avanço da tecnologia há uma crescente oferta de aparelhos e equipamentos:

Assim, a 'hora de ir ao laboratório na escola, passa a ser qualquer momento de uma aula. A parafernália dos aparelhos que nos rodeiam na vida moderna deve ser trazida, se possível literalmente, para a discussão em sala de aula. Do relógio digital de pulso, à tela de TV.

Esta complementaridade entre os diversos ambientes de ensino se faz necessária e, por vezes, torna-se parte integrante de um ensino que objetiva

proporcionar uma visão mais ampla do mundo em que vivemos, oportunizando aos alunos momentos de discussão sobre o ensino da física.

É preciso que o professor oportunize a vivência de situações que permitam aos alunos desenvolverem sua criatividade. Terrazzan (1994 p.180) cita que: “São exercícios deste tipo que contribuem para libertar a mente dos alunos das amarras de um ensino tradicional e livresco, dando possibilidade a que a imaginação, a intuição e a criatividade possam ressurgir como elementos didático-pedagógicos”.

Foi adotada uma metodologia que possibilitou uma efetiva aproximação entre as possíveis abstrações do conhecimento científico e sua possibilidade de aplicação em situações reais concretas. Segundo Delizoivov (1991), podem surgir situações polêmicas entre os conhecimentos adquiridos e os conteúdos apresentados pelo professor, o que dá oportunidade para a explicitação de duas estruturas do conhecimento que não fornecem a mesma interpretação para um fenômeno estudado. Se não dermos importância a esse problema, incentivaremos no aluno a utilização de conceitos e leis da física apenas para “situações de cobrança de avaliações”, enquanto para situações vividas prevalecem os conhecimentos do senso comum.

Dessa forma, acreditamos ser fundamental levar em consideração esses conhecimentos prévios dos alunos, na perspectiva de buscar uma aprendizagem mais significativa para os mesmos. Por isso, elaboramos a nossa programação didática baseada numa metodologia que privilegie estes aspectos e situações.

5.2. ELABORAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO MÓDULO DIDÁTICO

A fase preliminar do desenvolvimento do presente trabalho teve início com o planejamento e elaboração de um Módulo Didático em agosto de 2003, sendo estruturado de acordo com o tema “Uso da Estufa na Agricultura”.

A escolha do tema “Uso da Estufa na Agricultura” justifica-se pelo fato de serem bastante familiares aos alunos os objetos existentes na UEP de

Agricultura I do Centro Federal de Educação Tecnológica de São Vicente do Sul. O CEFET-SVS oferece o Curso de Técnico Agrícola, com especialização em Agricultura e especialização em Zootecnia, entre outros. O tema escolhido proporcionou a inclusão de alguns equipamentos, inicialmente chamados de “objetos tecnológicos” existentes na UEP de Agricultura I, destinados às atividades de produção de hortaliças hidropônicas.

A expressão “objeto tecnológico” é citada na formulação do questionário inicial (conforme anexo I, página 196), por ser esta a denominação que se pretendeu dar a todo e qualquer equipamento usado nas várias UEPs do CEFET-SVS. Dessa forma, as respostas dadas pelos alunos a estas perguntas, citadas no Questionário Inicial, são referidas à expressão “objeto tecnológico”.

Estruturamos o Módulo Didático baseado em proposta de Delizoicov e Angotti (1991), segundo uma dinâmica básica constituída de três etapas denominadas de Três Momentos Pedagógicos (TMP) que são: Problematização Inicial (PI), Organização do Conhecimento (OC) e Aplicação do Conhecimento (AC). Para esse Módulo Didático, inicialmente, foram elaboradas 16 horas-aula e, posteriormente, implementadas em uma turma de alunos da segunda série do Ensino Médio do CEFET-SVS, no IV bimestre de 2003, contemplando os objetivos propostos com o uso de alguns objetos que fazem parte da estufa. Esses objetos foram alocados nas Atividades Didáticas planejadas nesse Módulo Didático. Entre os “objetos tecnológicos” citamos: estrutura metálica com cobertura de plástico, rede elétrica, vários tanques interligados através de canos formando sistemas de irrigação, incluindo tubulações de ferro e plástico, moto-bombas que conduzem as “soluções dosadas” até as bandejas de “cimento amianto” dentro da estufa por meio de canos de diferentes diâmetros onde as hortaliças são irrigadas, manômetros, além de outros ‘objetos tecnológicos’ “do laboratório de Irrigação e Drenagem que são objeto de estudo neste Módulo Didático.

Na Problematização Inicial, selecionamos cinco horas-aula, sendo a primeira aula composta por uma Atividade Didática baseada em Textos (ADT). Esses textos referem-se ao “Uso da Água na Agricultura” e tiveram por objetivo

despertar nos alunos, futuros Técnicos Agrícolas, para os problemas decorrentes das posturas inadequadas quanto ao uso da água na agricultura e em outras situações de suas vidas diárias.

Para a segunda e terceira aula foi desenvolvida uma Atividade Didática baseada em Experimentos (ADE). Essa atividade realizou-se na UEP de Agricultura I com o uso de alguns “objetos tecnológicos” pertencentes à estufa, onde os alunos realizaram a experiência planejada, incluindo as discussões pertinentes. A outra parte dessa atividade experimental foi realizada no laboratório de Física da Escola, para complementação da coleta de dados, interpretação dos resultados, análise de tabelas e conclusões finais.

Na quarta aula, foi realizada a apresentação e discussão de questões problematizadoras sobre algumas situações que ocorrem no dia a dia dos alunos, referentes à pressão que os corpos sofrem no interior dos fluidos. Procuramos, assim, proporcionar uma discussão no sentido de fazer com que os alunos associassem alguns equipamentos conhecidos nas UEPs com os conceitos e princípios que estavam sendo abordados nas discussões.

Seguindo o planejamento, foi desenvolvida a quinta aula que tratou de uma Atividade Didática baseada em Experimento (ADE). Essa aula versou sobre a apresentação e discussão de algumas questões problematizadoras num circuito elétrico e teve como objetivo o entendimento do princípio de funcionamento de um motor elétrico associado a uma bomba instalada no setor da UEP de Agricultura I e que, em aulas posteriores, voltaremos a abordar e aprofundar esse assunto.

Na estrutura das aulas para a segunda etapa “Organização do Conhecimento” (OC) - selecionamos também cinco horas-aula. Para a compreensão do tema central e da problematização inicial foram aprofundados os conceitos, relações e leis através de leituras de textos extraídos de livros didáticos e revistas de divulgação científica. Abordou-se conceito de fluido, conceito de pressão, conceito de massa específica (tabela comparativa de várias substâncias), natureza, forma e propriedades dos fluidos, forças de adesão e coesão, tensão superficial, fenômenos de superfície. Além disso,

alguns exercícios também foram realizados em aula e outros feitos em casa com o objetivo de relacionar os conhecimentos construídos com outras situações não abordadas nos dois primeiros momentos pedagógicos.

O professor realizou na oitava e nona aulas uma exposição sobre Pressão Atmosférica e Experiência de Torricelli com o uso de material de apoio retirado de livros-texto e leitura de artigos de Revistas de Divulgação Científica, procurando relacionar estes fenômenos com os vários equipamentos hidráulicos usados nos diversos setores de irrigação das UEPs da escola. Uma parte da aula ficou reservada para a resolução de exercícios referentes aos assuntos citados acima com o objetivo de associarem esses conhecimentos à prática do cotidiano.

Na seqüência, foi realizada na décima aula uma atividade experimental de montagem de um bebedouro para aves, onde os alunos seguiram algumas etapas. Na primeira etapa, o professor leva para a sala de aula os materiais para a montagem da experiência e monta a mesma que serve de referência aos alunos e para ser utilizada como demonstração. Foi realizada a observação/previsão por parte dos alunos e, logo após, o professor lançou algumas perguntas sobre a montagem e o funcionamento do bebedouro buscando possíveis respostas e promovendo discussões entre ele e os alunos. Na segunda etapa, foi realizada a montagem do experimento pelos alunos em grupos. Nesta etapa, o professor solicitou que os alunos testassem seus modelos explicativos, realizassem o experimento e descrevessem o ocorrido. Na terceira etapa, o professor sistematizou no quadro o conjunto das respostas dos grupos e promoveu uma discussão no sentido de buscar coletivamente as semelhanças e diferenças entre os modelos explicativos surgidos.

Para a décima primeira aula, foi realizada pelo professor a exposição de um texto sobre o Princípio de Pascal, retirado de livros-texto e, a seguir, os alunos construíram, em grupo, um conjunto de vasos comunicantes e comprovaram o que havia sido discutido no Princípio de Pascal. Também associaram esse estudo com o conjunto de tanques interligados, existentes na UEP de Agricultura I para uso da hidroponia.

Para o terceiro momento pedagógico – Aplicação do Conhecimento – foram selecionadas seis aulas. Na primeira aula deste momento pedagógico, os alunos, em duplas, percorreram os vários setores da escola com o objetivo de encontrar fatos/situações/equipamentos/ fenômenos que pudessem relacionar-se com os assuntos abordados em aulas anteriores e, a partir disso, darem suas explicações e fazerem seus comentários. Em aula, num segundo momento, os alunos expuseram suas constatações e conclusões para o grande grupo e o professor realizou uma síntese dos trabalhos dos alunos.

Uma Atividade Didática baseada em Texto de Divulgação Científica foi realizada na décima quarta e décima quinta aulas, além de exercícios sobre o tema abordado que foram objeto de avaliação.

A última aula desenvolvida foi sobre o estudo da instalação elétrica e motor elétrico, pois no sistema de plantação de hortaliças com o uso da estufa necessita-se de rede elétrica e motobombas. Esse estudo propiciou, também, discussões sobre uma analogia entre corrente elétrica que atravessa os fios e o fluxo de água nos canos existentes na estufa, utilizando-se diferentes diâmetros.

5.3. CONSTATAÇÕES DA APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO INICIAL - ANÁLISE DOS RESULTADOS

Inicialmente, a turma de alunos da segunda série do CEFET/SVS escolhida para desenvolver o presente trabalho recebeu do professor as informações necessárias para que as etapas e atividades propostas pudessem transcorrer conforme o planejado. Depois de escolhido e elaborado o tema - “Uso da Estufa na Agricultura” - os alunos foram convidados a responder um questionário inicial que teve como objetivo verificar o nível de envolvimento dos mesmos com os “aparelhos tecnológicos” relacionados à “Mecânica dos Fluidos”, buscando estabelecer uma base para a contextualização dos conteúdos a serem tratados.

A partir da análise das informações colhidas na fase preliminar, apresentamos alguns resultados que correspondem, basicamente, ao questionário inicial respondido pelos alunos dessa turma da segunda série do Ensino Médio sobre concepções iniciais de “objetos tecnológicos” e implementação do Módulo Didático.

A primeira pergunta solicitava aos alunos que se posicionassem a respeito dos “objetos tecnológicos”, isto é, se os mesmos trazem benefícios, prejuízos ou são indiferentes ao homem. A maioria dos alunos afirmou que os “objetos tecnológicos” auxiliam o nosso dia a dia e servem para melhorar a vida das pessoas, pois proporcionam maior aprendizado para o homem, facilitando o trabalho deste e tendo como conseqüência o aumento da produtividade.

Apenas um aluno mencionou que os “objetos tecnológicos” desempenham cada vez mais, melhores funções, além de trazerem vantagens às pessoas, trazem também danos ao homem e ao meio ambiente. Para este aluno, percebe-se que há uma preocupação em relação aos prejuízos que os “objetos tecnológicos” podem trazer ao meio ambiente, referindo-se, provavelmente, às máquinas e implementos agrícolas utilizados na agricultura.

Segundo os alunos, cada vez mais esses objetos vão sendo aperfeiçoados, desempenhando melhores funções. As novas invenções tecnológicas trazem, como vantagem, o desenvolvimento, e alguns trazem, como desvantagem, danos ao homem e a natureza.

A segunda questão solicitou aos alunos que comentassem sobre suas posições em relação à fabricação de um “objeto tecnológico” ter sido fabricado a partir de uma lei ou princípio físico. Uma parcela reduzida dos alunos acredita que um “objeto tecnológico” tenha sido fabricado sem a aplicação de um princípio ou lei, porque ele é criado de acordo com a necessidade que o homem tem de utilizá-lo.

Para a grande maioria dos alunos, um “objeto tecnológico” foi construído baseado num princípio ou numa lei já conhecida, porque nenhum “objeto tecnológico” é fabricado sem o “mínimo de conhecimento científico” sobre o mesmo para desempenhar uma função. Segundo esses alunos, não se

desenvolve a tecnologia de um objeto sem antes levantar quais serão as vantagens e desvantagens, e isso só pode ser definido por uma lei ou pela ciência. Assim, para a maioria dos alunos, um “objeto tecnológico” é fabricado levando-se em conta um conjunto de princípios e leis, e depois de realizadas as análises necessárias, pode-se desenvolver um “objeto tecnológico”.

A terceira questão solicitou que os alunos listassem objetos fabricados, simples ou complexos, que estivessem relacionados à Mecânica dos Fluidos. Entre os “objetos tecnológicos” que usam líquidos e gases, a maioria gostaria que fossem estudados: sistemas de irrigação, motores de trator, ordenhadeira, turbina, bomba de sucção de água, caixa de marchas, radiador, motobombas, sistemas hidráulicos e pivô central, aparelhos do laboratório de Irrigação e Drenagem, painéis de pressão do refeitório, funcionamento das “turbinas de tratores” e colheitadeiras.

Na quinta questão foi solicitado aos alunos para que agrupassem os aparelhos que têm funções semelhantes, obtivemos respostas muito variadas, mas os alunos apresentaram algumas respostas que demonstram a associação de aparelhos desempenham funções semelhantes. Algumas das respostas foram assim expressas pelos alunos:

“Máquina a vapor, motor de combustão e painel de pressão fazem parte de um conjunto de objetos tecnológicos que produzem força exercendo pressão que movimentam os equipamentos e cozinham os alimentos”.

“Pistões para levantar e baixar a plataforma de uma máquina, a força de uma motobomba utilizada para fazer pressão da água dentro de uma tubulação para espalhar água com os aspersores”.

“Na minha opinião a ‘irrigação por aspersão’ como a ‘painel de pressão’ exercem uma pressão em sentidos diferentes, pois a pressão da irrigação é para aumentar a velocidade de saída da água e a painel de pressão fica nela *mesma*”.

Quando solicitamos aos alunos que estabelecessem, segundo seus critérios, uma ordem decrescente de consumo de água, a maioria deles citou: sistema de irrigação, irrigação na fruticultura, estufas ou hidroponia, motobombas e caldeira. Alguns alunos não especificaram os aparelhos em ordem decrescente e outros responderam em ordem crescente de consumo de

água; evidenciando o desconhecimento do significado da palavra “decrecente”.

A respeito das preocupações quanto ao consumo de água, a maioria absoluta demonstrou preocupação, indicando formas de como realizar economia de água. Com relação a que atitudes os alunos e suas famílias tomam quando utilizam aparelhos ou sistemas hidráulicos com o objetivo de economizar água, algumas respostas citadas foram:

“Nossa família se preocupa com o consumo de água, sempre cuidando para não deixar o sistema de irrigação ficar mais tempo funcionando do que o necessário”.

“Diminuindo o tempo do nosso banho; na hora de escovar os dentes, não deixar a torneira ligada; não lavando o carro; não irrigando o jardim e outras”.

“Diminuir gastos, diminuindo o tempo do banho; fechando a torneira enquanto escovamos os dentes; reutilizando a água de lavar roupa para lavar calçadas, etc”.

“Todos nós devemos economizar água, pois dependemos dela para viver. Nunca devemos desperdiçar água, não deixar correr água, se podemos evitar”.

“Quando, por exemplo, for lavar a roupa na ‘máquina de lar’, evitamos lavar com pouca roupa, pois o consumo é grande para lavar pouco”. “Evita-se também lavar o carro com mangueira e sim com balde, pois economizamos mais água”.

Após realização de mais leituras referentes a outras pesquisas já realizadas na área de Ensino de Física e com as orientações recomendadas pelo professor orientador; houve a necessidade de se realizar algumas modificações tanto no Módulo Didático como na formulação de um novo questionário.

Quando elaboramos o Questionário Inicial, centramos as perguntas considerando a expressão “objeto tecnológico”, mas nas discussões realizadas em grupo com o professor orientador e colegas mestrandos, sentimos a necessidade de usarmos outra expressão que se aproximasse mais da realidade vivenciada pelos alunos do CEFET-SVS; por isso optamos por utilizar a expressão “equipamentos agrícolas”.

Houve necessidade de adequar cada uma das Atividades Didáticas escolhidas aos Momentos Pedagógicos, baseado em proposta de Delizoicov e Angotti (1991), além de incluir no novo Módulo Didático os Objetivos Procedimentais e Atitudinais. Também realizamos um estudo mais detalhado das respostas citadas pelos alunos ao questionário inicialmente aplicado - “concepções sobre objeto tecnológico” - e a partir daí reformularmos as questões.

Num segundo momento, o Módulo Didático foi reestruturado e implementado com as devidas correções. Algumas alterações foram realizadas quanto às Aprendizagens Esperadas em cada uma das Atividades Didáticas procurando identificar quais as que mereciam melhor atenção e possuíam maior potencial de discussão. Ampliamos o número de Atividades Didáticas para dar maior abrangência ao tema escolhido e realizamos alterações nos anexos de algumas das Atividades Didáticas na parte referente às “orientações para o professor”, “orientações para o aluno”, “expectativa de resposta dos alunos” e “respostas cientificamente aceitas”.

A avaliação destas implementações se deu através das observações diretas feitas pelo professor, da produção dos alunos da turma escolhida e do questionário. Concomitantemente a esta coleta de informações, realizamos a análise e reanálise das informações já coletadas, aprimorando e ampliando nossas considerações preliminares.

6 - FASE FINAL DA PESQUISA

Apresentamos os resultados da aplicação do questionário final (conforme Anexo II, página 182) expressos conforme as tabelas construídas para as perguntas.

Descrevemos, neste capítulo, a estrutura final do Módulo Didático (conforme Anexo IV, página 190), sua implementação em sala de aula, incluindo o envolvimento e caracterização dos equipamentos agrícolas nas Atividades Didáticas. Explanaremos a forma de abordagem dos equipamentos agrícolas e identificaremos o grau de centralidade de cada um deles, isto é, qual o grau de importância que cada equipamento agrícola teve ao desenvolvermos as Atividades Didáticas.

Por fim, faremos uma análise de Aprendizagens Conceituais, Procedimentais e Atitudinais, sinalizadas após a implementação do Módulo Didático referentes às três primeiras aulas.

6.1. APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DO QUESTIONÁRIO FINAL

Este questionário foi respondido por 25 alunos da segunda série do ensino médio do CEFET-SVS no início do primeiro semestre do ano letivo de 2004, num momento anterior à implementação do Módulo Didático “Uso da Estufa na Agricultura” conforme Anexo II (ver página 182). Os objetivos propostos com a aplicação desse questionário foram:

- a) Identificar as concepções que os alunos apresentam sobre funcionamento de equipamentos agrícolas existentes no meio rural;
- b) Avaliar o grau de familiaridade dos alunos do CEFET-SVS com os equipamentos agrícolas utilizados em irrigação;
- c) Verificar o nível de conhecimento dos alunos sobre ques focadas/relacionadas à construção e ao uso de equipamentos agrícolas.

Na **primeira questão** foi solicitado aos alunos que relatassem, conforme suas opiniões, sobre os benefícios, prejuízos ou indiferenças quanto ao uso destes equipamentos agrícolas. A tabela a seguir apresenta a transcrição das respostas do questionário, não sendo realizada nenhuma modificação. Após o trabalho de transcrição, foram realizadas a análise e categorização das respostas apresentadas pelos alunos.

TABELA 02
USO DE EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS

ORDEM	CATEGORIAS	DESCRIÇÃO DOS ALUNOS	%
1 ^a	Trazem só benefícios: Facilitadores de nossa vida	<ul style="list-style-type: none"> - Sem dúvida trazem muitos benefícios e facilitam muito a nossa vida reduzindo o esforço e aumentando o rendimento e a produção. - Eu acho que os equipamentos agrícolas utilizados no CEFET-SVS só trazem benefícios para a comunidade escolar, como a produção com boa irrigação utilizando tratores para manejo nas lavouras e a ordenhadeira utilizada no tambo. - Trazem vários benefícios, pois ao se colher com uma colheitadeira, por exemplo, efetua-se muito mais rapidamente do que se fosse feita a colheita manualmente. - Os equipamentos utilizados trazem benefícios, pois minimizam o tempo que levaríamos para executar uma tarefa e a uniformidade do serviço. - Eles trazem benefícios devido a não precisarem ser feitos pelo homem. - Todos trazem benefícios, pois é com eles que nós aprendemos a fazer muitas coisas, também aprendemos como operá-las com segurança. 	21
2 ^a	Trazem benefícios, mas podem causar prejuízos	<ul style="list-style-type: none"> - Na maioria das vezes trazem benefícios, mas também podem causar prejuízos. - Com certeza trazem benefícios como: rapidez na realização dos serviços, mais uniformidade, mais eficiência, etc. Mas, com certeza, trazem prejuízos como: provoca grandes poluições na atmosfera e no solo, no caso de pulverizadores. Ajuda nas possibilidades de gerar erosão como arados, grades, subsoladores. Muito gasto de água com equipamentos de irrigação, como pivô-central, etc. - Com certeza eles trazem muitos benefícios. É através deles que conseguimos muitos benefícios, é através dele que conseguimos trabalhar a terra, fazer uma lavoura. Mas também eles trazem alguns prejuízos, pois se o indivíduo não souber manuseá-lo, com certeza vai trazer prejuízos. - Com o passar do tempo o homem sentiu a necessidade de se especializar no setor agrícola, criando equipamentos (maquinários agrícolas) que sem dúvida trazem muitos benefícios, como: rapidez nos serviços, melhor uniformidade nas colheitadeiras. Entretanto, esses equipamentos trouxeram um menor número de trabalhadores em lavouras, assim o desemprego, prejudicando alguns seres humanos. - Os equipamentos utilizados por nós, em nossa escola ou nossas casas, são todos benefícios no nosso dia a dia; mas provocam prejuízos na natureza. - Realmente os equipamentos vêm fazer uma revolução no trabalho e ser desenvolvido por gerar maiores lucros, pois acelera as atividades. Hoje se sabe que tempo é dinheiro e quanto mais rápido se fizer uma atividade. Mas quase todos geram um grande problema: a poluição do meio ambiente. - Benefícios, pois facilitam o serviço com mais rapidez no preparo e colheita, por exemplo. Com essa facilidade, teremos mais lucros, em menos tempo. Prejuízos se tem também, como os pulverizadores que jogam grande quantidade de veneno na atmosfera. - No meu ponto de vista a maioria dos equipamentos agrícolas nos trazem vários benefícios e poucos prejuízos. - Trazem benefícios, pois traz agilidade no serviço, rapidez, melhor aproveitamento de tempo, mas trazem prejuízos, por exemplo, no momento que aramos a terra, o solo ficará descoberto. - Trazem muitos benefícios para a agricultura e muitos prejuízos para o meio ambiente. - Alguns equipamentos nos trazem benefícios, pois realizam atividades que um homem não poderia realizar manualmente, como puxar uma grade plantadeira. Os tratores facilitam o trabalho humano, mas nos prejudicam no sentido da poluição, pois são movidos por meio de combustíveis. Também compactam o solo, pois geralmente são pesados devido a sua constituição. - Dependendo da função que você for fazer, algumas trazem benefícios e outras 	62

		feitas de modo errado trazem prejuízo. - Todos trazem benefícios e prejuízos dependendo da maneira como são utilizados. Os equipamentos mais modernos irão trazer mais benefícios do que prejuízos. - Eles trazem benefícios como também trazem prejuízos.	
3ª	Trazem benefícios desde que o equipamento agrícola seja usado de forma correta	- Na minha opinião trazem benefícios, desde que o agricultor saiba usar o equipamento. Vai em busca de aprender usar o equipamento certo. Agora, se o agricultor não sabe usar o equipamento, aí poderá causar prejuízo no procedimento. - Eles trazem bastante benefícios na rapidez e uniformidade do serviço; também trazem prejuízos na poluição do meio ambiente, mas os benefícios você terá se souber mexer com estes equipamentos. - Depende de onde vão ser usadas essas máquinas e também as formas de utilização.	17

Analisando o quadro acima, observamos que 62% dos alunos acreditam que os equipamentos agrícolas trazem benefícios, mas podem causar prejuízos. Os prejuízos citados podem ser classificados em:

1 - Caráter ambiental: Poluição da atmosfera devido ao uso de motores de combustão interna. Poluição da atmosfera e do solo com o uso de defensivos agrícolas através de pulverizadores. Para estes alunos, com o uso de equipamentos agrícolas também haverá maior probabilidade de geração da erosão com o uso de arados, grades e subsoladores, pois o solo ficará descoberto, além da sua compactação pelas máquinas pesadas. Ocorre também excessivo gasto de água com equipamentos de irrigação.

2 - Caráter social: Poluição do meio ambiente, principalmente, a poluição da água com o uso de defensivos agrícolas. Haverá maior consumo de água pela opção do plantio irrigado, além do aumento do desemprego rural com a diminuição do número de trabalhadores nas lavouras e dos prejuízos para determinada camada da população rural com a diminuição de opções de trabalho.

Uma outra porcentagem dos alunos acredita somente nos benefícios dos equipamentos agrícolas. Esses alunos (21%) entendem que havendo maior produção em menor tempo e como consequência, maiores lucros com pouco esforço físico, os equipamentos agrícolas são benéficos.

O entendimento deste grupo de alunos é de que a máquina executa o trabalho com muito mais eficiência e rapidez do que o homem, facilita a vida no sentido de diminuir o esforço físico e por isso trazem só benefícios. Para este

grupo de alunos não há preocupação com as conseqüências que poderão advir devido ao uso inadequado dos equipamentos agrícolas.

Outra parte dos alunos (17%) acredita que os equipamentos agrícolas trazem benefícios desde que o agricultor faça uso correto deste equipamento. Percebeu-se pelas respostas apresentadas por esse grupo de alunos uma preocupação quanto à necessidade de conhecimento, pelo agricultor, do equipamento agrícola quanto ao seu funcionamento, isto é, quanto as suas possibilidades de execução de um trabalho e habilidades do operador. Os agricultores precisam conhecer o equipamento e as conseqüências que o mau uso deste provoca na natureza.

A **segunda questão** solicitou aos alunos que relatassem de que modo estes equipamentos agrícolas podem trazer benefícios ou prejuízos. Além disso, solicitou que citassem alguns exemplos de equipamentos agrícolas e possíveis prejuízos e/ou benefícios que eles podem trazer. A tabela a seguir mostra a relação estabelecida pelos alunos entre o equipamento e seus possíveis benefícios e prejuízos:

TABELA 03
RELAÇÃO: EQUIPAMENTOS - BENEFÍCIOS/PREJUÍZOS

EQUIPAMENTO	Aluno	BENEFÍCIOS	Aluno	PREJUÍZOS
A - Sistema de Irrigação	1	Não apontou	1	Quando colocamos água a mais ou a menos na plantação.
	2	Aumento da produção.	2	Não apontou
	6	Não apontou	6	Gasto excessivo de água.
B - Estufa	1	Ambiente protegido e ideal para o desenvolvimento de culturas.	1	Se num dia quente não for aberta provocará a queima da cultura pelo calor do sol.
	1	Aumenta o rendimento da produção e reduz a mão de obra.	1	Não apontou
	2	Aumento da produção.	2	Não apontou
	3	Não apontou	3	Quando polui o meio ambiente
	5	Rapidez no plantio de um cereal.	5	Compactam o solo
	6	Rapidez nos serviços, facilidade de realizá-los, mais uniformidade nos trabalhos.	6	Poluem o ambiente, provocam a erosão e provavelmente lavagem do solo com a vinda de uma enxurrada.

C -Trator	7	Facilitam a movimentação de implementos e a colheita.	7	Compactam o solo e queimam combustível poluindo o ar.
	11	Facilidade de locomoção de objetos na propriedade.	11	Alto valor pago na aquisição
	12	Facilitam a colheita.	12	Com o uso deste equipamento, há também desemprego
	13	Rápido desenvolvimento das atividades.	13	Poluem o meio ambiente com a queima do óleo diesel.
	14	Ajudam com um grande benefício que é puxar todos esses outros implementos.	14	Poluem o ambiente com a queima de óleo diesel.
	18	Facilita o trabalho pesado.	18	Polui o meio ambiente com gases tóxicos que são liberados.
	20	Facilitam o trabalho na lavoura.	20	Promovem o êxodo rural com a diminuição da oferta de mão de obra e aumento da poluição.
	21	Ajudam nas tarefas que exigem uma grande força.	21	Não apontou
	22	Preparar a terra com muitas vantagens	22	Quando precisa repor as peças danificadas ou quando necessita de uma revisão geral.
	23	Ajuda em tarefas que exigem uma grande força. Ajudam a manter o local limpo, como, por exemplo, roçando campos.	23	Não apontou
D - Pulverizador	2	Não apontou	2	Polui o ambiente
	6	Eficiência na aplicação de herbicidas	6	Não apontou
	7	É muito rápido e eficiente na forma de usa-lo.	7	Colabora com a poluição do ambiente
	14	Rapidez no combate às pragas	14	Contaminam o ambiente
	16	Eliminam as pragas com eficiência e rapidez.	16	Trazem prejuízos ao meio ambiente.
	17	Ajudam a matar as pragas que atacam as plantações.	17	Espalham venenos que prejudicam a saúde do homem e dos animais.
	20	Controlam as pragas.	20	São grandes poluentes por terem a distribuição dos defensivos em forma de vapor de água ou pó.
	21	Não apontou	21	Contaminam as águas.
23	Não apontou	23	Contaminam correntes	

	24	Eficiência no combate às pragas	24	de água. Lançam na atmosfera produtos químicos poluindo o ar, solo e água.
E – Motosserra	2	Não apontou	2	Destrói nossas matas
	11	Velocidade no corte de árvores	11	Equipamento perigoso e inseguro com riscos de acidentes
F - Colheitadeira	2	Aumento da produção	2	Não apontou
	11	Grande velocidade e uniformidade na colheita.	11	Aumento do desemprego e grande gasto na aquisição
	15	Equipamentos computadorizados ricos em dados da lavoura.	15	Possíveis acidentes, gastos com combustíveis, reposição de peças que se danificam, manutenção dos equipamentos.
	16	Diminuição de gastos com mão de obra e alta produtividade na colheita	16	Não apontou
G – Ordenhadeira	2	Aumento da produção e rapidez no trabalho de ordenha	2	Não apontou
H – Plantadeira	5	O trabalho na plantação fica muito mais ágil	5	Não apontou
I - Grades-Arados e Subsoladores	7	Não apontou	7	Removem a terra o que pode colaborar com a erosão e a lavagem dos nutrientes do solo.
	9	Se manuseado corretamente o equipamento somente trará benefício, porque é através dele que preparamos a lavoura	9	Se a pessoa não manusear corretamente o equipamento ele vai estragar a lavoura e os implementos
	10	Os equipamentos que estão em perfeita ordem trazem benefícios	10	Equipamentos que não estejam funcionando bem, equipamentos sucitados.
	14	Rapidez no preparo da terra e colheita.	14	Causam erosão na lavoura.
	19	Diminuição do tempo de preparo da terra e maior produtividade.	19	Emissão de gases poluentes e produtos químicos tóxicos.
	25	Deixam a terra pronta para o plantio.	25	Deixam a terra nua o que faz perder muitos nutrientes.
J – Roçadeiras	7	Limpam os campos para melhorar a pastagem	7	Não apontou
K – Semeadeira e Adubadeira	8	Com boa prática tem-se um bom lucro no plantio, facilitando o manejo e com maior rapidez, aumentando a área a plantar.	8	Equipamento mal regulado provoca adubação e semeadura irregular com prejuízos para o produtor

Como podemos observar na tabela acima, os equipamentos agrícolas mais citados pelos alunos com seus respectivos benefícios e prejuízos foram: Trator, Pulverizador, Grades-Arados e Subsoladores e Colheitadeiras. Os benefícios relacionados aos equipamentos da tabela foram os seguintes: aumento da produção, redução da mão de obra, rapidez no plantio, rapidez e facilidade ao realizar os serviços, facilidade de locomoção de objetos na propriedade, preparam a terra com muitas vantagens. Podemos observar os benefícios mais citados que os equipamentos agrícolas trazem, em algumas das descrições apresentadas pelos alunos:

“Rapidez na execução de um trabalho, como por exemplo, o uso do trator para o plantio de um cereal”;

“O uso do equipamento facilita o manejo, pois é mais rápido, havendo uma uniformidade na colheita”;

“Diminuição de gastos com mão de obra e alta produtividade”.

Muitos alunos associam como benefício o fato de um equipamento agrícola reduzir a mão de obra, mas não levam em conta as consequências de desemprego que fatalmente ocorrerão. A rapidez com um equipamento agrícola realiza um atividade, também está relacionada ao desemprego; já que muitas vezes, por exemplo, uma máquina trabalhando 8 horas por dia com apenas um operário, realiza o trabalho de 10 operários no mesmo período.

Os alunos apontaram também alguns equipamentos que trazem prejuízos, como podemos observar nas citações abaixo:

“O pulverizador é muito rápido, eficiente e uniforme, mas colabora com a poluição do ambiente”;

“Grades, arados, subsoladores, removem a terra o que podem colaborar com a erosão e a lavagem dos nutrientes do solo”;

“O trator, as colheitadeiras são essenciais para deslocar implementos e realizar a colheita, mas compactam solo e queimam combustíveis poluindo o ar”.

Observa-se, nas falas destes alunos, que os mesmos demonstram uma certa preocupação quanto aos efeitos negativos que estes equipamentos podem causar na natureza se não forem trabalhados com cautela, isto é, se “o agricultor não tiver bom senso” (fala de um aluno), procurando não causar erosão no solo, não poluir córregos, rios e lagos e não provocar poluição na

atmosfera com gases poluentes que saem dos canos dos motores de equipamentos agrícolas.

Encontramos, nas respostas dadas pelos alunos, um grupo que acredita tanto em benefícios como em prejuízos causados/trazidos pelos equipamentos agrícolas:

“Certamente os mesmos equipamentos que provocam benefícios, também causam prejuízos”;

“Possíveis prejuízos podem acontecer com equipamentos que não estejam funcionando bem, equipamentos sucitados. Trazem benefícios os equipamentos que estão em perfeita ordem”;

“Pois eles nos ajudam e ao mesmo tempo prejudicam a natureza. Por exemplo: pulverizador, trator, colheitadeira, enxada, máquina de debulhar milho. Com essas tecnologias há o desemprego e também prejudicaria a natureza”.

Percebe-se nas respostas desses alunos, que há uma preocupação quanto ao uso desses equipamentos. Mesmo usando-os de forma “correta”, em alguns casos, há prejuízos inevitáveis para a população, tais como desemprego e poluição da natureza.

Talvez, a maior parte destes dos alunos acredita que a tecnologia é neutra e isenta de valores, sendo meramente uma resposta à demanda econômica. Basta surgir a demanda para um produto que preencha uma necessidade e logo o tecnólogo projeta esse produto por causa do dinheiro que ele ou alguém irá ganhar com sua comercialização. Na verdade, para as nações industrializadas, as demandas surgem para suprir desejos, tanto quanto necessidades. Os desejos são estimulados por uma infinidade de fatores, dos quais não são poucas as campanhas de publicidade planejadas para criá-los.

Os equipamentos agrícolas trazem embutidos, de uma forma ou outra, muita tecnologia. Eles não só afetam o consumidor como também fazem exigências àqueles que a inventam e exploram. Quando uma nova técnica é inventada, os seus usuários tendem a buscar novas aplicações, modificando ou acrescentando elementos de forma a ampliar a organização que criaram. A tecnologia não é uma agência neutra que pode ser posta em funcionamento e

paralisada a bel-prazer; ela tem um impulso interior que lhe é próprio. (Kneller, 1980, p.258).

Kneller (1980) argumenta que a tecnologia tanto abre portas como as fecha. Por um lado, habilita as pessoas a fazerem coisas que de outro modo são impossíveis. Por outro, impele as pessoas a agirem por razões mais técnicas do que humanas. Quando entramos por uma porta, aberta pela inovação técnica, podemos descobrir que uma outra porta se fecha.

A **terceira questão** solicitava aos alunos para que se manifestassem sobre a relação entre a fabricação de um equipamento agrícola e as leis/princípios científicos formulados pelo homem.

Verificou-se que, pelas respostas dadas, 5% dos alunos pertencentes à turma escolhida acreditam que um equipamento agrícola tenha sido fabricado sem o conhecimento de leis/princípios científicos. Podemos constatar a posição desses alunos pela resposta obtida, após transcrição, de um deles:

“Eu acho que o homem criou os equipamentos agrícolas devido a sua necessidade, e assim o homem ia aperfeiçoando esses implementos para assim resolver os problemas do campo com mais agilidade”;

Nesta resposta não há referência aos conhecimentos de leis ou princípios físicos e o aperfeiçoamento dos implementos surgiu com a necessidade que o homem tem de resolver problemas surgidos com o equipamento, seja modificando peças deste equipamento ou substituindo outras com o objetivo de tornar o equipamento mais eficiente, aumentando, assim, a produtividade.

Grande parte das respostas (80% dos alunos) evidenciou que os alunos dessa turma acreditam que os equipamentos agrícolas foram fabricados baseados num princípio físico ou numa lei já conhecida, ficando, desta forma, evidente para os alunos que primeiro veio a ciência e depois a tecnologia. Algumas falas enfatizam que foram os estudos realizados por algumas pessoas que oportunizaram a fabricação de equipamentos, mas sempre alicerçados num princípio ou lei física.

Outros alunos deixam transparecer que foi o conhecimento construído pelos cientistas, pessoas dotadas de grande capacidade e inteligência, que deu origem aos equipamentos e por isso permitiram a criação da tecnologia que temos hoje.

As respostas mais significativas registradas por esse grupo de alunos foram:

“Sim, porque para tudo que temos que fazer, tem que haver uma lei. Por exemplo, se fabricarmos um pulverizador sem lei, ele pode prejudicar até nós mesmos”;

“Acho que sim, tudo foi fabricado a partir de um conhecimento obtido pela ciência, pelo estudo e um ponto de partida”;

“No meu ponto de vista todos os equipamentos são feitos conforme a aplicação de uma lei científica”;

“Para se montar um implemento agrícola, o homem, certamente, teve que observar princípios da ciência como: pressão, peso, força, fluidos, etc. Observando isso, ele relaciona com a função do equipamento e faz ele ser eficiente”.

Ao analisarmos as respostas desses alunos observa-se que seus pontos de vista entre a fabricação de um equipamento agrícola e as leis/princípios científicos formulados pelo homem convergem para a afirmação de Joseph Henry (citado por Kneller, 1980, p. 247) quando declarou:

...toda a arte mecânica se baseia em algum princípio ou lei geral da natureza, e ... quanto mais familiarizados estamos com essas leis, mais capazes deveremos ser de acelerar e aperfeiçoar as artes úteis.

Alguns exemplos dessa posição são reforçados por Henry, citado por Kneller (1980 p. 248), quando afirma:

James Watt inventou a sua máquina a vapor usando a teoria do calor latente de Joseph Black; os construtores navais empregaram os resultados matemáticos de Euler sobre a curvatura dos cascos, e Humphry Davy inventou a lâmpada de segurança para minas depois de ter estudado cientificamente o grisu. Do mesmo modo, as realizações de Robert Fulton na navegação a vapor e a invenção por Eli Whitney do descaroçador de algodão ‘dependeram de seus amplos conhecimentos científicos’.

Charles Babbage (1835) é mencionado por Kneller (1980 p. 248) para reforçar a idéia de que há uma relação íntima entre o progresso da ciência e da tecnologia. Em 1935, escreveu:

É impossível não perceber que as artes e manufaturas do país estão intimamente relacionadas com o progresso das ciências mais exatas; e que, à medida que avançamos na carreira do aperfeiçoamento, cada passo requer, para seu êxito, que essa ligação se torne mais íntima.

Uma outra parcela dessa turma (15% dos alunos) acredita que o estudo sobre os equipamentos agrícolas, decorrentes da necessidade de aumentar cada vez mais a eficiência do equipamento teve como conseqüência a modificação dos mesmos.

A semelhança desse ponto de vista, com as respostas citadas por alguns dos alunos pode ser comparada quando afirmam:

“Meu ponto de vista é o seguinte. O homem necessitou construir máquinas de acordo com a necessidade de se plantar. Por exemplo: Na necessidade de acelerar a plantação, e de se fazer as coisas mais rápido”.

“Cada equipamento que usamos hoje partiu de um projeto e de uma necessidade do homem”.

Segundo Kneller (1980), atualmente o ponto de vista mais comum é que a Ciência e a Tecnologia se desenvolveram, em sua maior parte, independentemente uma da outra até cerca de 100 anos atrás.

De acordo com o historiador da Ciência A. Rupert Hall, “virtualmente todas as técnicas da civilização até duzentos anos atrás foram obra de homens tão incultos quanto anônimos”. Ele e Marie Boas Hall declararam que “os primórdios da tecnologia moderna, na chamada Revolução Industrial do século XVIII e começo do XIX, deram virtualmente nada à Ciência e tudo aos frutos da tradição de invenção nas artes mecânicas e artesanais”. As invenções da Revolução Industrial foram “os resultados de experimentos empíricos, produtos do engenho artesanal e de grandes quantidades de trabalho árduo”. Somente a partir da segunda metade do século XIX é que foram instalados os primeiros laboratórios industriais e os homens de negócios começaram a empregar cientistas para inventar e aperfeiçoar a tecnologia pertinente. (Kneller, 1980 p.249)

A Revolução Industrial, segundo esse ponto de vista, iniciou por fatores sociais e econômicos, não pela ciência. Por exemplo, a máquina a vapor que utilizou as forças naturais do calor e do vapor para acionar máquinas para a fabricação e transporte de mercadorias, foi inventada por empresários habilidosos que só empregaram ocasionalmente métodos científicos e tinham escassos conhecimentos científicos.

Na **quarta questão**, foi solicitado aos alunos que listassem equipamentos agrícolas, simples ou complexos, cuja operação ou cuja função esteja ligada ou relacionada a líquidos ou gases.

As respostas apresentadas pela grande maioria dos alunos demonstraram que possuem familiaridade com equipamentos agrícolas. Os equipamentos citados foram: Trator, Colheitadeira, Pulverizador (conduzido pelo homem, de tração animal ou motorizado), Sistema de Irrigação, Bomba Hidráulica, Plantadeira, Prensa Hidráulica, Macaco Hidráulico, Hidráulico do Trator, Moto Bombas e Resfriadores.

Ainda entre os equipamentos citados pelos alunos nesta questão, observou-se que muitos mencionaram tratores, colheitadeiras e plantadeiras. Acreditamos, com isso, que os alunos tenham associado estes equipamentos com os dispositivos hidráulicos instalados neles, como por exemplo, Sistema Hidráulico de Freios, Sistema Hidráulico de levante, utilizado para movimentar grades e implementos agrícolas.

Apresentamos, a seguir, uma tabela que expressa o conhecimento dos alunos em relação aos equipamentos cuja operação ou cuja função esteja ligada ou relacionada a líquidos ou gases.

TABELA 04
CONHECIMENTO DOS ALUNOS EM RELAÇÃO AOS EQUIPAMENTOS

ORDEM	EQUIPAMENTOS	NÚMERO DE ALUNOS QUE CITARAM O EQUIPAMENTO	PORCENTAGEM DE ALUNOS (%)
01	Pulverizador (costal, de tração animal ou motorizado)	17	22%
02	Trator	14	19%
03	Colheitadeira	10	14%
04	Sistemas de Irrigação	09	11,5%
05	Plantadeira	04	5%
06	Hidráulico do Trator	03	4%
07	Motores arrefecidos a água	02	2,5%
08	Bebedouro	02	2,5%
09	Pivô Central	02	2,5%
10	Bomba Hidráulica	02	2,5%

11	Prensa Hidráulica	02	2,5%
12	Cortador de grama	02	2,5%
13	Moto serra	02	2,5%
14	Resfriador	01	1,0%
15	Direção Hidráulica	01	1,0%
16	Macaco Hidráulico	01	1,0%
17	Grade – Plana – Aradura	01	1,0%
18	Caçamba Hidráulica	01	1,0%
19	Compressor de ar	01	1,0%
20	Radiador do trator	01	1,0%

Ao analisarmos a tabela acima, os cinco equipamentos agrícolas mais citados pelos alunos foram: pulverizador, trator, colheitadeira, sistema de irrigação e plantadeira, que correspondem a 71,5% do total das respostas apresentadas.

A elaboração desta questão teve como objetivo inicial identificar a familiaridade que os alunos tem com equipamentos agrícolas cuja operação ou cuja função esteja ligada ou relacionada a líquidos ou gases, para, posteriormente, elaborarmos o Módulo Didático, procurando envolver alguns deles nas Atividades Didáticas.

Pelo fato de termos escolhido o Tema “Uso da Estufa na Agricultura”, foi possível incluirmos no Módulo Didático alguns dos equipamentos agrícolas relacionados pelos alunos. Apesar de alguns deles não constarem como equipamentos agrícolas no módulo Didático, eles possuem o mesmo princípio de funcionamento, por isso eles foram estudados durante a implementação do Módulo Didático em sala de aula. Esses equipamentos agrícolas foram os seguintes: Pulverizador (costal, de tração ou motorizado), Sistemas de Irrigação, Hidráulico do trator, Bebedouro para aves, Pivô central, Prensa Hidráulica, Macaco Hidráulico.

Na **quinta questão** foi solicitado aos alunos que fizessem uma breve descrição das funções executadas por cada um dos equipamentos que o aluno listou na quarta questão, isto é, que descrevessem para que cada um deles serve.

Apresentamos a seguir uma tabela que mostra o conhecimento dos alunos em relação à utilização dos equipamentos agrícolas.

TABELA 05
CONHECIMENTO DOS ALUNOS EM RELAÇÃO À UTILIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

ORDEM	EQUIPAMENTO	ALUNO	FUNÇÃO
01	Motor	01	Faz com que certos equipamentos funcionam.
		09	Recebe gasolina (líquido), explode e solta fumaça ou gases, por exemplo, o CO ₂ .
		24	Para que o motor não funda é necessário que ele seja arrefecido, podendo ser a água ou com ar.
		09	Recebe gasolina (líquido), explode e solta fumaça, ou gases, por exemplo, o CO ₂ .
02	Sistema de Irrigação	01	Para fazer irrigação.
		03	Irrigar, colocar água nas lavouras.
		04	Irrigar áreas de grande ou pequena extensão.
		16	Irrigar plantas.
		12	Irrigar lavouras.
03	Moto Serra	01	Para cortar lenha.
04	Pulverizador	02	Pulverizar as lavouras eliminando pragas.
		04	Pulverizar com inseticidas contra pragas.
		03	Passar veneno na lavoura.
		05	Serve para pulverizar as plantas.
		06	Para aplicar defensivos agrícolas.
		08	Para passar defensivos agrícolas.
		09	Espalhar uniformemente líquidos (venenos)
		10	Para aplicação do agrotóxico na lavoura, na detenção de pragas.
		12	Colocar veneno em grandes áreas.
		16	Pulverizar as plantas com agrotóxico.
		17	Aplicar inseticida.
		18	Aplicar inseticida.
		20	Utilizado para fazer aplicação de um defensivo agrícola.
		21	Serve para passar veneno eliminando pragas e doenças.
23	Eliminar pragas que atacam a plantação.		
24	Aplicar defensivos agrícolas.		
05	Pulverizador Costal	03	Passar veneno na lavoura manualmente.
		12	Colocar veneno em pequenas áreas.
05	Trator	02	É um dos principais equipamentos, "faz os outros funcionarem".
		04	Puxar equipamentos que servem para trabalhar a terra.
		03	Manusear implementos de tração.
		05	Serve para vários serviços.
		07	É o principal equipamento da agricultura de hoje em dia, serve para mover todos os outros equipamentos.
		10	Um dos principais implementos agrícolas utilizados pelo homem na agricultura.
		11	Tem várias utilidades, por exemplo, plantar, pulverizar, e algumas vezes, colher.
		12	Puxar implementos.
14	Mais utilizado na prática agrícola.		

		16	Executar tarefas junto com implementos para preparar o solo.
		17	Puxar implementos é um dos principais equipamentos.
		18	Puxar implementos, preparo da terra.
			Serve totalmente para puxar e comandar os implementos que não se movem.
		19	Serve para colocar herbicidas e inseticidas nas lavouras.
		21	Serve para puxar, utilizar outros implementos agrícolas para fazer algo.
		23	Lavrar a terra, semear, puxar implementos.
06	Colheitadeira	02	Recolher os grãos da lavoura.
		04	Colher as sementes.
		03	Colher a soja
		10	Para colheita.
		12	Colher a safra.
		14	Colher a cultura plantada pelo trator.
		16	Colher as sementes.
		19	Serve para colher.
		21	Colher o que for plantado.
			Colher o que foi plantado.
07	Plantadeira	02	Coloca a semente na terra, em condições para que possa nascer.
		10	Para plantar mais rápido.
		17	Depositar a semente na terra para que ela produza.
		18	Depositar semente na terra.
08	Irrigação por aspersores	03	Irrigar, colocar água nas lavouras.
		10	Usados para irrigar as plantas.
			Irrigar lavouras.
09	Motoserra	04	Para serrar madeira.
10	Sistemas de Irrigação	04	Irrigar áreas de grande ou pequena extensão.
		24	Limita a chuva e homogeneamente irriga a plantação com a quantia de água necessária.
		23	Disponibilizar água às plantas.
11	Moto-bomba	06	Para deslocar a água através da pressão para o sistema de irrigação
12	Resfriador a granel	06	Armazena e conserva o leite a uma temperatura de 2 ^o C.
13	Sistema Hidráulico do trator	07	Serve para carregar equipamentos pesados.
		15	Tem a finalidade de suspender arados, discos, subsoladores.
		13	Levantar os arados, subsoladores, discos.
14	Direção Hidráulica	07	Funciona para diminuir a força exercida pelo tratorista para fazer uma curva.
15	Pivô Central	08	Para irrigação.
			Serve para irrigar a lavoura.
16	Mangueira	09	Conduzir águas.
17	Enxada	11	Equipamento de grande importância em pequenas propriedades.
18	Prensa hidráulica	13	Levantar volumes com massas enormes.
		15	Levantar enormes objetos de grande massa.
19	Cortador de grama a combustível	14	Cortar grama de pátios grandes.
		15	Tem a finalidade de aparar a grama, para maior ornamentação do local e limpeza.
20	Grade	17	Quebrar a terra.

21	Plaina:	17	Emparelhar a terra.
22	Bebedouros	18	Água para os animais.
		23	Suprir as necessidades de líquidos dos animais.
23	A caçamba hidráulica	19	Serve para mover terra. Ela junta e solta e é comandada por cabo hidráulico.
24	Bomba hidráulica	20	Faz uma pressão, e este óleo pressurizado faz mover algumas partes de algum implemento.
			Serve para auxiliar outros implementos.
25	Compressor de ar	20	O ar comprimido é utilizado para inflar pneus, bolas, botes etc.; e radiador serve para o resfriamento do motor.
26	Radiador	22	Serve para o resfriamento do motor
		24	Para que o motor não funda é necessário que ele seja arrefecido, podendo ser a água ou com ar.

As respostas apresentadas pelos alunos quanto à descrição das funções executadas por cada um dos equipamentos foram satisfatórias. Isso evidencia que os alunos possuem conhecimento sobre a finalidade de cada um destes equipamentos, fato que podemos constatar em algumas das respostas:

- Trator:

“É o principal equipamento da agricultura de hoje em dia, serve para mover todos os outros equipamentos”.

- Pulverizador:

“Pulverizar com inseticidas e herbicidas contra pragas da lavoura”.

- Sistema de Irrigação:

“Irigar áreas de grande ou pequena extensão”.

- Sistema hidráulico do trator:

“Serve para carregar equipamentos pesados, como arados, discos, plantadeiras”.

- Direção Hidráulica:

“Funciona para diminuir a força exercida pelo tratorista para fazer uma curva”.

- Compressor de ar:

“O ar comprimido é utilizado para inflar pneus, botes, bolas, etc”.

- Motores arrefecidos a água:

“Para que o motor não funda é necessário que ele seja arrefecido, podendo ser a água ou a ar”.

Com relação à classificação de equipamentos agrícolas, referentes à **sexta questão**, cujas funções são semelhantes, obtivemos as descrições dos alunos que permitiram formular cinco categorias:

- ✓ Equipamentos Agrícolas que trabalham a terra: trator, arado, grade, plantadeira e semeadeira.
- ✓ Equipamentos agrícolas que colhem os produtos agrícolas: trator, colheitadeira, cegadeira, enrolador de feno e siladeira.
- ✓ Equipamentos Agrícolas que plantam as sementes: trator, plantadeira, semeadeira.
- ✓ Equipamentos Agrícolas que utilizam fluidos para funcionarem: sistema hidráulico do trator, prensa hidráulica, direção hidráulica, motor de combustão interna.
- ✓ Equipamentos Agrícolas que utilizam água: pulverizador adaptado ao trator, sistema de irrigação, bebedouro, pivô central, pulverizador costal, pulverizador, motobomba.

Apresentamos a relação categorias/funções semelhantes que podem ser visualizadas na tabela 06, a seguir.

TABELA 06
RELAÇÃO: CATEGORIAS/FUNÇÕES SEMELHANTES

ORDEM	CATEGORIA	ALUNO	FUNÇÕES SEMELHANTES	%
01	UTILIZAM ÁGUA	01	Pulverizador e Sistema de Irrigação.	10%
		02	Bebedouro e Sistema de Irrigação. Pulverizador usado em conjunto com o trator.	
		03	Pulverizador adaptado ao trator. Pulverizador e Pivô central gastam água.	
		04	Pulverizador e compressor de ar trabalham com ar comprimido.	
		11	Pulverizador e Pulverizador costal.	
		12	Pulverizador e Aspersores.	
		13	Pulverizador e mangueira.	
		14	Pivô central e Pulverizador.	

		16	Motobomba e pulverizador funcionam por pressão, movidos por energia elétrica ou motores.	
		17	Pulverizador e Pulverizador costal.	
		18	Pulverizador e Pulverizador costal.	
02	COLHEM OS PRODUTOS AGRÍCOLAS	05	-Colheitadeira e cegadeira. -Trator e colheitadeira. -Enrolador de feno e siladeira.	35%
		08	Trator e colheitadeira.	
		09	Cortador de grama e cegadeira.	
		11	Tratores e colheitadeiras.	
		17	Tratores e colheitadeiras..	
		18	Trator e colheitadeira.	
		19	Trator e colheitadeira.	
03	TRABALHAM A TERRA	06	Arado, grade, plantadeira e semeadeira.	10%
		07	Arado e grade	
04	PLANTAM AS SEMENTES	07	Plantadeira e semeadeira.	10%
		12	Trator, Plantadeira e Colheitadeira.	
05	UTILIZAM FLUIDOS PARA SEU FUNCIONAMENTO	01	-A queima do gás aquece o ar dentro da estufa. -A água refrigera os motores de combustão interna.	30%
		09	Hidráulico do trator e Prensa Hidráulica.	
		13	Motores de combustão Interna.	
		15	Direção Hidráulica e Sistema de Hidráulica.	
		20	O motor faz o Sistema de Irrigação funcionar como também a motosserra.	

Dentre os equipamentos agrícolas que utilizam água, as respostas mais citadas encontram-se pulverizador, pivô central, motobomba e sistema de irrigação. No tocante aos equipamentos agrícolas que colhem os produtos, os alunos citaram colheitadeira, trator, cegadeira e siladeira. Entre os equipamentos agrícolas que trabalham a terra, o arado, a grade, a plantadeira e a semeadeira foram os citados. Já a plantadeira e colheitadeira, a semeadeira e o trator, foram os equipamentos agrícolas citados na categoria dos que plantam as sementes.

Identificamos na 5ª categoria um conjunto de equipamentos agrícolas que utilizam fluidos para funcionarem. Entre os mais citados, destacamos: hidráulico do trator, prensa hidráulica, motores de combustão interna refrigerados a água e direção hidráulica.

Nossa intenção ao formular essa questão era escolhermos uma categoria de equipamentos agrícolas para elaborarmos o Módulo Didático. Isso não foi possível porque os equipamentos agrícolas possuem características

próprias que exigiriam um estudo detalhado para a elaboração de um Módulo Didático abrangendo uma determinada categoria, além de se localizarem em UEPs distintas. Convém destacar que é possível a elaboração de um Módulo Didático envolvendo os equipamentos agrícolas de uma das categorias identificadas.

Mesmo assim, conforme o detalhamento descrito no sub-capítulo 6.2 (Planejamento e Organização do Módulo Didático), para o Módulo Didático elaborado “Uso da Estufa na Agricultura”, foi possível incluir alguns equipamentos agrícolas citados pelos alunos e relacionados às categorias da tabela 07. Por exemplo, na categoria dos que “utilizam água”: Tanques interligados através de canos, caixa d’ água e tubulações, bombas hidráulicas, poço artesiano.

A **questão sete** solicitava aos alunos que relatassem a forma de utilização dos equipamentos agrícolas relacionados à hidráulica tanto em sua residência, na escola ou outro local, durante o período de um dia.

Poucos alunos responderam a questão relacionando “forma de utilização dos equipamentos agrícolas” / “hidráulica”. Percebemos que a preocupação destes alunos foi explicar procedimentos para utilizar estes equipamentos agrícolas, conforme a resposta de um dos alunos: *”os equipamentos são utilizados após um curso e depois da leitura do manual de operação; beneficiando o máximo o trabalho e a natureza”*.

Nossa expectativa para essa questão era que os alunos respondessem como são suas atitudes em relação ao uso de equipamentos que utilizam água, focalizando nossa preocupação em termos de uso racional da água. Assim, não foi possível realizarmos a interpretação das respostas dessa questão.

A **oitava questão** solicitou aos alunos que estabelecessem, segundo seus critérios, uma ordem decrescente de consumo de água. As respostas descritas pelos alunos permitiram classificar esta questão em duas categorias distintas.

A primeira categoria com 76% dos alunos respondentes, classifica os equipamentos desde aqueles que consomem mais água até aqueles que consomem menos água. Nessa categoria, a maioria dos alunos citou em ordem decrescente de consumo d'água os equipamentos. Algumas das respostas a essa pergunta são:

“Com mais gastos, o pivô central, o pulverizador e os que gastam menos são o trator e a colheitadeira” (Aluno nº 02).

“O pivô central é o que mais gasta água pois o radiador não consome muito” (Aluno nº 05).

“Sistema de Irrigação, pulverizador, colheitadeira e trator” (Aluno nº 10).

“Irrigação a aspersores, pulverizador, pulverizador costal, trator e colheitadeira” (Aluno nº 22).

A segunda categoria com 24% dos alunos respondentes classifica os equipamentos agrícolas desde aqueles que consomem menos água até aqueles que consomem mais água. Algumas das respostas descritas pelos alunos foram:

“Arado, grade, plaina, plantadeira, colheitadeira e pulverizador”. (Aluno nº 08).

“Enxada, foice, junta de boi, trator, colheitadeira”. (Aluno nº 14).

“Motor de combustão interna, mangueira e pulverizador”. (Aluno nº 16)

“Trator e Sistema de Irrigação”. (Aluno nº 24).

Pelas respostas apresentadas percebe-se que na segunda categoria houve equívoco, por parte dos alunos, na interpretação da questão. Eles responderam a pergunta descrevendo em ordem crescente de consumo d'água de cada equipamento agrícola.

Na **nona questão** foi solicitado aos alunos que respondessem sobre as medidas/procedimentos que eles e suas famílias tomam quando utilizam equipamentos agrícolas em suas casas com o objetivo de economizar água.

A tabela 07 mostra as formas de preocupação com o consumo d'água e com as medidas/procedimentos tomados, com a finalidade de economizar água.

TABELA 07
MEDIDAS/PROCEDIMENTOS DE ECONOMIA DE ÁGUA

ORDEM	CATEGORIA	ALUNO	PREOCUPAÇÃO COM O CONSUMO D'ÁGUA	%
A	Preocupam-se com o consumo d'água	01	Sim. Não ficar desperdiçando água. Usar só o necessário. Não ficar com torneiras abertas se não estiver usando.	75%
		04	Preocupo-me. Acho que todo agricultor que ocupa bastante água deve ter um reservatório.	
		05	Sim. Não desperdiçando, usando só quando necessário, não demorar ao tomar banho.	
		06	Sim. Não desperdiçando água, ocupando a água usada na limpeza do pulverizador em uma nova aplicação; pois se colocamos a água contaminada no ambiente estaremos poluindo.	
		10	Sim, pois a água está ficando escassa.	
		11	A principal utilização da água lá em casa é para pulverização. Lavagem dos tratores ou colheitadeiras ou até mesmo em irrigação o que mais cuidamos é com a pulverização para não fazer a poluição de águas.	
		10	Sim, pois a água está ficando escassa.	
		11	A principal utilização da água lá em casa é para pulverização. Lavagem dos tratores ou colheitadeiras ou até mesmo em irrigação o que mais cuidamos é com a pulverização para não fazer a poluição de águas.	
		12	Utilizamos equipamentos hidráulicos como pulverizador costal, chuveiros e mangueiras. Procuramos reduzir o tempo de banho, não utilizar muito a mangueira.	
		13	Sim, a água é bem utilizada sem que aconteça desperdício.	
		15	Sim, nos preocupamos em utilizar o mínimo possível de água, para evitar os desperdícios.	
		16	Sim, me preocupo. Tento gastar menos, economizando bastante e proponho aos outros que gastem menos, só gaste o necessário.	
		18	Não tomar banhos demorados, não deixar a torneira aberta quando realizamos outra atividade, não lavar calçadas com água potável.	
19	Utilizando a água de uma fonte natural situada na propriedade para lavar carro, por exemplo, e água de um poço artesiano da comunidade apenas para o consumo residencial.			
		20	Diminuir o tempo no banho.	
		21	Um dos procedimentos para economizar água é não fazer aplicação de veneno, misturando os venenos que podem ser misturados, passando de uma só vez, ao invés de passarmos duas vezes.	
		22	Diminuir o tempo de banho, não lavar o carro para não gastar água.	

B	Não se preocupam com o consumo d'água	03	Não tomamos nenhum cuidado quanto a isso.	17%
		07	Não me preocupo com o consumo de água na agricultura.	
		23	Na escola não tomamos nenhum cuidado quanto ao consumo de água; pois são os impostos que pagamos quando compramos alguma coisa é que pagam a água do colégio. Já em casa, nós temos uma vertente, então não nos preocupamos com a falta de água.	
C	Preocupam-se em parte com o consumo d'água	02	Há um pouco de preocupação; mas não tomamos nenhuma medida para economizar água.	8%
		08	Não me preocupo muito.	
		24	Preocupo-me. Em casa não tomamos atitudes porque estes equipamentos não são usados, apenas um pulverizador costal.	

Analisando a tabela, podemos concluir que as respostas dadas pelos alunos permitiram formar três categorias.

A grande maioria dos alunos, correspondendo a 75%, afirma que se preocupa com a questão do consumo d'água e apontam indicativos/formas de procedimentos com os equipamentos agrícolas/sistemas hidráulicos; com o objetivo de economizar água.

Uma outra parcela dos alunos, correspondendo a 17%, respondeu que não se preocupa com o consumo d'água e também não toma nenhuma medida para minimizar os gastos de água.

A terceira categoria dos alunos, correspondendo a apenas 8%, afirma que se preocupa em parte com a questão do consumo d'água.

Acreditamos que a porcentagem dos alunos que se preocupa com o consumo d'água decorre de uma conscientização realizada pelos meios de comunicação, por campanhas realizadas em escolas e pelos exemplos de prejuízos que estamos presenciando e sentindo em nosso meio.

Percebe-se que há, entre os alunos, uma crescente preocupação quanto ao uso racional da água. Além disso, está ocorrendo uma acentuada variação climática em boa parte da superfície da Terra. Há a necessidade de cada vez mais pensarmos em desenvolver uma agricultura irrigada e cuidarmos melhor dos mananciais de água disponíveis.

6. 2. PLANEJAMENTO E ORGANIZAÇÃO DO MÓDULO DIDÁTICO

O Módulo Didático “Uso da Estufa na Agricultura”, numa primeira versão, foi implementado no IV bimestre de 2003 conforme descrito no capítulo V. Após esta fase, foi necessária a reestruturação desse Módulo Didático, tendo em vista uma melhor adequação das Atividades Didáticas aos Três Momentos Pedagógicos.

Realizamos algumas alterações quanto às Aprendizagens Esperadas em cada Atividade Didática, procurando identificar quais as que mereciam melhor atenção e possuíam maior potencial de discussão na Atividade Didática.

Foram feitas modificações nos anexos de algumas das Atividades Didáticas na parte referente às “orientações para o professor”, “orientações para o aluno”, “expectativa de resposta dos alunos” e “respostas cientificamente aceitas”.

Foi necessário ampliar o número de Atividades Didáticas com a finalidade de se dar maior abrangência ao tema escolhido, além de outras alterações em função das avaliações realizadas pelo professor pesquisador após implementação em sala de aula do Módulo Didático citado na Fase Preliminar do Desenvolvimento da Pesquisa (conforme sub-capítulo 5.2, página 112).

As aulas programadas com a nova estrutura do Módulo Didático “Uso da Estufas na Agricultura”, segundo os três Momentos Pedagógicos ficou assim distribuída: Para a primeira etapa, “Problematização Inicial”, foram atribuídas sete horas-aula; para a segunda etapa “Organização do Conhecimento”, foram selecionadas treze horas-aula; e para a terceira etapa, “Aplicação do Conhecimento”, foram atribuídas seis aulas; totalizando uma programação de vinte e seis horas-aula.

O Módulo Didático prevê 62 “Aprendizagens Esperadas”, as quais foram distribuídas nos três campos, a saber: Campo Conceitual, Campo Procedimental e Campo Atitudinal (ver Anexo IV, página 192); além de constarem algumas competências e habilidades elencadas nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio.

A seguir identificaremos os componentes da estufa, suas funções no Módulo Didático, sua localização no Momento Pedagógico e na Atividade Didática. Posteriormente comentaremos sobre o maior ou menor envolvimento desses componentes nas Atividades Didáticas.

6.2.1. Caracterização dos componentes da estufa

O Módulo Didático foi elaborado de maneira a envolver os equipamentos agrícolas que fazem parte da estufa existente na UEP de Agricultura I do CEFET-SVS. Esses equipamentos agrícolas (componentes da estufa), suas funções e localização no Módulo Didático (ver Anexo IV, página 190), encontram-se relacionados na tabela a seguir.

TABELA 08

COMPONENTES DA ESTUFA: FUNÇÃO E LOCALIZAÇÃO NO MÓDULO DIDÁTICO

ORDEM	COMPONENTES	FUNÇÃO NO MÓDULO DIDÁTICO	MOMENTO PEDAGÓGICO	ATIVIDADE DIDÁTICA
01	Estrutura Metálica	Estudo e discussão sobre o armazenamento e transferência de calor de um corpo para outro	Organização do Conhecimento	AD-06
02	Cobertura de Plástico	Como elemento de comparação para explicar o “Efeito Estufa” e radiações	Problematização Inicial	AD-03
03	Circuito Elétrico	Estudo e funções dos elementos necessários para representar e montar um circuito	Problematização Inicial	AD-05

		elétrico. Compreender as transformações de energia que ocorrem nos diversos aparelhos elétricos.		
04	Motores Elétricos	Estudo e compreensão do princípio e funcionamento de motores elétricos	Aplicação do Conhecimento	AD-14
05	Bombas Hidráulicas	Compreensão do funcionamento e princípio de funcionamento de bombas hidráulicas	Organização do Conhecimento	AD-08 AD-09
06	Tanques interligados através de canos	Relação existente entre um reservatório d'água e um pivô central	Problematização Inicial	AD-01
07	Bandejas de 'cimento amianto'	Compreensão e avaliação do uso das bandejas de "cimento amianto" relacionando com outros materiais existentes em função do 'calor específico'	Organização do conhecimento	AD-06
08	Caixa d'água e Tubulações	Estudo dos efeitos observados em alguns objetos colocados em pontos distintos no interior de uma caixa d'água contendo água ou no interior de tubulações	Problematização Inicial	AD-04
09	Poço Artesiano	Discussões sobre a necessidade ou não de moto-compressor para o seu funcionamento	Organização do conhecimento	AD-08
10	Manômetros e Barômetros	Relação entre altura da coluna de líquido e a natureza do líquido para determinação da pressão atmosférica	Organização do conhecimento	AD-09

A seguir, serão caracterizados estes Equipamentos Agrícolas quanto ao envolvimento e grau importância estabelecido na Atividade Didática específica:

01 - **Estrutura Metálica:** Na Atividade Didática (AD-06), 6ª aula, para o componente do Módulo Didático “estrutura metálica”, foi realizado o estudo e discussão visando à compreensão dos conceitos de calor e temperatura, transferência de calor de um corpo para outro, calor específico e propagação do calor por condução, por convecção e por irradiação.

Foram feitas considerações sobre vantagens e desvantagens da construção e funcionamento de uma estufa com estrutura de madeira ou de metal. Discutiu-se a capacidade de absorção e liberação de calor pelas estufas com essas características, além de realizar comparações de calor específico entre diversas substâncias comparadas com a “estrutura metálica”.

02 - **Cobertura de Plástico:** No desenvolvimento da Atividade Didática (AD-03), 4ª e 5ª aulas, que se baseou em Exposição do Professor, o componente “cobertura de plástico” da estufa, foi discutido e comparado com a camada de ozônio que impede os raios ultravioletas de ultrapassarem e chegarem até a superfície da Terra. Esse componente também é estudado para que o aluno reconheça as diversas faixas de ondas de luz e diferencie raios infravermelhos, luz visível e raios ultra-violeta. A “cobertura de plástico” é estudada também para explicar o efeito estufa. Consideramos a Terra como um sistema e analisamos as entradas e saídas de energia radiante que nela ocorrem. Ainda os conceitos de reflexão, absorção e espalhamento são abordados pelo professor ao desenvolver os textos relacionados na Atividade Didática.

03 – **Circuito Elétrico:** O componente “circuito elétrico” foi incluído no Módulo Didático mediante uma Atividade Didática Baseada em Experimento (ADE), (AD-05), 7ª aula, localizada na Problematização Inicial. Foi realizada a discussão e análise de algumas questões problematizadoras relacionadas aos elementos necessários para a montagem de um circuito elétrico. Foram discutidas as transformações de energia que ocorrem no processo e realizadas discussões com a instalação de uma moto-bomba.

Estudou-se também a função de cada um dos elementos do circuito elétrico e procurou-se estabelecer uma correspondência entre as funções do sistema hidráulico e circuito elétrico. Quanto ao aprofundamento de leis e

conceitos relacionados a eletromagnetismo, esses serão estudados e discutidos posteriormente em outras Atividades Didáticas do Módulo Didático.

04 - **Motores Elétricos:** Nesta Atividade Didática baseada em experimento (AD-14), 23ª aula, situada na Aplicação do Conhecimento, estudou-se os motores elétricos e moto-bombas no que se refere ao princípio e funcionamento de motores elétricos; assim como as partes que formam estes motores. Discutiu-se também as características de um motor de corrente contínua e corrente alternada e a potência destes motores ligados às bombas.

05 – **Bombas Hidráulicas:** As Bombas Hidráulicas são usadas não apenas na UEP de Agricultura I onde se localizam as estufas; mas em muitos outros setores do CEFET-SVS. Além disso, no meio rural é muito freqüente o uso de um trator acoplado a uma bomba com a finalidade de se levar água de um local para outro até que a mesma chegue à lavoura; principalmente quando a reserva de água se localiza num ponto com um certo desnível. Desta forma, na Atividade Didática AD-08, 12ª e 13ª aulas, referentes à Organização do Conhecimento, procurou-se estudar a variação de pressão que uma bomba provoca quando está em funcionamento e que variáveis determinam esta variação de pressão e assim compreender o funcionamento e princípio de funcionamento de bombas hidráulicas.

6 – **Tanques interligados através de canos:** Os seis tanques existentes na estufa possuem capacidade de 1000 litros cada um e estão interligados por canos, através de moto-bombas, levam a água com os nutrientes necessários para o desenvolvimento das plantas hidropônicas (alface, tomate, rúcula, agrião, entre outras). Esse equipamento permite ao aluno estabelecer uma relação existente entre um reservatório d'água e o funcionamento, por exemplo, de um pivô central. Há necessidade de melhorarmos a eficiência dos sistemas de irrigação visando diminuir a crise da água e seus impactos, pois o uso de técnicas pouco eficientes fazem com que a irrigação perca metade da água utilizada, diminuindo a disponibilidade do recurso para outros usos.

Este componente da estufa 'tanques interligados através de canos' localizou-se na Atividade Didática (AD-01), 1ª e 2ª aulas, na Problematização

Inicial'. Visa oportunizar aos alunos discussões através de perguntas sobre o desperdício de água, principalmente na agricultura e procurarmos formas de minimizar estes gastos excessivos, economizando recursos e aumentando a lucratividade.

07- Bandejas de 'cimento amianto': Este componente da estufa localiza-se na AD-06, 8ª e 9ª aulas, na Organização do Conhecimento. Discutiu a composição das bandejas e seu calor específico. Procurou-se compreender e avaliar o uso destas bandejas relacionadas com outras fabricadas, empregando-se outros materiais existentes em função de seus 'calores específicos'.

A propagação do calor por condução entre a água circulante, plantas hidropônicas e as bandejas de cimento amianto com o conseqüente aumento ou diminuição de temperatura da água ao retornar para os tanques também foi discutida.

8 – Caixa d'água e Tubulações: Foram estudados na Atividade Didática Baseada em Questões Prévias (AD-04), 6ª aula, Problematização Inicial, para compreender a pressão que a água exerce em pontos distintos localizados em diversas alturas, seja dentro de uma caixa d'água ou de uma tubulação, e quais variáveis são levadas em conta nessas situações. Ainda discutiu-se a ação da atmosfera como fator de aumento ou diminuição da pressão no interior de uma caixa d'água ou de uma tubulação, numa instalação hidráulica contendo água ou outro líquido.

9 – Poço Artesiano: O componente "poço artesiano" foi envolvido na atividade Didática Baseada em Exposição do Professor (AD-08), 12ª e 13ª aulas, Organização do Conhecimento, de forma que o aluno pudesse avaliar a pressão das águas nos lençóis freáticos, relacionando com o ponto de perfuração e altura da coluna líquida, associando com o Princípio dos Vasos Comunicantes. Também foi discutida a função do moto-compressor num poço artesiano, a variação da pressão atmosférica em pontos distintos ao longo da perfuração do poço artesiano e comparações da variação da pressão

hidrostática quando mudamos a densidade do fluido, como, por exemplo, água do mar.

10 – **Manômetros e Barômetros:** Este componente foi estudado na Atividade Didática baseada em Exposição do Professor, (AD – 09), 14ª e 15ª aulas, Organização do Conhecimento. Discutiram-se as diferentes pressões existentes nas tubulações e a necessidade de utilizarmos manômetros calibrados para evitarmos o rompimento de canos ou conexões. Os manômetros foram estudados a partir pressão atmosférica com a demonstração da Experiência de Torricelli ao nível do mar e as implicações que ocorrem caso a experiência fosse realizada em outro lugar.

6.3 ANÁLISE DE APRENDIZAGENS CONCEITUAIS, PROCEDIMENTAIS E ATITUDINAIS, SINALIZADAS MEDIANTE A IMPLEMENTAÇÃO DO MÓDULO DIDÁTICO

Após a implementação do Módulo Didático, foram escolhidas algumas Atividades Didáticas realizadas para se avaliar “o grau de efetivação” de Aprendizagens Conceituais, Procedimentais e Atitudinais. Para isso, lançou-se mão das informações colhidas pelo professor, relativas ao Módulo Didático “Uso da Estufa na Agricultura”.

As considerações a seguir foram feitas com base nos registros de observações diretas do professor, de comportamento dos alunos, na avaliação da capacidade de elaborar respostas escritas, explicitando com clareza suas idéias, quando solicitado pelo professor, nos registros dos Diários da Prática Pedagógica do professor e nas produções dos alunos participantes da pesquisa.

6.3.1. Da Primeira e Segunda Aulas do Módulo Didático (Anexo IV)

Por se tratar de uma Atividade Didática localizada na PI (Problematização Inicial), não priorizamos Aprendizagens Esperadas no

Campo Conceitual, pois se pretendeu desenvolver Aprendizagens no Campo Procedimental e Atitudinal já que o texto possui características que permitem o desenvolvimento de tais competências.

Procurou-se identificar, após o desenvolvimento da AD-01 (Atividade Didática baseada em Texto), as **Aprendizagens Efetivadas** no **Campo Procedimental** (AP-01) e no **Campo Atitudinal** (AA-01; AA-02; AA-03; AA-04; AA-06). Para isso, os 30 alunos presentes responderam, num segundo momento do desenvolvimento das aulas, três questões referentes aos textos trabalhados em aula.

Q₁: “O desmatamento das nossas florestas é uma realidade. Você acha que esse desmatamento sem controle pode afetar a qualidade da água? Comente”.

Q₂: “A maior parte dos esgotos produzidos nas grandes cidades é jogada diretamente para os rios sem nenhum tipo de tratamento. Na sua opinião, qual seria o melhor destino para esse esgoto? Seria possível reaproveitar esta água novamente? Para que finalidades?”.

Q₃: “O ano de 2003, por determinação da Assembléia Geral das Nações Unidas, foi eleito como o ‘Ano Internacional da Água Doce’. Mas sabe-se que as notícias não são boas, pois:

- a qualidade da água está cada vez pior; a poluição das águas aumentou e a tendência é de continuar aumentando;
- as áreas desertificadas também não param de crescer;
- as secas estão ficando mais freqüentes e mais intensas;
- não há grandes esforços para modificar a situação para melhor.

Diante desse quadro, cite algumas ações que você, como futuro técnico agrícola, tomaria para minimizar esses problemas”.

A primeira Aprendizagem Esperada (AP-01), era a **explicitação de suas idéias quando fossem solicitadas suas opiniões em questionamentos**.

Todos os 30 alunos responderam as três questões formuladas, explicitando suas idéias e opiniões, argumentando seus pontos de vista e justificando suas posições. Desse modo é possível considerar que a Aprendizagem Procedimental (AP – 01) foi alcançada.

A segunda **Aprendizagem Esperada (AA-01)**, era a “**capacidade de opinar e agir em situações sociais envolvendo temas relevantes e polêmicos, como desperdício de energia, poluição do meio ambiente e uso de novas tecnologias**”. Duas questões foram analisadas para a identificação do grau de alcance da aprendizagem.

Questão 01: O desmatamento das nossas florestas é uma realidade. Você acha que esse desmatamento sem controle pode afetar a qualidade da água? Comente.

Questão 02: A maior parte dos esgotos produzidos nas grandes cidades é jogada diretamente para os rios sem nenhum tratamento. Na sua opinião, qual seria o melhor destino para esse esgoto? Seria possível reaproveitar esta água novamente? Para que finalidades?

A grande maioria dos alunos (28 entre os 30 alunos presentes) opinou e fundamentou consistentemente sobre as duas perguntas solicitadas. Um exemplo disso temos nas respostas dadas por um dos alunos, às duas perguntas:

Resposta da primeira pergunta:

“O desmatamento influi na qualidade da água em vários aspectos, dentre os quais podemos citar, por exemplo, que o desmatamento das nascentes dos mananciais de água prejudicam e muito a natureza, pois deixam expostas as vertentes, a incidência direta dos agentes naturais, como sol, chuvas, secas, até mesmo o homem. O desmatamento das barrancas dos rios provoca a erosão do solo que se exposto a uma chuva forte pode carregar resíduos do solo para dentro dos rios aterrando e modificando o curso natural das águas, sem contar que uma barranca desprotegida deixa que as águas das chuvas carreguem sem menor dificuldade, todos os tipos de lixo que são jogados a céu-aberto e acabam indo parar dentro dos rios, lagos, oceanos, mares, etc. Desmatamento pode acabar afetando o ciclo de chuvas pois as plantas deixam evaporar água ou retém a mesma”.

Resposta da segunda pergunta:

”Os esgotos jogados diretamente nos mananciais de água acabam prejudicando ou até mesmo extinguindo a vida aquática. Se o esgoto fosse tratado, talvez pudesse ser reaproveitada a água filtrada dentro das condições aceitáveis para o uso e consumo humano. A água com menores condições poderia ser reutilizada pela indústria, resíduos retirados do tratamento da água, talvez, pudesse ser feito um processo para reutilizá-los de alguma forma. Formas alternativas de tratamento da água, talvez pudessem minimizar de alguma forma os danos causados pelo esgoto, principalmente industrial que geralmente é mais tóxico e poluente”.

A preocupação ficou evidente nestes alunos e pelos outros há preocupação em preservar a vegetação, evitar o desmatamento e as queimadas, construir estações de tratamento de esgotos, reutilizar a água após tratada para serviços como lavar calçadas, carros, equipamentos agrícolas, regar as plantas e outras destinações que não sejam para o consumo humano. Alguns alunos abordaram, na segunda questão, a economia de energia que poderia ser obtida na reutilização desta água e conseqüente preservação da qualidade de outras fontes hídricas. Em algumas respostas houve comentários sobre economia de energia que se obtém quando optamos por reciclar materiais como embalagens descartáveis e os lucros que são gerados com essas práticas.

A **Aprendizagem Esperada (AA-02)** era “**saber abordar e defender a questão ecológica, que envolve o vazamento de combustíveis no mar e nos rios, o vazamento de resíduos tóxicos, o abandono de embalagens de produtos tóxicos em lugares impróprios**” e também foi verificada mediante respostas das questões 01 e 02.

Algumas ações, como por exemplo, separação de materiais recicláveis na escola, divulgação na família dos prejuízos causados à natureza quanto às “queimadas” e mau uso de defensivos agrícolas; assim como o abandono de embalagens de produtos tóxicos no meio rural, já estão sendo colocados em prática, principalmente, nos momentos de convívio familiar dos alunos relativos ao período de estudos do Ensino médio e Técnico.

As **Aprendizagens Esperadas (AA-03)** “**Respeitar as opiniões e concepções das outras pessoas**” e (AA-04) “**Cooperar na elaboração dos**

trabalhos em equipe”, foram alcançadas de forma satisfatória, porque os membros dos pequenos grupos de alunos que se formaram, participaram das discussões e opinaram a respeito das questões colocadas para debate.

Ao analisarmos as respostas citadas pelos alunos para a terceira questão: “O ano de 2003, por determinação da Assembléia Geral das Nações Unidas, foi eleito o ‘Ano Internacional da Água Doce’. Mas sabe-se que as notícias não são boas, pois:

- a poluição das águas aumentou e a tendência é de continuar aumentando;
- as áreas desertificadas também não param de crescer;
- as secas estão ficando mais freqüentes e mais intensas;
- a qualidade da água está cada vez pior;
- não há grandes esforços para modificar a situação para melhor. Diante deste quadro, cite algumas ações que você, como futuro técnico agrícola, tomaria para minimizar estes problemas’; as mais citadas foram:

“desenvolver projetos de plantação de árvores nativas”,

“racionalizar o uso da água nas lavouras através de sistemas eficientes de irrigação”,

“construir barragens e preservar as matas”,

“reflorestar áreas próximas aos córregos e rios”,

“incentivar o desenvolvimento da agricultura ecológica”.

“diminuir o uso de agrotóxicos usados na limpeza de inços nas lavouras”,

Observa-se que os alunos possuem clareza das ações que devem tomar e a aprendizagem esperada “Conscientizar as pessoas sobre o papel do cidadão na preservação de rios e córregos, na preservação da natureza e de toda a vida que possa existir na água ou que dependa da mesma”, (AA-06), foi alcançada, considerando que estes alunos necessitarão dessas aprendizagens como futuros técnicos agrícolas, pois atuarão em atividades relacionadas ao meio ambiente.

6.3.2. Da Terceira Aula do Módulo Didático (Anexo IV)

Como Aprendizagens Esperadas para esta aula temos as seguintes:

Campo Conceitual: definir ‘Pressão de uma Força’ (AC-04), definir ‘Massa Específica’ (AC-14), conceituar Tensão Superficial (AC-16),

Campo Procedimental: interpretar observações de situações do cotidiano (AP-02), identificar, no cotidiano, a ação da tensão superficial em fluidos (AP-11),

Campo Atitudinal: opinar e agir em situações sociais que envolvam temas relevantes e polêmicos, como por exemplo, desperdício de energia, poluição do meio ambiente, uso de novas tecnologias, tipos de radiações e seus efeitos (AA-01), cooperar na elaboração dos trabalhos em equipe (AA-04), conscientizar as pessoas sobre o papel do cidadão na preservação de rios e córregos. Preservação da natureza e de toda vida que possa existir na água ou que dependa da mesma (AA-06).

A 3ª aula foi estruturada como Atividade Didática Baseada em Questões Prévias (ADQP) e localizada no primeiro Momento Pedagógico “Problematização Inicial” (Anexo IV da página 190). Foram formuladas seis questões problematizadoras:

- a. Por que algumas máquinas agrícolas, por exemplo, as colheitadeiras e tanques de guerra, usam esteiras ao invés de rodas?
- b. Como podemos explicar que certos materiais não afundam,’ (como por exemplo, isopor, madeira, gelo, pneus), quando abandonados na água?
- c. Às vezes, observamos que alguns insetos podem caminhar sobre a água. Como podemos explicar este fenômeno?
- d. Se soltarmos uma gilete num copo de água ela afunda?

- e. Como funciona um macaco hidráulico?
- f. Qual a diferença entre gases e líquidos?

As questões foram colocadas no quadro e os alunos organizaram-se em grupos de três a pedido do professor e passaram a discutir cada uma das questões propostas, expondo para os demais componentes de cada pequeno grupo as suas concepções e explicações para cada pergunta. Um dos alunos de cada “pequeno grupo” passou a anotar as conclusões que os integrantes do pequeno grupo obtiveram para cada pergunta.

Após este momento, no grande grupo, os alunos compartilharam das respostas dadas por cada um dos integrantes do pequeno grupo de discussão, no sentido de buscar coletivamente as semelhanças e diferenças entre os modelos explicativos surgidos. A seguir, o professor sistematizou estas respostas no quadro, e fez considerações relativas às respostas dadas pelos alunos dos pequenos grupos com o objetivo de verificar os pontos de concordância e discordância para cada uma das questões respondidas.

Após a implementação desta Atividade Didática, houve necessidade de se modificar o planejamento de uma hora-aula para duas horas-aula; pois em alguns momentos as discussões sobre as perguntas formuladas pelo professor se alongavam porque surgiam questionamentos ou situações semelhantes para a mesma pergunta que mereciam ser trazidas à tona para despertar nos alunos discussões proveitosas.

Solicitamos um relatório no final da atividade como forma de os alunos sistematizarem suas idéias e conclusões, porém as mesmas foram insuficientes; pois os alunos não estavam habituados com este tipo de atividade anteriormente. Notamos uma certa preocupação entre os alunos em elaborarem uma resposta considerada definitiva (resposta correta) e não tendo a “certeza” da resposta elaborada por eles, solicitavam ao professor que reformulasse a resposta descrita por eles.

Esta preocupação é geral entre os alunos de uma turma que estão iniciando o estudo com Atividades Didáticas Baseadas em Questões Prévias

(ADQP), mas que no decorrer das aulas; com a implementação de outras ADRPs os alunos compreendem que devem buscar sua “resposta certa” no consenso do pequeno grupo, embora ela deva ser considerada provisória pois estamos tratando de discussões relativas à Problematização Inicial (PI). .

Este tipo de atividade tem resultados mais expressivos quando o professor se movimenta em sala de aula procurando observar e escutar o que cada aluno comenta em seu pequeno grupo. A aproximação "da pessoa do professor" do pequeno grupo ou mesmo de um aluno faz com que, na maioria dos casos, haja um envolvimento maior com o assunto; e desta forma há maiores chances de que ocorram discussões mais proveitosas para o pequeno grupo.

Alguns alunos são inibidos, e por isso não expõem suas idéias e comentários, mesmo no pequeno grupo, sendo que com a aproximação do professor ficou evidente maior chance de que este diálogo aconteça. Mesmo assim, essa estratégia do professor deve ser mantida durante o período em que os alunos estão discutindo as questões no pequeno grupo.

Para os alunos da turma que já desenvolveram Atividades Didáticas organizadas por este tipo de Módulos Didáticos há mais tempo, constatamos que as respostas para as problematizações iniciais foram mais consistentes e com mais comentários sobre a questão. Para os alunos da turma em estágio inicial de implementação dos Módulos Didáticos, as conclusões ou comentários escritos foram mais sucintos. Isso se deve a uma mudança de procedimentos em sala de aula, em relação à formulação de respostas ou comentários sobre determinada questão.

Após o término dessa aula, com as respostas das perguntas formuladas aos alunos e com as observações feitas pelo professor; alguns resultados foram evidenciados quanto aos indicativos de Aprendizagens Esperadas:

AC-04 (Definir ‘pressão de uma Força’) - A maioria dos grupos respondeu para a questão (a) que as esteiras *“são para aumentar a superfície de contato, vencendo com maior facilidade os obstáculos e dificultando a patinação”*. Os alunos citaram também que *“o peso da máquina distribuído sobre a esteira*

permite um deslocamento mais seguro". Nessa questão, considera-se que os alunos identificaram as grandezas envolvidas no conceito de pressão (força e superfície); porém não souberam explicitar como estas grandezas se relacionam com a pressão, isto é, se são grandezas direta ou inversamente proporcionais. Com as discussões nos pequenos grupos, dependendo do tempo disponível para a Atividade Didática, é possível ampliar-se as discussões e citar outros exemplos que venham contribuir de modo que o aluno possa construir a definição de força.

AC-14 (Definir 'Massa Específica') - A questão (b) problematiza quanto ao fato de certos materiais afundarem na água. A maioria dos grupos respondeu que *"isto se deve ao fato de os corpos terem maior ou menor densidade, porém não definiram o que seria a densidade dos corpos"*. É possível que a construção do conceito de 'Massa Específica' nesse Momento Pedagógico (Problematização Inicial) esteja num estágio inicial de construção, por isso é natural que os alunos respondam dessa forma, sem ter a preocupação de aprofundar sua explicação. Considera-se, neste caso, que a aprendizagem AC 14 não foi alcançada.

AC-16 (Conceituar 'Tensão Superficial') - Para o fato de alguns insetos caminharem sobre a água, a maioria dos alunos respondeu que isto se deve a *"uma tensão superficial que age na superfície da água e pela leveza desses animais, possuindo pequeno peso"*. Nesta afirmação não houve comentários mais detalhados sobre o que seria "tensão superficial"; mas a resposta faz referência com o peso (P) do inseto. Portanto, é provável que os alunos associem nesta situação "equilíbrio de forças", isto é, Forças de coesão molecular existentes na superfície da água com a Força Peso do inseto.

Quanto ao fato de "soltarmos uma gilete na água", a maioria dos grupos respondeu que *"quando colocada verticalmente na água, a mesma afundará e, quando colocada horizontalmente na água ela flutuará devido a sua superfície, composição e espessura"*. A resposta dada por esse grupo evidencia uma afirmação do 'censo comum' e baseada em situações do dia a dia, não havendo preocupação de se fazer relação com 'tensão superficial'. Outro grupo afirmou: *"a gilete não afundará porque a água tem uma densidade maior que a*

da gilete”. Neste caso, o grupo fez uma afirmação falsa e o conceito de densidade deverá ser discutido em outros momentos do desenvolvimento das Atividades Didáticas ou conforme orientação que o professor se propuser seguir.

AP-02 (Interpretar observações de situações do cotidiano) - Esta aprendizagem foi identificada nas discussões dos pequenos grupos onde se percebeu que os alunos citaram algumas situações características do dia a dia, como, por exemplo: “O óleo *flutua na água, pois sua densidade é menor que a da água*”; “a água *flutua no mercúrio, pois é menos densa que este*”.

AP-11 (Identificar, no cotidiano, a ação da tensão superficial em fluidos) - Nas discussões dos pequenos grupos e no grande grupo, muitos alunos identificaram, no cotidiano, outros exemplos da tensão superficial tais como: “*uma folha seca sobre a água*”, “*um pedaço de plástico ou serragem*”. Estes e outros exemplos nos dão indicações de que houve esta aprendizagem procedimental.

AA-01 (Opinar e agir em situações sociais que envolvam temas relevantes e polêmicos, como por exemplo, desperdício de energia, poluição do meio ambiente, uso de novas tecnologias, tipos de radiações e seus efeitos) - De maneira geral, os alunos expuseram suas idéias sobre as perguntas formuladas e houve respeito às convicções e opiniões dos componentes dos pequenos grupos e no grande grupo; considerando-se que esta aprendizagem foi alcançada.

AA-04 (Cooperar na elaboração dos trabalhos em equipe) - A colaboração e participação efetiva de cada integrante do pequeno grupo precisam ser constantemente lembradas pelo professor, especialmente nas primeiras aulas, utilizando-se esta metodologia dos três Momentos Pedagógicos. Observamos que esta aprendizagem foi parcialmente alcançada em alguns dos pequenos grupos, porque alguns dos alunos não se empenhavam em discutir e comentar sobre as questões problematizadoras.

AA-06 (Conscientizar as pessoas sobre o papel do cidadão na preservação de rios e córregos. Preservação da natureza e de toda vida

que possa existir na água ou que dependa da mesma) - Constatamos que apenas um dos pequenos grupos fez comentários sobre questões ambientais, tais como: “poluição dos rios e conseqüente diminuição da tensão superficial dessas águas; ocasionando um desequilíbrio da fauna relacionada a pequenos insetos que servem de alimento para os peixes que habitam os rios”.

A participação de alguns dos integrantes de cada pequeno grupo não foi satisfatória tendo em vista que os mesmos não participaram efetivamente das discussões. Esta postura, talvez, justifica-se pelo fato de ser uma Atividade Didática diferente de uma “aula tradicional” na qual o professor é o ator principal e os alunos são os espectadores.

Também se observou que, durante as discussões das questões realizadas no grande grupo, foi ativa a participação de alguns alunos e a quase nula a participação de outros. Em alguns momentos, foi necessário alertar os alunos que a participação de todos é de extrema necessidade e que as mudanças conceituais assumidas pelos alunos sobre determinada questão ajudam na reflexão e construção de uma resposta para determinada pergunta, ainda que considerada provisória.

Nessa aula, durante a atividade de Problematização Inicial, constatamos que o trabalho realizado em pequenos grupos foi satisfatório porque permitiu que os alunos trocassem idéias e afirmações entre si até chegar a acordos e, além disso, oportunizou ao professor participar de algumas idéias e questionamentos lançados pelos alunos.

7 - CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossa participação como membro do GTPF durante o desenvolvimento dessa pesquisa ocorreu regularmente e além da implementação em sala de aula do Módulo Didático “Uso da Estufa na Agricultura” realizamos a implementação de Módulos Didáticos correspondentes à segunda série do Ensino Médio.

Tendo em vista o objetivo, o problema de pesquisa e as questões de pesquisa, apresentamos os resultados das análises dos questionários aplicados em duas turmas de alunos da 2ª série, relativamente à fase preliminar e fase final da pesquisa além da implementação do Módulo Didático “Uso da Estufa na Agricultura”.

Com base na análise dos questionários elaborados nessas duas fases, apontamos alguns resultados.

Fase Preliminar do desenvolvimento da pesquisa

No capítulo cinco desse trabalho realizamos a análise das respostas descritas pelos alunos de uma turma da segunda série do Ensino Médio referente à aplicação de um Questionário Inicial conforme o anexo I da página 179.

Esse questionário teve como objetivo verificar o nível de envolvimento dos alunos do CEFET-SVS com os “objetos tecnológicos” utilizados na irrigação e relacionados ao assunto “Mecânica dos Fluidos”, buscando estabelecer uma base para a contextualização dos conteúdos a serem tratados. Os resultados expressos pelos alunos foram:

- ✓ Para a grande maioria dos alunos, os “objetos tecnológicos” auxiliam o nosso dia a dia e servem para melhorar a vida das pessoas, além de permitirem, através deles, maior aprendizado para o homem. Facilitam a realização do trabalho do homem e proporcionar aumento da produtividade.

- ✓ Para uma pequena parcela dos alunos os “objetos tecnológicos” proporcionam vantagens às pessoas, porém, produzem danos ao homem e ao meio ambiente. Há um crescente aumento de novas invenções tecnológicas e o desenvolvimento desses setores produtivos, mas alguns “objetos tecnológicos” acarretam, como desvantagem, danos ao homem e a natureza.
- ✓ Quanto à fabricação de um “objeto tecnológico”, poucos alunos acreditam que ele tenha sido fabricado sem a aplicação de uma lei ou princípio físico.
- ✓ Para a maioria dos alunos, há uma crença de que um “objeto tecnológico” foi construído baseando-se num princípio ou numa lei física já conhecida; pois é impossível desenvolver a tecnologia de um “objeto tecnológico” sem sabermos quais são suas vantagens e desvantagens.
- ✓ Quando solicitamos aos alunos que estabelecessem, segundo seus critérios, uma ordem decrescente de consumo de água, a maioria deles mencionou: sistema de irrigação, irrigação na fruticultura, estufas ou hidroponia, motobombas e caldeira.
- ✓ Outra questão abordada referiu-se ao consumo e suas preocupações quanto ao uso racional da água. A maioria absoluta dos alunos demonstrou preocupação quanto ao consumo d’ água. Os alunos indicaram formas de realizar economia de água. Entre estas formas foram citadas: Cuidar para não deixar o sistema de irrigação ficar mais tempo funcionando do que o necessário; diminuir o tempo de uso do chuveiro e de torneiras, evitar lavar o carro com mangueira, racionalizar o uso da máquina de lavar.

Fase Final do desenvolvimento da pesquisa

No capítulo seis desse trabalho, consta como uma das atividades realizadas, a aplicação de um outro questionário no qual foi realizada a análise das respostas descritas pelos alunos, conforme o anexo II da página 182.

Além disso, foi realizada a reelaboração do Módulo Didático referente à fase inicial do desenvolvimento da pesquisa e implementado em outra turma de alunos da 2ª série do Ensino Médio. Sua reelaboração foi necessária visto que na implementação da “Fase Preliminar”, algumas Atividades Didáticas não se adequaram aos Momentos Pedagógicos. Em decorrência dos resultados obtidos ao implementarmos o Módulo Didático na “Fase Preliminar”, algumas Atividades Didáticas foram suprimidas e substituídas por outras mais apropriadas ao Momento Pedagógico. Houve, também, a necessidade de reorganizar algumas Atividades Didáticas em termos de tempo planejado inicialmente para a realização da mesma, aumentando ou diminuindo o tempo destinado para aquelas Atividades Didáticas.

Os resultados referentes à aplicação do questionário revelaram que 62% dos alunos acreditam que os equipamentos agrícolas trazem benefícios, mas podem causar prejuízos. Estes prejuízos referem-se à poluição do meio ambiente devido, principalmente à poluição da água com o uso de defensivos agrícolas. De acordo com esses alunos, com o uso destes equipamentos agrícolas haverá prejuízos de caráter ambiental e social com maiores probabilidades de erosão do solo, maior consumo de água pela opção do plantio irrigado, além de um aumento do desemprego rural.

Outros 21% dos alunos acredita que os equipamentos agrícolas trazem somente benefícios. Esses alunos entendem que havendo uma maior produção em menor tempo e maiores lucros com pouco esforço físico, os equipamentos agrícolas são benéficos.

No entanto, para 17% dos alunos, os equipamentos agrícolas trazem benefícios desde que o agricultor ou produtor rural faça uso correto deste equipamento. Para este grupo de alunos, há uma preocupação quanto à necessidade do conhecimento do equipamento agrícola pelo agricultor ou operador, para terem noção das conseqüências que o mau uso pode provocar na natureza quando entram em ação.

Quanto aos benefícios que os equipamentos agrícolas trazem, as respostas mais comuns dadas pelos alunos foram:

“Rapidez na execução de um trabalho, como por exemplo, o uso do trator para o plantio de um cereal”

“O uso do equipamento facilita o manejo, pois é mais rápido, havendo uma uniformidade na colheita”

“Diminuição de gastos com mão de obra e alta produtividade”

Foram apontados pelos alunos alguns equipamentos que trazem prejuízos. Entre as respostas destacamos as seguintes:

“O pulverizador é muito rápido, eficiente e uniforme; mas colabora com a poluição do ambiente”

“Grades, arados, subsoladores removem a terra e podem colaborar com a erosão e a lavagem dos nutrientes do solo”

“O trator e a colheitadeira são essenciais para deslocar implementos e realizar a colheita, mas compactam o solo e queimam combustíveis poluindo o ar”.

Conforme se pode observar pelas respostas, os alunos expressaram preocupação quanto aos efeitos negativos que os equipamentos agrícolas podem causar na natureza, caso não forem trabalhados com cautela e responsabilidade. Percebeu-se, pelas respostas apresentadas que há necessidade urgente de proporcionar momentos de discussão durante o desenvolvimento das aulas sobre as grandes transformações que estão ocorrendo na estrutura de nosso planeta e identificar as alterações no nosso meio ao envolvermos os equipamentos agrícolas nas Atividades Didáticas.

Culturalmente, nos foi passada a imagem de que a tecnologia está diretamente associada à civilização e ao progresso, induzindo-nos à adoção de novos padrões sociais. No entanto, Auler (2002) enfatiza que “o aparato ou produto tecnológico incorpora, materializa interesses, desejos de sociedades ou de grupos sociais hegemônicos; e que a tecnologia já ‘veicula estruturas de sociedade’. A prática científico-tecnológica é intencional, orientada por projetos humanos, ou seja, relativa a objetivos, a contextos”.

Cada pessoa está constantemente sentindo as influências da tecnologia, quer no trabalho, no estudo, nas horas de descanso ou de lazer. A tecnologia

levou o homem a um aumento da expectativa de vida, a um mundo interligado/globalizado, e ao acesso à informação de forma veloz. É necessário que no desenvolvimento das Atividades Didáticas programadas, o professor oportunize momentos de discussões a respeito das implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico. Na agricultura, há equipamentos agrícolas com alta tecnologia que só podem ser adquiridos por pequena parcela de produtores. A grande maioria dos agricultores não tem acesso a este tipo de equipamento por possuir uma pequena propriedade e por não dispor de recursos. Por isso, o professor deve oportunizar momentos de reflexão com os alunos a respeito do acesso à tecnologia agrícola para restrita parcela de produtores, os problemas causados ao meio ambiente com plantações em grandes áreas, que, muitas vezes, trabalhadas sem os cuidados necessários para não agredi-la.

Outra questão que solicitou aos alunos para que se manifestassem sobre suas concepções quanto à fabricação de equipamentos agrícolas, apenas 5% dos alunos acreditam que os mesmos tenham sido fabricados sem se basear num princípio científico ou lei já conhecida. A grande maioria dos alunos (80%), enfatiza em suas falas que foram os estudos realizados por algumas pessoas que viabilizaram a fabricação de equipamentos; especialmente pessoas dotadas de grande conhecimento, estudioso e cientistas; mas embasados em princípios físicos.

Para 15% dos alunos os estudos realizados sobre os equipamentos agrícolas decorrentes da necessidade de aperfeiçoar cada vez mais a eficiência e produtividade faz com que os mesmos sejam modificados, não necessitando de leis e princípios já estabelecidos.

Quanto ao conhecimento dos alunos em relação aos equipamentos agrícolas que utilizam líquidos ou gases para seu funcionamento, verificou-se que 22% deles citou o pulverizador, 19% citou o trator, 11,5% citou sistemas de irrigação. Com menor porcentagem, outros equipamentos agrícolas foram citados como, por exemplo: pivô central, bomba hidráulica, prensa hidráulica, direção hidráulica do trator, macaco hidráulico, radiador do trator.

As respostas citadas pelos alunos na quinta questão a respeito das funções executadas pelos equipamentos agrícolas foram satisfatórias, pois houve boa descrição e argumentação quanto à função de cada equipamento.

Com relação à questão que solicitava aos alunos que agrupassem os equipamentos agrícolas, foi possível formar cinco categorias. Dentre os equipamentos agrícolas que **utilizam água**, as respostas mais citadas encontram-se pulverizador, pivô central, motobomba e sistema de irrigação. No tocante aos equipamentos agrícolas que **colhem os produtos agrícolas**, os alunos citaram colheitadeira, trator, cegadeira e siladeira. Na categoria dos equipamentos agrícolas que **trabalham a terra**, o arado, a grade, a plantadeira e a semeadeira foram os citados. Já a plantadeira e colheitadeira, a semeadeira e o trator, foram os equipamentos agrícolas citados na categoria dos que **plantam as sementes**. Na categoria **utilizam fluidos para seu funcionamento**, identificamos um conjunto de equipamentos agrícolas. Entre os mais citados, destacamos: hidráulico do trator, prensa hidráulica, motores de combustão interna refrigerados a água e direção hidráulica.

Quanto aos critérios para a classificação de consumo de água, constatamos uma primeira categoria na qual 76% dos alunos classificou satisfatoriamente esses equipamentos. Os mais citados, em ordem decrescente foram: pivô central, o pulverizador, sistema de irrigação, irrigação a aspersores, pulverizador costal.

Uma segunda categoria composta por 24% dos alunos classificou os equipamentos agrícolas desde aqueles que consomem menos água até aqueles que consomem mais água. Algumas das respostas foram: arado, grade, plaina, plantadeira, colheitadeira, mangueira, pulverizador e sistema de irrigação.

A grande maioria dos alunos, correspondendo a 75%, afirma que se preocupa com a questão do consumo d'água e apontam indicativos/formas de procedimentos com os equipamentos agrícolas/sistemas hidráulicos; com o objetivo de economizar água.

Uma outra parcela dos alunos, correspondendo a 17%, respondeu que não se preocupa com o consumo d'água e também não toma nenhuma medida para minimizar os gastos de água.

A terceira categoria dos alunos, correspondendo a apenas 8%, afirma que se preocupa em parte com a questão do consumo d'água.

Acreditamos que a porcentagem dos alunos que se preocupa com o consumo d'água decorre de uma conscientização realizada pelos meios de comunicação, por campanhas realizadas em escolas e pelos exemplos de prejuízos que estamos presenciando e sentindo em nosso meio.

Considerações sobre os docentes e seu Desenvolvimento Profissional

A vida de uma escola, olhando mais de perto o trabalho docente numa Escola Agrotécnica ou Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET), especificamente as relações entre docentes e discentes devem ser desenvolvidas a partir de um conjunto de ações que tem por objetivo um ensino global objetivando formar um profissional que atenda às exigências do mundo moderno.

Uma das preocupações bastante antigas dos pesquisadores em educação é a formação dos profissionais que atuam em educação. Esses profissionais que fazem acontecer a educação nessas Instituições que possuem características tão específicas, são formados por diversas Instituições sejam públicas ou privadas e procuram buscar de forma concreta diminuir os problemas que enfrenta a educação.

Freqüentemente perguntamo-nos como são formados os profissionais que atuam no Ensino Médio e no Ensino Técnico Profissional, ou melhor, numa Escola Agrotécnica ou Centro Federal de Educação Tecnológica. Será que todos estes profissionais estão comprometidos com a comunidade escolar e dispostos a crescer como pessoas e como profissionais? Estão estes profissionais convencidos de que precisam atualizar-se constantemente e encontrar meios de formação continuada de professores?

Almeja-se que tenhamos docentes com formação avançada para atuar num nível de educação onde são definidos os valores e as condições básicas para o aluno construir seu conhecimento, conhecer o mundo, intervir na realidade e agir como sujeito crítico.

Isso se alcançará com adequadas concepções teóricas, com adequada instrumentação metodológica e técnica, com o apoio de estudos, de pesquisas e com recursos pertinentes de avaliação.

Desta forma, os conhecimentos, as competências, as aptidões e atitudes específicas que os professores aprendem no âmbito de uma Escola só podem ser adquiridas e dominadas em contato com essas mesmas situações. Diante desta realidade, um importante fator a considerar são as relações entre tempo, trabalho e aprendizagem dos saberes profissionais dos professores que atuam no ensino médio e técnico, isto é, saberes mobilizados e empregados na prática cotidiana, saberes esses que dela provêm, de uma maneira ou outra, e servem para resolver os problemas dos professores em exercício.

As transformações que o mundo está atualmente, sofrendo, evoluem tão rapidamente que os professores, e também todos os demais profissionais, devem começar a entender que apenas a formação inicial não é suficiente para todo o período do desenvolvimento da vida profissional.

Todos precisamos atualizar e aperfeiçoar nossos conhecimentos e nossas técnicas ao longo de toda nossa vida. O equilíbrio entre a competência na disciplina ensinada e a competência pedagógica deve ser cuidadosamente respeitada. Os processos de formação de professores deve propiciar a discussão de concepções de pedagogia que transcendam o utilitário e estimulem a capacidade de questionar, de analisar diferentes situações e diferentes hipóteses. O Relatório Delors (UNESCO, 1998, p.162) aponta que uma das finalidades essenciais da formação de professores seja em estágio inicial ou continuada é desenvolver nos professores as qualidades de ordem ética, intelectual e afetiva que a sociedade espera deles de modo a poderem em seguida cultivar nos seus alunos o mesmo leque de qualidades.

A vida profissional dos professores deve organizar-se de modo que tenham oportunidade, ou antes, se sintam obrigados a aperfeiçoar a sua arte, e beneficiar-se de experiências vividas em diversos níveis da vida econômica social e cultural.

Conforme descrições no capítulo um, a participação de professores em Grupos de Trabalho, como é o caso do GTPF do NEC da UFSM, devem ser estimuladas pelas direções de escolas. A abertura de espaços para minha participação em Cursos de Atualização em Ensino de Ciências, oferecidos pelo Núcleo de Educação em Ciências (NEC) do Centro de Educação da UFSM, foram extremamente proveitosas para meu crescimento profissional. Procurei contribuir para o processo de colaboração/parceria entre Universidade e Escola de Educação Básica.

Com minha participação no GTPF foi possível desenvolver o presente trabalho, numa perspectiva de buscar a atualização permanente dos currículos escolares da disciplina de Física do Ensino Médio e, ao mesmo tempo, aperfeiçoar e atualizar minha prática pedagógica.

Minha participação mais efetiva ocorreu nos últimos quatro anos com o objetivo de colaborar para a institucionalização de possíveis processos de participação crítica, criteriosa e efetiva na definição dos rumos da escola em que atuo, sendo que esta participação permitiu compreender a importância da participação coletiva e periódica num grupo de professores. Nos encontros dispúnhamos de tempo para reflexões e discussões sobre nossas atividades realizadas em sala de aula com nossos alunos no decorrer das implementações dos Módulos Didáticos.

Nos encontros, as diversas Atividades Didáticas implementadas são avaliadas pelos integrantes do sub-grupo, buscando outras formas para minimizar aspectos da implementação que não foram bem sucedidos, e até mesmo a substituição da Atividade Didática por outra que venha em benefício de uma aprendizagem mais efetiva por parte do aluno.

Percebi que uma parte dos professores que procuram participar do Grupo de Trabalho de Professores de Física do Núcleo de Educação em

Ciências da UFSM pertencia à Rede Estadual de Ensino e desistiam após os primeiros meses de trabalho. Estes iniciavam os encontros semanais com os outros integrantes e muitos deles desistiam das atividades por vários motivos; entre eles: Incompatibilidade de horários, sobrecarga de trabalhos escolares, não aceitavam o compromisso e divisão de atividades que deveriam ser realizadas em outros horários; além da incompreensão de algumas Direções de Escola que não se esforçam em ajustar o horário permitindo a participação de seus professores.

Os professores, em sua grande maioria, trabalham em mais de uma escola porque precisam complementar seu salário. Isto acarreta uma sobrecarga de horas-aula ministradas semanalmente e em conseqüência, mais trabalho extra-classe, não dispondo de tempo para participar de programas de formação continuada.

É evidente a necessidade de se desenvolver políticas de valorização dos professores, visando à melhoria das condições de trabalho e de salário, assim como é igualmente importante investir na sua qualificação, capacitando-o para que possam oferecer um ensino de qualidade, ou seja, um ensino mais relevante e significativo para os alunos. Para isso, é necessário criar mecanismos de formação inicial e continuada que correspondam às expectativas da sociedade em relação ao processo de aprendizagem, estabelecendo metas de curtos e longo prazos, com objetivos claros, que permitam avaliar, inclusive, os investimentos. (PCNs – 5ª a 8ª séries, p. 38).

Há, portanto, necessidade de uma formação continuada em serviço para os professores e para que isso aconteça é preciso que se garantam jornadas com tempo para estudo, leitura e discussão entre professores, dando condições para que possam ter acesso às informações mais atualizadas na área de educação e de forma a que os projetos educativos possam ser elaborados e reelaborados pela equipe escolar.

Os professores devem ser profissionais capazes de conhecer os alunos, elaborando atividades que possibilitem a ação reflexiva do aluno. É preciso criar uma cultura que favoreça e estimule o acesso dos professores a

atividades culturais, como exposições, cinemas, espetáculos, congressos, como meio de interação social.

Trabalhando numa Escola Agrotécnica e paralelamente participando do GTPF, percebemos formas de implementar uma metodologia, visando a aproximação entre equipamentos agrícolas utilizados no cotidiano dos alunos e o Ensino de Física.

Desenvolvemos um Ensino de Física próximo da realidade destes, realizamos modificações no currículo escolar dando mais atenção quanto ao estudo de alguns equipamentos agrícolas relacionados à parte específica do curso técnico agrícola e aproveitamos essa característica das Escolas Agrotécnicas e ensinamos física.

O Estudo de Equipamentos Agrícolas no Ensino da Física permitiu aos alunos realizarem associações entre conhecimentos práticos da área técnica agrícola e necessidades profissionais futuras de um técnico agrícola, realizando-se através deles atividades teóricas e práticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES FILHO, José de Pinho: (2000). **Atividades Experimentais: do Método à Prática Construtivista**. Florianópolis/BRA: Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina. (Tese de Doutorado).
- AULER, Décio: (2002). **Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. Florianópolis/BRA: Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina. (Tese de Doutorado).
- AUSTRILINO SILVA, Lenilda: (1999). **O Ensino de física numa abordagem contextualizada**. São Paulo/BRA: Programa de Pós-Graduação em Educação, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. (Tese de Doutorado).
- AUTH, Milton A.; DE BASTOS, Fabio da P.; MION, Rejane A.; SOUZA, C. A. ; FOSSATTI, N. B.; SPANNEMBERG, E. G.; WOHLMUTH, G.: (1995). Prática educacional dialógica em física, via equipamentos geradores. In: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Departamento de Física/UFSC, Florianópolis/BRA, v.12,n.1,p. 40- 46.
- BASTOS, Fábio da P. de: (1990). **Alfabetização Técnica na Disciplina de Física: uma experiência educacional dialógica**. Florianópolis/BRA: Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina. (Dissertação de Mestrado).
- BAZZO, Wasten. A.: (1998). **Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis/BRA: EDUFSC.
- BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari: (1994). **Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto/POR: Porto Editora (Coleção Ciências da Educação, 12).
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica: (1999). **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Bases Legais**. Brasília/DF/BRA: MEC/SEMTEC.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica: (2000). **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional de Nível Técnico. Programa de Expansão da Educação Profissional**. Brasília/ DF/BRA: MEC/SEMTEC.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Fundamental: (1998). **Parâmetros Curriculares Nacionais (5ª a 8ª série, Ensino Fundamental)**. Brasília/DF/BRA: MEC/SEF.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica: (1998). **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio, parte III): Ciência da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília/DF/BRA: MEC/SEMTEC.

- BRASIL: (1996). **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei 9394/96 de 20.12.96. Diário Oficial da União, nº 248 de 23.12.1996. Brasília/DF/BRA.
- BRASIL: (1996). **Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e de Valorização do Magistério**. Lei 9424/96, 24 de dezembro de 1996. Brasília/DF/BRA.
- BRASIL: (1997). **Decreto nº 2208 de 17 de abril de 1997**. Regulamenta a LDB. Educação Profissional. Brasília/ DF/BRA.
- BRASIL, Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais, (1999). **Matrizes Curriculares de Referência para o SAEB - Sistema Nacional de Avaliação de Educação Básica**. 2. ed. Brasília/DF/BRA.
- BUARQUE, Cristovam: (1994). **A revolução das prioridades: da modernidade técnica à modernidade ética**. São Paulo/BRA: Paz e Terra.
- CARNEIRO, Moacir Alves: (1998). **LDB Fácil: Leitura Crítico-Compreensiva - Artigo a Artigo**. Petrópolis/RJ/BRA: Vozes.
- CARVALHO, Maria Maringoni de (org): (2000). **Metodologia Científica-Fundamentos e Técnicas-Construindo o Saber**. 9.ed. Campinas/SP/BRA: Papyrus.
- CHAVES, Taniamara Vizzotto: (2002). **Textos de Divulgação Científica no Ensino de Física Moderna na Escola Média**. Santa Maria; RS/BRA: Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Educação. Universidade Federal de Santa Maria. (Dissertação de Mestrado).
- CLEMENT, Luis: (2004). **Resolução de Problemas e o Ensino de Procedimentos e Atitudes em Aulas de Física**. Santa Maria; RS/BRA: Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Educação. Universidade Federal de Santa Maria. (Dissertação de Mestrado).
- COLL, César; VALLS, Enric: (2000). A aprendizagem e o ensino de procedimentos. In: COLL, C.; et al. **Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes**. Porto Alegre/BRA: Artes Médicas.
- CUNHA, Márcia Borin da: (1999). **Ensinando Ciências na Escola Fundamental numa perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade**. Santa Maria/RS/BRA: Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Maria. (Dissertação de Mestrado).
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André Perez: (1991). **Física**. São Paulo/BRA: Cortez. (Coleção Magistério 2º Grau).
- DELORS, Jaques (org): (1998). **Educação: um tesouro a descobrir - Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI**. São Paulo/BRA: Cortez.
- GEPEQ: (1993/1995/1998). **Grupo de Pesquisas para o Ensino de Química. Interação e transformação: química para o 2º grau**. Vol. I, II, III. São Paulo/BRA: EDUSP.

- GIL, Antonio Carlos: (1989). **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo/BRA. Atlas.
- GRAF:Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. (1990). **Física 1: Mecânica**. São Paulo/BRA: EDUSP.
- GRAF:Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. (1991). **Física 2: Física Térmica/ Óptica**. São Paulo/BRA: EDUSP.
- GRAF:Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. (1993). **Física 3: Eletromagnetismo**. São Paulo/ BRA: EDUSP.
- GRILLO, Marlene: (1990). **Revista Tecnologia Educacional**. Rio de Janeiro/BRA. v. 19. Jan/abr.
- HERNANDES, Cláudio Luiz: (2002). **Atividades Experimentais no Ensino da Física Moderna e a Prática Pedagógica de Professores**. Santa Maria; RS/BRA: Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Maria. (Dissertação de Mestrado).
- KNELLER, George F: (1980). **A ciência como atividade humana**. Tradução de Antonio José de Souza. Rio de Janeiro/BRA: Zahar; São Paulo/BRA: EDUSP.
- KUENZER, Acácia Zeneida (org.): (2000). **Ensino Médio: Construindo uma proposta para os que vivem do trabalho**. São Paulo/BRA: Cortez.
- LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade: (1988). **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo/BRA: Atlas.
- LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E.D.A: (1986). **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo/BRA: EPU.
- LUTFI, M: (1988). **Cotidiano e educação em química: os aditivos em alimentos como proposta para o ensino de química no segundo grau**. Ijuí/RS/BRA: UNIJUÍ.
- LUJÁN, José Lopes, et al: (1996). **Ciencia, Tecnología y Sociedad: Una Introducion al Estudio Social de la Ciencia y la Tecnología**. Madri/ESP: Tecnos.
- MAZZOTTI, Alda; GEWANDSZNAJDER, Fernando: (1998). **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. São Paulo/BRA: Pioneira.
- MENEZES, Luís Carlos de: (2000). 'Uma Física para o novo Ensino Médio'. In: **Física na Escola**. São Paulo, SBF, v.1, n.1, p.6-7,
- MOREIRA, Marco Antonio: (2000). Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. In: **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo/BRA. SBF, v.22 n.1,p. 94-99.
- MORTIMER, E. F., MACHADO, A. H., ROMANELLI, L. I: (1998). **Proposta Curricular – Química: fundamentos teóricos**. Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais. Belo Horizonte/BRA.
- NARDI, Roberto (org): (1998). **Pesquisas em ensino de física**. São Paulo/BRA: Escrituras.

- NÓVOA, Antonio (org): (1991). **Profissão professor**. Porto/POR:Porto Editora.
- PERRENOUD, Philippe: (1995). **Ofício de aluno e sentido do trabalho escolar**. Porto Alegre/BRA: Artes Médicas.
- PORLÁN, Rafael; MARTÍN, J: (1997). **El diario del profesor: um recurso para la investigación en el aula**. 4.ed. Sevilla/ESP: Díada Editora. (Colección Investigación y Enseñanza, Série Práctica, n.6).
- POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Gómez Miguel Angel: (1998). **Aprender y Enseñar Ciencia: del Conocimiento Cotidiano al Conocimiento Científico**. Madrid/ ESP: Morata.
- PRO BUENO, Antonio de: (1995). Reflexiones para la selección de contenidos procedimentales em ciencias, In: **Alambique**, Barcelona/ESP, Graó, n.6, p.77-87.
- RAMALHO, Bethânia Leite: (1993), UFRN; ISAURO Beltrán – UFRN ; GAUTHIER, Clermont – Laval/QUEBEC. “**Formar e Profissionalizar a Docência: Implicações, desafios**”. Divulgação Restrita. Texto em processo de revisão ortográfica e normas técnicas.
- RICHARDSON, R. et al.: (1999). **Pesquisa Social: Métodos e Técnicas**. 3.ed. São Paulo/BRA: Atlas.
- STRIEDER, Dulce: (1998) **Atualização Curricular e Ensino de Física na Escola Média**. Santa Maria/RS/BRA: Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Maria. (Dissertação de Mestrado).
- SANTINI, Nestor Davino; CLEMENT, Luiz; GASTALDO, Luiz Fernando; TERRAZZAN, Eduardo A.: (2002). ‘Atualização Curricular e Formação Continuada no Ensino de Física’. In: **III Encontro sobre investigação na Escola**, p.187-189. Anais, Lajeado/RS/BRA, Univates, (23 e 24 de agosto).
- SANTINI, Nestor Davino; BULEGON, Ana Marli; TRENTIN Elizabete; SILVA, Leandro Londero da; HOFFMANN, Maria Márcia; TERRAZZAN, Eduardo A.: (2003). ‘Atividades Experimentais ajudam a melhorar a aprendizagem nas aulas de Física?’. In: **IV Encontro sobre investigação na Escola**, p.70-72. Anais, Lajeado/RS/BRA, Univates, (29 e 30 de agosto).
- SANTINI, Nestor Davino; TERRAZZAN, Eduardo A.: (2004). ‘Uso de Objetos Agrícolas para o Ensino de Física: Uma proposta para trabalho em Escolas Agrotécnicas’. In: **V ANPED SUL – Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul**, p.349. Anais, Curitiba/PR/BRA, sbf. (27 a 30 de abril).
- SANTOS, Maria Eduarda Vaz Moniz dos: (1991). **Mudança Conceitual na Sala de Aula – Um Desafio Pedagógico**. Lisboa/POR: Horizonte.
- SANTOS, Wilson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury: (2000). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da Educação Brasileira). In: **Ensaio – Pesquisa Educacional em Ciências**, Belo Horizonte/MG/BRA. v.2, n.2.
- SANTOS, Clodogil Fabiano Ribeiro dos: (2002). **Educação Tecnológica no Ensino de Física – análise de uma experiência didática utilizando**

objetos tecnológicos. Bauru/BRA: Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, UNESP/Campus de Bauru. (Dissertação de Mestrado).

- SCHMIDT, Inés Prieto (coord.): (1998). **Uma abordagem alternativa para as atividades experimentais de Física no ensino médio.** Santa Maria/BRA: Gabinete de Projetos do CCNE, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria. (Projeto de Extensão).
- SCHÖN, Donald: (1992). **La formación de profesionales reflexivos.** Barcelona/ESP: Paidós.
- SEVERINO, A. Joaquim: (1992). **Método do Trabalho Científico.** 18. ed. São Paulo/BRA: Cortez.
- STRIEDER, Dulce: (1998). **Atualização Curricular e Ensino de Física na Escola Média.** Santa Maria/BRA: Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Maria. (Dissertação de Mestrado).
- SILVA, Elcio Oliveira da: (1997). **“Conteúdo” ou “Experiência de Ensino?” – Uma Reflexão Fundamental para a apreensão do ato educativo.** Concórdia/ SC/BRA: Anais do X Encontro de Professores de Escolas Agrícolas e Agrotécnicas Federais da Região Sul.
- SILVA, Elcio Oliveira da: (1997). **Fragmentação e interdisciplinaridade no ensino: Relações e Distinções.** Concórdia/ SC/BRA: Anais do X Encontro de Professores de Escolas Agrícolas e Agrotécnicas Federais da Região Sul.
- TARDIF, Maurice: (2002). **Saberes Docentes e Formação Profissional.** Petrópolis/RJ/BRA. Vozes.
- TERRAZZAN, Eduardo A.: (1994). **Perspectivas para a inserção de física moderna na escola média.** São Paulo/BRA: Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. (Tese de Doutorado).
- TERRAZZAN, E. A.; HERNANDES, C. L.; CHAVES, T. V..(2000). Currículo e mudança didática em sala de aula: acompanhando a prática pedagógica de professores em serviço. In: Abib, M.L.S, et al. (orgs). VII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. **Atas do evento.** São Paulo/BRA: SBF, (CD-ROM, arquivo: c053-193.pdf) (texto 15p).
- TERRAZZAN, Eduardo A.: (2002). Grupo de Trabalho de Professores de Física: articulando a produção de atividades didáticas, a formação de professores e a pesquisa em educação. In: Vianna, D. M.; Peduzzi, L. O. Q.; Borges, O. N.; Nardi, R. (orgs.) VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. **Atas do Evento.** São Paulo;SP/BRA: SBF, (CD-ROM, arquivo: SC1_3.pdf) (texto15p).
- TERRAZZAN, Eduardo A.; CLEMENT, Luiz; SANTINI, Nestor Davino; GASTALDO, Luiz Fernando: (2003). ‘Experiências de Atualização Curricular e formação continuada vividas por um grupo de professores de Física: O caso do GTPF/NEC’. In: IV ENPEC - Encontro Nacional de

Pesquisa em Educação em Ciências, **Atas do Evento**. Bauru;SP/BRA: SBF, (CD-ROM, 25 a 29 de Novembro de 2003).

- USTRA, Sandro Rogério V.: (1997). **Condicionantes para a Formação Permanente de Professores de Física no Âmbito de um Curso de Atualização e Aperfeiçoamento**. Santa Maria; RS/BRA: Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Maria. (Dissertação de Mestrado).
- WERLANG, Canrobert Kumpfer: (1997). **Os desafios da formação profissional frente aos novos pressupostos científicos e tecnológicos e as implicações sobre o ensino agrícola de segundo grau: A dicotomia teoria e prática em questão**. Santa Maria; RS/BRA: Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Maria. (Dissertação de Mestrado).
- WINNER, L. (1987). **La ballena y el reactor: un búsqueda de los limites en la era de la alta tecnología**. Barcelona/ESP: Gedisa.

ANEXOS

ANEXO I

FASE INICIAL DA PESQUISA

QUESTIONÁRIO RESPONDIDO NO IV BIMESTRE/2003 PELOS ALUNOS DE UMA TURMA DA SEGUNDA SÉRIE DO ENSINO MÉDIO DO CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE SÃO VICENTE DO SUL.

Questionário: Concepções iniciais sobre alguns “objetos tecnológicos” relacionados ao assunto de “Mecânica dos Fluidos”.

1-No convívio diário que você tem com as UEPs (Unidades de Ensino e Produção) da Escola, muitos objetos tecnológicos são utilizados pelas pessoas. Segundo sua concepção, os “objetos tecnológicos” colocados ao nosso alcance na escola trazem benefícios, prejuízos ou são indiferentes, isto é, não ajudam nem atrapalham? Explique.

2-Você acha que um “objeto tecnológico” foi fabricado baseando-se num princípio ou numa lei já conhecida pelo homem através do desenvolvimento da ciência? Comente sobre seu ponto de vista.

3-Cada “objeto tecnológico” foi fabricado para atender a uma determinada finalidade. Você poderia fazer uma lista destes objetos fabricados, simples ou complexos, que estejam ligados ou relacionados à Mecânica dos Fluidos (aqueles que usam líquidos ou gases)?

4-Ao lado de cada um dos objetos listados por você na questão anterior, procure fazer uma descrição das respectivas funções executadas por eles, isto é, qual a finalidade de cada um deles.

5-Utilizando as funções atribuídas por você a cada aparelho, já respondida na questão quatro, faça uma classificação dos mesmos, ou seja, agrupe os equipamentos que, na sua opinião, têm funções semelhantes.

6-Relate a forma que você utiliza os aparelhos relacionados à hidráulica tanto em sua residência, na escola ou outro local, durante o período de um dia.

7-Entre os aparelhos citados por você na questão três, estabeleça, segundo seus critérios, uma ordem decrescente de consumo de água.

8-Você se preocupa com a questão do consumo de água? Que medidas/procedimentos você e sua família tomam quando utilizam aparelhos ou sistemas hidráulicos, com o objetivo de economizar água? Você poderia explicar cada uma dessas atitudes?

Objetivo: Verificar o nível de envolvimento dos alunos do Centro Federal de Educação Tecnológica de São Vicente do Sul com os objetos tecnológicos utilizados na irrigação relacionados ao assunto “Mecânica dos Fluidos”, buscando estabelecer uma base para a contextualização dos conteúdos a serem tratados.

ANEXO II

FASE FINAL DA PESQUISA

QUESTIONÁRIO RESPONDIDO NO II BIMESTRE DE 2004 PELOS ALUNOS DE UMA TURMA (2ª 'A') DA SEGUNDA SÉRIE DO ENSINO MÉDIO DO CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE SÃO VICENTE DO SUL.

1-Nas UEPs (Unidades de Ensino e Produção) da Escola, você tem convívio com muitos equipamentos agrícolas que são utilizados pelas pessoas do meio rural em geral. Na sua opinião os equipamentos agrícolas colocados ao nosso alcance, tanto em casa, como na escola, ou em outros locais, trazem benefícios, prejuízos ou são indiferentes? Procure justificar.

2- De que modo estes equipamentos agrícolas podem trazer benefícios ou prejuízos? Cite alguns exemplos de equipamentos agrícolas e possíveis prejuízos e/ou benefícios que eles podem trazer.

3-Como você vê a relação entre a fabricação de um equipamento agrícola e as leis/princípios científicos formulados pelo homem? Comente seu ponto de vista.

4-Em geral, cada equipamento agrícola é fabricado para atender a um conjunto de finalidades. Você poderia fazer uma lista de equipamentos agrícolas, simples ou complexos, cuja operação ou cuja função esteja ligada ou relacionada a líquidos ou gases?

5-Faça uma breve descrição das funções executadas por cada um dos equipamentos que você listou na questão anterior, isto é, descreva para que cada um deles serve.

6-Utilizando as funções atribuídas por você a cada equipamento listado nas questões anteriores, faça uma classificação dos mesmos, ou seja, agrupe os equipamentos que, na sua opinião, têm funções semelhantes.

7-Relate a forma que você utiliza os equipamentos agrícolas relacionados à hidráulica tanto em sua residência, na escola ou outro local, durante o período de um dia.

8-Entre os aparelhos citados por você na questão quatro, estabeleça, segundo seus critérios, uma ordem decrescente de consumo de água.

9-Você se preocupa com a questão do consumo de água em nossa vida cotidiana? Que medidas/procedimentos você e sua família tomam quando utilizam equipamentos agrícolas ou residenciais, com o objetivo de economizar água? Você poderia explicar cada uma dessas atitudes?

OBJETIVOS:

A - Identificar as concepções que os alunos apresentam sobre funcionamento de equipamentos agrícolas existentes no meio rural;

B - Avaliar sobre o grau de familiaridade dos alunos do Centro Federal de Educação Tecnológica de São Vicente do Sul com os equipamentos agrícolas utilizados em irrigação.

C – Conhecimento dos alunos sobre questões focadas/relacionadas à construção e ao uso de equipamentos agrícolas.

ANEXO III

PROGRAMA EXPERIMENTAL DE INGRESSO AO
ENSINO SUPERIOR DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE SANTA MARIA

CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS DE
FÍSICA PARA AS TRÊS SÉRIES DO
ENSINO MÉDIO

FÍSICA

A Física permite perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Isso implica, também, a introdução à linguagem própria da Física, que faz uso de conceitos e terminologias bem definidos, além de suas formas de expressão que envolve, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas.

1ª SÉRIE – ENSINO MÉDIO

CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS	NÍVEIS DE EXIGÊNCIA
1 - CONCEITOS BÁSICOS	
1.1 Fenômeno Físico.	1.1 Exemplificar Fenômenos Físicos.
1.2 Lei Física.	1.2 Definir Lei Física.
1.3 Grandezas físicas.	1.3 Exemplificar Grandezas Físicas.
1.4 Unidades padrão de medida de comprimento, massa e tempo.	1.4 Utilizar o Sistema Internacional de Unidades.
1.5 Algarismos significativos e notação científica.	1.5 Empregar na resolução de problemas.
2 - CINEMÁTICA	
2.1 Sistemas de referência.	2.1 Reconhecer a relatividade dos movimentos.
2.2 Posição, Deslocamento, Velocidade e Aceleração.	2.2 Definir as grandezas.
2.3 Movimento Retilíneo Uniforme.	2.3 e 2.4 Resolver problemas simples.
2.4 Movimento Retilíneo Uniformemente Variado.	
2.5 Vetores.	2.5 Resolver problemas envolvendo operações com vetores.
2.6 Composição de Movimentos.	2.6 e 2.7 Resolver problemas simples.
2.7 Movimento Circular Uniforme.	
3 - DINÂMICA	
3.1 1ª Lei de Newton.	3.1 a 3.3 Resolver problemas com base nas leis de Newton.
3.2 2ª Lei de Newton.	
3.3 3ª Lei de Newton.	
3.4 Lei de Hooke.	3.4 e 3.5 Resolver problemas.
3.5 Atrito.	
3.6 Força Centrípeta, Força Centrífuga.	3.6 Resolver problemas envolvendo forças.
3.7 Campo Gravitacional e Lei da Gravitação Universal.	3.7 e 3.8 Concluir por dedução ou indução.
3.8 Leis de Kepler.	
4 - PRINCÍPIOS DE CONSERVAÇÃO	
4.1 Trabalho.	4.1 a 4.8 Resolver problemas explicando os Fenômenos Físicos.
4.2 Potência.	
4.3 Energia Cinética e Potencial.	
4.4 Princípio de Conservação da Energia.	
4.5 Quantidade de Movimento.	
4.6 Impulso.	
4.7 Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento.	
4.8 Colisões.	
5 - ESTÁTICA	
5.1 Sistemas de Forças.	5.1 Identificar as forças atuantes no sistema.
5.2 Momento de uma força.	5.2 e 5.3 Resolver problemas.
5.3 Condições de Equilíbrio.	
5.4 Centro de Gravidade.	5.4 Identificar Centro de Gravidade.
5.5 Máquinas Simples.	5.5 Resolver problemas sobre alavancas, plano inclinado e roldanas.

2ª SÉRIE – ENSINO MÉDIO

CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS	NÍVEIS DE EXIGÊNCIA
1 - HIDROSTÁTICA	
1.1 Pressão e Densidade.	1.1 Descrever o conceito e resolver problemas.
1.2 Teorema de Stevin.	1.2 a 1.4 Resolver problemas.
1.3 Teorema de Pascal.	
1.4 Teorema de Arquimedes.	
1.5 Experiência de Torricelli.	1.5 Identificar.
2 - HIDRODINÂMICA	
2.1 Tensão Superficial.	2.1 Identificar.
2.2 Viscosidade.	2.2 Reconhecer.
2.3 Capilaridade.	2.3 Identificar.
2.4 Regimes de Escoamento.	2.4 Distinguir os Regimes de Escoamento.
2.5 Vazão e Equação da Continuidade.	2.5 e 2.6 Resolver problemas.
2.6 Equação de Bernoulli e aplicações simples.	
3 - TERMOMETRIA	
3.1 Lei Zero da Termodinâmica e Equilíbrio Térmico.	3.1 Definir.
3.2 Escalas Termométricas.	3.2 Resolver problemas.
3.3 Dilatação de sólidos e líquidos.	3.3 Resolver problemas simples.
4 - CALORIMETRIA	
4.1 Calor, Calor Sensível e Calor Latente.	4.1 Diferenciar.
4.2 Capacidade Térmica e Calor Específico.	4.2 Diferenciar e resolver problemas.
4.3 Troca de energia em forma de calor.	4.3 e 4.4 Resolver problemas.
4.4 Mudanças de fase.	
4.5 Propagação de calor.	4.5 Exemplificar os tipos de propagação.
5 - ESTUDO DOS GASES	
5.1 Transformações: isotérmica, isobárica e isovolumétrica.	5.1 Resolver problemas simples.
5.2 Equação de Clapeyron.	5.2 Resolver problemas.
5.3 Teoria cinética dos gases – energia interna.	5.3 Reconhecer.
6 - TERMODINÂMICA	
6.1 Primeira Lei da Termodinâmica.	6.1 Resolver problemas.
6.2 Trabalho e diagrama PV.	6.2 Interpretar os gráficos do diagrama PV.
6.3 Transformações, adiabática e cíclica.	6.3 Definir.
6.4 Segunda Lei da Termodinâmica.	6.4 Resolver problemas.
6.5 Máquinas Térmicas.	6.5 Explicar o princípio de funcionamento.
7 - OSCILAÇÕES E ONDAS	
7.1 Movimento Harmônico Simples.	7.1 Relacionar elementos do MHS.
7.2 Classificação das ondas.	7.2 Classificar.
7.3 Comprimento da onda, período, frequência, fase e velocidade.	7.3 Relacionar as grandezas.
7.4 Reflexão, Refração e Difração.	7.4 Identificar os fenômenos e relacioná-los.
7.5 Interferência, Batimento e Ressonância.	7.5 Identificar os fenômenos.
7.6 Acústica.	7.6 e 7.6.1 Identificar.
7.6.1 Ondas sonoras.	
7.6.2 Som, infra-som e ultra-som.	7.6.2 Diferenciar.
7.6.3 Propagação e velocidade do som.	7.6.3 Definir.
7.6.4 Efeito Doppler.	7.6.4 Resolver problemas.
7.6.5 Qualidades fisiológicas do som.	7.6.5 Associar.

3ª SÉRIE – ENSINO MÉDIO

CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS	NÍVEIS DE EXIGÊNCIA
1 - ELETROSTÁTICA	
1.1 Corpo eletrizado, condutores e isolantes.	1.1 Reconhecer e exemplificar.

1.2	Processos de eletrização.	1.2	Descrever os processos.
1.3	Lei de Coulomb.	1.3	Resolver problemas.
1.4	Campo Elétrico.	1.4	Descrever os tipos de Campo Elétrico.
1.5	Potencial Elétrico.	1.5	Descrever Potencial Elétrico.
1.6	Capacitores.	1.6	Denominar a função dos capacitores. Resolver problemas simples.
2 - ELETRODINÂMICA			
2.1	Corrente elétrica contínua e alternada.	2.1 a 2.4 Resolver problemas simples.	
2.2	Resistores: associação simples.		
2.3	Efeito Joule.		
2.4	Lei de Ohm e Resistividade.		
2.5	Amperímetro e Voltímetro.	2.5	Estabelecer relações.
2.6	Geradores.	2.6 e 2.7 Resolver problemas.	
2.7	Receptores.		
3 - ELETROMAGNETISMO			
3.1	Ímãs naturais e artificiais.	3.1	Diferenciar.
3.2	Campo magnético e magnetismo terrestre.	3.2	Reconhecer.
3.3	Substâncias magnéticas.	3.3	Identificar.
3.4	Lei de Ampère – fio retilíneo, espira e solenóide.	3.4 e 3.5 Resolver problemas.	
3.5	Força magnética sobre carga em movimento e condutor retilíneo.		
3.6	Motor elétrico.	3.6	Identificar o princípio de funcionamento.
3.7	Fluxo magnético.	3.7 a 3.9 Resolver problemas.	
3.8	Lei de Faraday.		
3.9	Lei de Lenz.		
3.10	Transformador.	3.10	Relacionar as grandezas.
4 - ÓTICA FÍSICA			
4.1	Natureza e propagação da luz.	4.1 e 4.2 Identificar.	
4.2	Espectro eletromagnético.		
4.3	Experiência de Young.	4.3	Identificar interferência.
4.4	Difração e Polarização.	4.4 a 4.6 Identificar.	
4.5	Efeito Fotoelétrico.		
4.6	Luz como partícula e onda.		
5 - ÓTICA GEOMÉTRICA			
5.1	Objeto virtual.	5.1 e 5.2 Identificar.	
5.2	Reflexão.		
5.3	Espelhos: planos e esféricos.	5.3 e 5.4 Resolver problemas simples.	
5.4	Refração.		
5.5	Reflexão total.	5.5	Reconhecer.
5.6	Dispersão da luz.	5.6	Explicar.
5.7	Lentes.	5.7	Reconhecer os tipos de imagens.
5.8	Olho humano.	5.8	Descrever os defeitos da visão.
BIBLIOGRAFIA SUGERIDA			
Para Professor		Para Aluno	
ALVARES, Beatriz Alvarenga e LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da. <u>Curso de Física</u> . 4 ed. São Paulo: Scipione: 1997. 3v.		ALVARES, Beatriz Alvarenga & LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da. <u>Curso de Física</u> . 4 ed. São Paulo: Scipione: 1997. 3v.	
AMALDI, Ugo. <u>Imagens da Física</u> . São Paulo: Scipione. 1995.		GASPAR, Alberto. <u>Física: Ótica</u> . 2003. Único.	
CARRÓN, Wilson e GUIMARÃES, Osvaldo. <u>As faces da Física</u> . São Paulo: Moderna. 1997.		GONÇALVES e TOSCANO. <u>Física e Realidade</u> . São Paulo: Scipione. 3v.	
GASPAR, Alberto. <u>Física: Ótica</u> . 2003. Único.		RAMALHO - NICOLAU – TOLEDO. <u>Os Fundamentos da Física</u> . São Paulo: Moderna, 2003.	
GREF: Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. <u>Física</u> . São Paulo: USP, 1990.			
HERSKOWICZ, Gerson et al. <u>Curso completo de Física</u> . São Paulo: Moderna, 1993.			
RAMALHO - NICOLAU – TOLEDO. <u>Os Fundamentos da Física</u> . São Paulo: Moderna, 2003.			

ANEXO IV

MÓDULO DIDÁTICO

USO DA ESTUFA NA AGRICULTURA

PLANEJAMENTO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO
Segundo o Modelo TMP (Três Momentos Pedagógicos)

MÓDULO DIDÁTICO
USO DA ESTUFA NA AGRICULTURA

TÓPICO/TEMA PRINCIPAL: USO DA ESTUFA NA AGRICULTURA

NÚMERO DE AULAS PREVISTAS: 26 HORAS-AULA

APRENDIZAGENS ESPERADAS:

1) CAMPO CONCEITUAL:

- AC 01 – Explicitar o mecanismo do ‘Efeito Estufa’;
- AC 02 - Descrever o ‘Fenômeno el Niño’;
- AC 03 – Organizar uma representação do espectro de radiação luminosa, indicando as principais características de cada ‘faixa de onda de luz,’
- AC 04 - Definir ‘Pressão de uma Força’;
- AC 05 - Conceituar ‘Corrente Elétrica’;
- AC 06 - Identificar os elementos necessários de um ‘circuito elétrico simples’;
- AC 07 - Compreender o princípio de funcionamento dos motores elétricos;
- AC 08 - Conceituar Calor;
- AC 09 - Conceituar Temperatura;
- AC 10 - Diferenciar Calor de Temperatura;
- AC 11 - Caracterizar Campo Magnético;
- AC 12 - Identificar as ‘Diferentes formas de propagação do calor’;
- AC 13 - Conceituar ‘Pressão Atmosférica’;
- AC 14 - Definir ‘Massa Específica’;
- AC 15 - Caracterizar a ‘Estrutura Molecular da Matéria’;
- AC 16 - Conceituar ‘Tensão Superficial’;
- AC 17 - Identificar ‘Fenômenos de Adesão e Coesão’;
- AC 18 - Compreender Fenômenos de Capilaridade;
- AC 19 - Descrever a Experiência de Torricelli;

- AC 20 - Identificar a Equação Fundamental da Hidrostática;
- AC 21 - Enunciar o 'Teorema de Pascal';
- AC 22 - Identificar 'Conjuntos de Vasos Comunicantes'.
- AC 23 - Descrever como funciona o aparelho de medir pressão;
- AC 24 - Identificar as principais mudanças que estão ocorrendo no clima;
- AC 25 - Identificar, caracterizar e discutir os principais fatores/causas do aquecimento global;
- AC 26 - Enunciar o Princípio de Arquimedes.

2) CAMPO PROCEDIMENTAL:

- AP 01-Explicitar suas idéias quando for solicitada sua opinião em questionamentos;
- AP 02 - Interpretar observações de situações do cotidiano envolvendo fenômenos;
- AP 03 – Diferenciar as faixas de onda de luz, mediante suas características em relação à interação com a matéria;
- AP 04 – Selecionar produtos aerossóis mediante o reconhecimento das substâncias em relação à interação com a matéria;
- AP 05 - Relacionar pressão a situações cotidianas como: sugar líquidos por canudos, efeitos do acionamento de motobombas nas diversas situações de irrigação de uma lavoura, funcionamento do bebedouro de aves, mergulho, pressão sentida nos ouvidos durante a mudança de altitude, rarefação do ar em grandes altitudes;
- AP 06 - Compreender a ação da pressão atmosférica sobre os corpos em diversos lugares;
- AP 07 - Compreender as transformações de energia ocorridas nos diversos aparelhos elétricos;
- AP 08 - Compreender as relações entre os conceitos de pressão, força e superfície, transferindo estas situações para a vida cotidiana;
- AP 09 - Compreender a Dualidade Onda-Partícula;
- AP10 - Analisar criticamente os efeitos dos vários tipos de radiações e suas características;
- AP11 - Identificar, no cotidiano, a ação da tensão superficial em fluidos;

- AP12 - Definir e aplicar o conceito de densidade/massa específica;
- AP13 - Analisar criticamente os resultados teóricos e experimentais;
- AP14 - Classificar as variáveis como dependentes e independentes, diretamente ou inversamente proporcionais, quando necessário;
- AP15 - Compreender a estrutura molecular dos fluidos;
- AP16 - Reconhecer a influência da densidade de diferentes fluidos e em diferentes sistemas;
- AP17- Identificar e calcular a pressão num ponto qualquer de um fluido como sendo devida ao peso da coluna de fluido acima deste ponto;
- AP18 - Compreender o funcionamento de dispositivos hidráulicos simples;
- AP19 - Reconhecer vasos comunicantes e descrever suas características físicas;
- AP20 - Reconhecer e aplicar o Princípio de Pascal no funcionamento de macacos e máquinas hidráulicas;
- AP21 - Compreender e aplicar a Equação Fundamental da Hidrostática em situações cotidianas;
- AP22 - Compreender a influência e variação da pressão sobre corpos mergulhados em fluidos e saber aplicar em algumas situações, como por exemplo, a de um mergulhador;
- AP23 - Ler enunciados com atenção e registrar os dados fornecidos;
- AP24 - Argumentar sobre os conteúdos conceituais da Física;
- AP25 - Representar e interpretar graficamente os dados;
- AP26 - Buscar informações em fontes diferentes, organizando as idéias comuns e complementares.
- AP27 - Compreender a transformação do oxigênio em ozônio e sua posição na Atmosfera;
- AP28 - Explicar a movimentação de peixes e submarinos fundamentados no Princípio de Arquimedes.

3) CAMPO ATITUDINAL:

- AA 01 - Opinar e agir em situações sociais que envolvam temas relevantes e polêmicos, como por exemplo, desperdício de energia, poluição do

meio ambiente, uso de novas tecnologias, tipos de radiações e seus efeitos;

AA 02 - Saber abordar e defender a questão ecológica, que envolve, por exemplo, o vazamento de combustíveis no mar e nos rios, o vazamento de resíduos tóxicos, o abandono de embalagens de produtos tóxicos em lugares impróprios;

AA 03 - Respeitar opiniões e concepções de outras pessoas;

AA 04 - Cooperar na elaboração dos trabalhos em equipe;

AA 05 - Conscientizar-se dos efeitos prejudiciais dos aerossóis para a camada de ozônio;

AA 06 - Conscientizar as pessoas sobre o papel do cidadão na preservação de rios e córregos. Preservar a natureza e toda vida que possa existir na água ou que dependa da mesma;

AA 07 - Resgatar a importância da escola na formação do cidadão, quanto à aprendizagem da leitura, escrita e criticidade da linguagem científica;

AA 08 - Assumir as responsabilidades inerentes ao momento profissional.

COMPETÊNCIAS

- I. Dominar a norma culta da Língua Portuguesa e fazer uso das linguagens matemática, artística e científica.
- II. Construir e aplicar conceitos das várias áreas do conhecimento para a compreensão de fenômenos naturais, de processos histórico-geográficos, da produção tecnológica e das manifestações artísticas.
- III. Selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema.
- IV. Relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente.
- V. Recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural.

HABILIDADES:

1. Dada a descrição discursiva ou por ilustração de um experimento ou fenômeno, de natureza científica, tecnológica ou social, identificar variáveis relevantes e selecionar os instrumentos necessários para realização ou interpretação do mesmo.

2. Em um gráfico cartesiano de variável socioeconômica ou técnico-científica, identificar e analisar valores das variáveis, intervalos de crescimento ou decréscimo e taxas de variação.

3. Dada uma distribuição estatística de variável social, econômica, física, química ou biológica, traduzir e interpretar as informações disponíveis, ou reorganizá-las, objetivando interpolações ou extrapolações.

4. Dada uma situação-problema, apresentada em uma linguagem de determinada área de conhecimento, relacioná-la com sua formulação em outras linguagens ou vice-versa.

5. A partir da leitura de textos literários consagrados e de informações sobre concepções artísticas, estabelecer relações entre eles e seu contexto histórico, social, político ou cultural, inferindo as escolhas dos temas, gêneros discursivos e recursos expressivos dos autores.

6. Com base em um texto, analisar as funções da linguagem, identificar marcas de variantes lingüísticas de natureza sócio-cultural, regional, de registro ou de estilo, e explorar as relações entre as linguagens coloquial e formal.

7. Identificar e caracterizar a conservação e as transformações de energia em diferentes processos de sua geração e uso social, e comparar diferentes recursos e opções energéticas.

8. Analisar criticamente, de forma qualitativa ou quantitativa, as implicações ambientais, sociais e econômicas dos processos de utilização dos recursos naturais, materiais ou energéticos.

9. Compreender o significado e a importância da água e de seu ciclo para a manutenção da vida, em sua relação com condições sócio-ambientais, sabendo quantificar variações de temperatura e mudanças de fase em processos naturais e de intervenção humana.

10. Utilizar e interpretar diferentes escalas de tempo para situar e descrever transformações na atmosfera, biosfera, hidrosfera e litosfera, origem

e evolução da vida, variações populacionais e modificações no espaço geográfico.

11. Diante da diversidade da vida, analisar, do ponto de vista biológico, físico ou químico, padrões comuns nas estruturas e nos processos que garantem a continuidade e a evolução dos seres vivos.

12. Analisar fatores socioeconômicos e ambientais associados ao desenvolvimento, às condições de vida e saúde de populações humanas, por meio da interpretação de diferentes indicadores.

13. Compreender o caráter sistêmico do planeta e reconhecer a importância da biodiversidade para preservação da vida, relacionando condições do meio e intervenção humana.

14. Diante da diversidade de formas geométricas planas e espaciais, presentes na natureza ou imaginadas, caracterizá-las por meio de propriedades, relacionar seus elementos, calcular comprimentos, áreas ou volumes, e utilizar o conhecimento geométrico para leitura, compreensão e ação sobre a realidade.

15. Reconhecer o caráter aleatório de fenômenos naturais ou não e utilizar, em situações-problema, processos de contagem, representação de frequências relativas, construção de espaços amostrais, distribuição e cálculo de probabilidades.

16. Analisar, de forma qualitativa ou quantitativa, situações-problema referentes a perturbações ambientais, identificando fonte, transporte e destino dos poluentes, reconhecendo suas transformações; prever efeitos nos ecossistemas e no sistema produtivo e propor formas de intervenção para reduzir e controlar os efeitos da poluição ambiental.

17. Na obtenção e produção de materiais e de insumos energéticos, identificar etapas, calcular rendimentos, taxas e índices, e analisar implicações sociais, econômicas e ambientais.

18. Valorizar a diversidade dos patrimônios etnoculturais e artísticos, identificando-a em suas manifestações e representações em diferentes sociedades, épocas e lugares.

19. Confrontar interpretações diversas de situações ou fatos de natureza histórico-geográfica, técnico-científica, artístico-cultural ou do cotidiano,

comparando diferentes pontos de vista, identificando os pressupostos de cada interpretação e analisando a validade dos argumentos utilizados.

20. Comparar processos de formação socioeconômica, relacionando-os com seu contexto histórico e geográfico.

21. Dado um conjunto de informações sobre uma realidade histórico-geográfica, contextualizar e ordenar os eventos registrados, compreendendo a importância dos fatores sociais, econômicos, políticos ou culturais.

DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES

O Módulo Didático “Uso da Estufa na Agricultura” será implementado contemplando os objetivos propostos para cada Atividade Didática conforme as Aprendizagens Conceituais, Procedimentais e Atitudinais; vinculando o uso de alguns equipamentos agrícolas existentes na Unidade de Ensino e Produção (UEP) de Agricultura I do CEFET/SVS, destinados às atividades de produção de hortaliças hidropônicas.

Os equipamentos agrícolas que compõem a estufa são: vários tanques interligados através de canos, bombas hidráulicas, bandejas de cimento amianto, caixa d’ água e tubulações, poço artesiano, motores elétricos, circuito elétrico, cobertura de plástico, estrutura metálica, manômetros e barômetros.

Na implementação deste módulo, muitas situações de aprendizagem estarão relacionadas diretamente com os componentes da estufa, sendo que outros poderão fazer parte, caso o professor e alunos sintam a necessidade de estudá-los.

PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL

1ª e 2ª AULAS

AD- 01 – ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM TEXTO (ADT)

Textos de Referência:

1-<<http://WWW.planetaorganico.com.br/aquauso.htm>>
acesso em 24/10/2003.

2-<<http://WWW.estadao.com.br/ciencia/noticias/2003/mar/14/124.htm>>
acesso em 25/10/2003

- ✓ Os alunos farão a leitura dos textos que se encontram no Anexo I, os quais proporcionarão uma reflexão sobre os graves problemas que já afetam o homem pelo mau uso e desperdício da água em nosso planeta. (Anexo I)
- ✓ Após a leitura o professor encaminhará uma discussão sobre os textos, formulando algumas perguntas que se encontram no Anexo I.
- ✓ Íntegra da AD-01 (ADT) no Anexo I.
- ✓ Aprendizagens Esperadas: AP01; AA01; AA02; AA03; AA04; AA06.
- ✓ Com esta ADT, pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam as habilidades (ENEM – Competência V – Habilidade 08 e 09).

3ª AULA

AD-02 – ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM QUESTÕES PRÉVIAS (ADQP)

Apresentação e discussão de algumas questões problematizadoras:

QP1 - Qual a diferença entre gases e líquidos?

QP2 - Como funciona um macaco hidráulico?

QP3 - Por que algumas máquinas agrícolas, por exemplo, as colheitadeiras usam esteiras ao invés de rodas?

QP4 - Como podemos explicar que certos materiais não afundam; (como por exemplo, isopor, madeira, gelo, pneus), quando abandonados na água?

QP5 - Às vezes, observamos que alguns insetos podem caminhar sobre a água. Como podemos explicar esse fenômeno?

QP6 - Se soltarmos uma gilete num copo de água ela afunda?

- Íntegra da AD-02 (ADQP) encontra-se no Anexo II.
- Aprendizagens Esperadas: AC 04; AC14; AC 16; AP 02; AP 11; AA 01; AA 04; AA 06.

- Com esta ADQP, pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam as Habilidades (ENEM – Competência II– Habilidades: 01; 08; 16).

4ª e 5ª AULAS

AD-03 – ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM EXPOSIÇÃO DO PROFESSOR (ADEP)

- Nessas duas aulas, o professor deve utilizar como referência para sua exposição, o texto abaixo retirado da seguinte bibliografia:

SILVA, José A.; PINTO, Alexandre C.; LEITE, Cristina: (2000). **Projeto Escola e Cidadania: A Física do meio ambiente**. São Paulo/BRA. Ed. do Brasil.

- 1 - 'Camada de ozônio' (p.13-14)
- 2 - 'Efeito Estufa' (p. 06-07)
- 3 - 'Lendo sobre o Efeito Estufa' (p. 10-12)
- 4 - 'El Niño' (p. 16)
- 5 - 'Lendo sobre o El Niño' (p. 21-22)
- 6 - 'O nome foi dado em homenagem a Jesus Cristo'(p. 23)

- Durante essa discussão, esses conceitos devem ser sistematizados no quadro, para que o aluno possa ter claro quais os pontos que o professor deseja salientar. Nesse momento, devem ser esclarecidas possíveis dúvidas que tenham ficado a respeito dos itens estudados.
 - Íntegra da AD-03 (ADEP) encontra-se no Anexo III.
 - Aprendizagens Esperadas: AC1; AC2; AC3; AP2; AP3; AP4; AA5.
 - Com essa ADEP, pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam as habilidades (ENEM – competência V– habilidades 13, 15).

AD-04 – ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM QUESTÕES PRÉVIAS (ADQP)

- Apresentação e discussão das seguintes questões problematizadoras:

Serão apresentadas algumas questões para proporcionar uma discussão sobre a variação existente entre pressão e altura levando-se em conta diferentes meios, especialmente a água e o ar.

QP1 - Por que alguns relógios, principalmente os mais esportivos, apresentam especificações do tipo: profundidade 50m?

QP2 - Você já deve ter assistido programas de televisão sobre escaladas em altas montanhas e as dificuldades que os alpinistas têm para alcançarem seu objetivo. Dentre essas dificuldades, sempre se destaca a questão da “falta de fôlego” ou, em outras palavras, o ar rarefeito. Como você explica esse fato? O que muda no “ambiente” quando subimos uma montanha ?

QP3 - Pense nas seguintes situações: a) Você está bebendo de canudinho, um desses achocolatados de caixinha, quando o líquido termina, você continua sugando e observa que a caixinha diminui de volume. b) Você está respirando normalmente e, então, resolve soprar o ar dos pulmões para fora. O seu abdômen diminui e a sua barriga “murcha”. Que explicações você daria para a modificação de volume dos corpos nas duas situações acima apresentadas?

- Íntegra da AD-04 (ADQP) no Anexo IV.
- Aprendizagens esperadas: AA3; AA4; AC4; AP5; AP8; AA7.
- Com esta ADQP, pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam as habilidades (ENEM – competências I e II – habilidades 01, 04, 09, 13)

**AD-05 - ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM EXPERIMENTO
(ADE)**

- Nessa aula serão apresentadas e discutidas algumas questões problematizadoras sobre circuito elétrico.
- Essas questões servirão de suporte para o entendimento do princípio de funcionamento de um motor elétrico associado a bombas hidráulicas, as quais se encontram instaladas no setor da UEP de Agricultura I.
- Este estudo será posteriormente aprofundado através de outras atividades relativas a eletromagnetismo.
- Íntegra da AD-05 (ADE) no Anexo V.
- Aprendizagens esperadas: AC5; AC6; AC7; AP1; AP2; AP7; AA3; AA4.
- Com esta ADE, pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam as habilidades (ENEM – competência II – habilidades 07, 11, 12, 20).

ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

**AD-06 - ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM EXPOSIÇÃO DO
PROFESSOR (ADEP)**

- Essa Atividade Didática será destinada ao estudo de um texto sobre ‘Calor e Transferência de Calor’ que se encontra no Anexo VI.
- Nessas aulas, o professor deve utilizar como referência para sua exposição, um texto retirado da seguinte bibliografia: MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz: (1999). **FÍSICA**. V. Único. São Paulo/BRA. Scipione. p. 340-355.
- O professor deverá promover uma discussão dos pontos relevantes, destacando os seguintes itens:
 1. Diferença entre calor e temperatura.

2. Calor específico e estudo de uma tabela contendo algumas substâncias e seus calores específicos.
 3. Unidades de Quantidade de calor e de Calor Específico.
 4. Transferência de calor por Condução.
 5. Transferência de calor por Convecção.
 6. Transferência de calor por Irradiação.
 7. Aplicações práticas da Transferência de Calor.
- Íntegra da AD-06 (ADEP) encontra-se no Anexo VI.
 - Aprendizagens Esperadas: AC8; AC9; AC10; AP1; AP2; AP7; AA3; AA4.
 - Com esta ADEP, pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam as habilidades (ENEM – competências III e IV – habilidades 01,07, 19)

10ª e 11ª AULAS

AD - 07 - ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM EXPOSIÇÃO DO PROFESSOR (ADEP)

- O texto que consta no Anexo VII, deverá ser lido individualmente em casa.
- O aluno formulará, por escrito, no mínimo cinco perguntas com respostas para os itens que não ficaram dúvidas. Após isso, o aluno formulará, por escrito, as dúvidas que persistirem ao ler o texto.
- Nessas aulas, o professor deve utilizar como referência para sua exposição, o texto abaixo relacionado da seguinte bibliografia:
OKUNO, Emico; CALDAS, Iberê L. ; CHOW.Cecil: (1982). **Física para Ciências Biológicas e Biomédicas**. São Paulo/BRA: Harbra Ltda. (p. 03-12)
- O professor deverá promover uma discussão com os alunos dos itens relevantes procurando destacar os seguintes aspectos:
 - 1 - Radiação Corpuscular.
 - 2 - Radiação Eletromagnética.
 - 3 - Espectro Eletromagnético.

- 4 - Teoria dos Quanta.
 - 5 - Dualidade Onda-Partícula.
 - 6 - Tipos de radiação e suas características.
 - 7 - Radiações na natureza.
- Durante a discussão, estes conceitos devem ser sistematizados no quadro para que o aluno possa ter claro quais os pontos que o professor deseja salientar. Neste momento, devem ser esclarecidas possíveis dúvidas que tenham ficado a respeito dos itens estudados.
 - Íntegra da AD-07 (ADEP) encontra-se no Anexo VII.
 - Aprendizagens Esperadas: AC15; AP09; AP10; AA1.
 - Com esta ADEP, pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam as habilidades (ENEM – competências I e II – habilidades 01, 07, 08, 12, 16).

12ª e 13ª AULAS

AD - 08 - ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM EXPOSIÇÃO DO PROFESSOR (ADEP)

- Nessas aulas, o professor deve utilizar como referência para sua exposição os textos que se encontram no Anexo VIII, relacionados da seguinte bibliografia:

GREF: Grupo de Reelaboração do Ensino de Física: (1998). **Leituras de FÍSICA**. Física Térmica, V. 2. Instituto de Física da USP. São Paulo/BRA.

GASPAR, Alberto: (2000). Física. V. 1.. São Paulo/BRA. Ática.

- 1 - Hidrostática: Líquidos - natureza, forma e propriedades (p. 159-162)
- 2 - Densidade de um corpo - Conceito e unidades (p.161-162)
- 3 - Conceito e unidades de pressão (p.163)
- 4 - Tensão superficial - Força de Adesão e Coesão (p.160)
- 5 - Tabela comparativa de substâncias e suas densidades (p. 162)
- 6 - Tabela de variação da pressão com a altitude (p. 162)
- 7 - Tabela da temperatura de ebulição da água a diferentes pressões (p. 163)

- Íntegra da AD-08 (ADEP) encontra-se no Anexo VIII.
- Aprendizagens Esperadas: AC13; AC16; AC17; AC18; AP11; AP12; AP13; AP14; AP15; AP16; AA3; AA4.
- Com esta ADEP, pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam as habilidades (ENEM – competência II – habilidades 01, 04, 08, 10, 15)

14ª e 15ª AULAS

AD - 09 - ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM EXPOSIÇÃO DO PROFESSOR (ADEP)

- Nessas aulas, o professor deve utilizar como referência para sua exposição os textos que se encontram no Anexo IX, relacionados da seguinte bibliografia:

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz :(1999). **Curso de Física**. São Paulo/BRA. Scipione.

BERTTI, Margarete Sueli: (2000). Quais são os efeitos da pressão sobre um mergulhador? O que é doença descompressiva? In: **Galileu**. 9(104): 20.

- **Parte A:**

‘ Pressão Atmosférica’ (p. 256-257)

‘ Experiência de Torricelli’ (p.258-260)

‘Variação da pressão com a profundidade’ (p.262-263)

‘Vasos comunicantes’ (p.266-267)

‘Princípio de Pascal’ (p.268-269)

- **Parte B:**

‘Quais são os eferitos da pressão sobre um mergulhador?’

‘O que é doença descompressiva?’

- Íntegra da AD-09 (ADEP) no Anexo IX.

- Os itens serão estudados procurando-se fazer uma relação com os equipamentos agrícolas existentes na UEP de Agricultura I como tanques, tubulações, água e a estufa.

- Aprendizagens Esperadas: AC13; AC19; AC20; AC21; AP17; AP18; AP19; AP20; AP21; AP22; AP23; AA3; AA4.
- Com esta ADEP, pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam as habilidades (ENEM – competência II – habilidades 01, 11, 13, 15, 17, 21)

16ª e 17ª AULAS

AD - 10 - ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS (ADRP)

- Nessas duas aulas o professor realizará uma Atividade Didática de Resolução de Problema que seguirá uma dinâmica própria numa perspectiva investigativa.
- Dinâmica: Conforme o Anexo X.
- Íntegra da AD-10 (ADRP) encontra-se no Anexo X.
- Aprendizagens Esperadas: AC20, AP17, AP21, AA03, AA04.
- Com esta ADRP, pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam as habilidades (ENEM – competência III – habilidades 01, 03, 04).

18ª AULA

AD - 11 - ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM EXPERIMENTO (ADE)

- Atividade experimental relacionada a montagem de um bebedouro para aves.
- Dinâmica conforme o Anexo XI.
- Íntegra da AD -11 (ADE) encontra-se no Anexo XI.
- Aprendizagens Esperadas: AC13, AC 16, AC17, AP01, AP02, AP05, AP06, AP18, AA03.
- Com esta ADE, pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam as habilidades (ENEM – competência II – habilidades 01).

AD - 12 - ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM EXPERIMENTO (ADE)

- Num primeiro momento, os alunos responderão duas perguntas formuladas pelo professor. Após, o professor fará uma exposição sobre o Princípio de Pascal.
- Perguntas:
 - 1 - Como funciona o macaco hidráulico existente no setor de mecanização agrícola da Escola?
 - 2 - A formação de bolhas de ar nas tubulações de óleo do freio de um trator é perigosa. Por quê? Discutir esta afirmação.
- Após terem sido feitos os comentários das questões propostas o professor fará a exposição sobre o Princípio de Pascal.
- Texto de referência: KAZUHITO, Yamamoto; FUKU, Luiz Felipe; SHIGEKIYO, Carlos Todasai: (1998). **Os Alicerces da Física**. SP/BRA. Saraiva. (p.384 a 391).
- No momento seguinte ao da exposição, (20ª aula), será realizada pelos alunos uma atividade experimental de montagem de um conjunto de vasos comunicantes. Roteiro encontra-se no Anexo XII.
- Aprendizagens Esperadas: AC21, AC 22, AP01, AP02, AP17, AP18, AP19, AP20, AP23, AA03.
- Com esta ADE, pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam as habilidades (ENEM – competência II e III – habilidades 01, 04, 19).

APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO

AD-13 ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM TEXTOS (ADT)

Textos de Referência:

- Pêlo arrepiado só serve para denunciar seu medo. In: **Superinteressante**. (1998). 12(12): 28.

- O apertão do médico faz o sangue parar. In: **Superinteressante**. (1999). 13(1): 19.
- SANTOS, M. B. L. B.; THOMAZ, T. R.;(1993). Por que o ozônio, mais denso está acima do oxigênio na atmosfera. In: **Superinteressante**. 7(9): 83.
- Aprendizagens Esperadas: AC13, AC 23, AP02, AP10, AP24, AP27, AA05.
- Com esta ADT, pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam as habilidades (ENEM – competência IV – habilidades 04, 13,).

23ª AULA

AD - 14 - ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM EXPERIMENTO (ADE)

- Textos de referência:
 GREF: Grupo de Reelaboração do Ensino de Física: (1998). **Leituras de Física**. Eletromagnetismo, Instituto de Física da USP. São Paulo/BRA.
- Essa aula está reservada para a leitura de um texto sobre Motores elétricos e realização de uma Atividade Experimental.
- Num sistema de irrigação, é comum utilizarmos um motor elétrico associado a uma bomba para a condução da água até os locais desejados.
- Esta Atividade Didática irá possibilitar ao aluno a compreensão do princípio de funcionamento de motores elétricos e as partes principais de um motor elétrico.
- Íntegra da AD-14 (ADE) encontra-se no Anexo X IV.
- Aprendizagens Esperadas: AC-06; AC-07; AP-02; AA-04; AA-08
- Com esta ADE pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam a habilidade (ENEM – competência II – habilidade 01).

24ª e 25ª AULAS

AD-15 ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM TEXTO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA (ADT)

- Texto de referência:

VERGARA, Rodrigo: (2002). 'O que está havendo com o clima?'.
In: **Superinteressante**, São Paulo/BRA, Ed. Abril, Edição 173,
p. 45-51.
- Nessa Atividade Didática será realizada a leitura e discussão do Texto de Divulgação Científica em sala de aula "O que está acontecendo com o clima?", o qual se encontra no Anexo XV.
- Íntegra da AD-15 (ADT) encontra-se no Anexo X V.
- Aprendizagens Esperadas: AC-24; AC-25; AP-01; AP-23; AP-24; AA-01; AA-06.
- Com esta ADT pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam a habilidade (ENEM – competência II – habilidade 13).

26ª AULA

AD - 16 - ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM EXPERIMENTO (ADE)

- Nessa aula o professor realizará uma Atividade Didática com o uso de um experimento chamada Diabrete de Descartes (Ludião).
- O objetivo dessa atividade é discutir o movimento dos peixes e dos submarinos.
- Íntegra da AD-16 (ADE) encontra-se no Anexo X VI.
- Aprendizagens Esperadas: AC-21; AC-26, AP-28, AA-04.
- Com esta ADE pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam a habilidade 1 e competência II – ENEM.).

ESTRUTURA DO MÓDULO DIDÁTICO

Momento Pedagógico	Aula	Atividade Didática
Problematização Inicial (PI)	1 ^a e 2 ^a	ADT
	3 ^a	ADQP
	4 ^a e 5 ^a	ADEP
	6 ^a	ADQP
	7 ^a	ADE
Organização do Conhecimento (OC)	8 ^a e 9 ^a	ADEP
	10 ^a e 11 ^a	ADEP
	12 ^a e 13 ^a	ADEP
	14 ^a e 15 ^a	ADEP
	16 ^a e 17 ^a	ADRP
	18 ^a	ADE
	19 ^a e 20 ^a	ADE
Aplicação do Conhecimento (AC)	21 ^a e 22 ^a	ADT
	23 ^a	ADE
	24 ^a e 25 ^a	ADT
	26 ^a	ADE

PI – Problematização Inicial

OC – Organização do Conhecimento

AC – Aplicação do Conhecimento

ADQP – Atividade Didática baseada em Questões Prévias

ADA – Atividade Didática baseada em Analogia

ADT – Atividade Didática baseada em Texto

ADRE – Atividade Didática baseada na Resolução de Exercícios

ADRP – Atividade Didática baseada em Resolução de Problemas

ADEP – Atividade Didática baseada na Exposição do Professor

ADE – Atividade Didática baseada em Experimento

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS UTILIZADAS:

BERTTI, M. S.: (2000). Quais são os efeitos da pressão sobre um mergulhador? O que é doença descompressiva? In: **Galileu**. 9(104): 20.

GASPAR, Alberto: (2000). **Física**. V. 1. São Paulo/BRA. Ática.

GRAF: Grupo de Reelaboração do Ensino de Física: (1998). **Leituras de FÍSICA**. Física Térmica, V. 2. Instituto de Física da USP. São Paulo/BRA.

KAZUHITO, Yamamoto; FUKU, Luiz Felipe; SHIGEKIYO, Carlos Todasai: (1998). **Os Alicerces da Física**. SP/BRA. Saraiva.

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz: (1999). **FÍSICA**. V. Único. São Paulo/BRA. Scipione. p. 340-355.

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz : (1999). **Curso de Física**. São Paulo/BRA. Scipione.

OKUNO, Emico; CALDAS, Iberê L.; CHOW, Cecil: (1982). **Física para Ciências Biológicas e Biomédicas**. São Paulo/BRA: Harbra Ltda. (p. 03-12).

PAULI, Ronald U; MAJORANA, Felix S.; HEILMANN, Hans P.; CHOHI, Carlos A.: (1978). **Física V**. São Paulo/BRA. Ed. Pedagógica e Universitária.(p. 222-231)

SANTOS, M. B. L. B.; THOMAZ, T. R.; (1993). Por que o ozônio, mais denso, está acima do oxigênio na atmosfera. In: **Superinteressante**. 7(9): 83.

SILVA, José A.; PINTO, Alexandre C.; LEITE, Cristina: (2000). **Projeto Escola e Cidadania: A Física do meio ambiente**. São Paulo/BRA. Ed. do Brasil.

VERGARA, Rodrigo: (2002). 'O que está havendo com o clima?'. In: **Superinteressante**, São Paulo/BRA. Ed. Abril, Edição 178, p. 45-51. Pêlo arrepiado só serve para denunciar seu medo. In: **Superinteressante**. (1998). 12(12): 28.

O apertão do médico faz o sangue parar. In: **Superinteressante**. (1999). 13(1): 19.

<<http://www.planetaorganico.com.br/aguauso.htm>>(Acesso em 24/10/2003).

<<http://www.estadao.com.br/ciencia/noticias/2003/mar/14/124.htm>> (Acesso em 25/10/2003)

ANEXOS DO MÓDULO DIDÁTICO

ANEXO I

AD-01 – ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM TEXTO (ADT)

Referências Bibliográficas:

1-<<http://WWW.planetaorganico.com.br/aguauso.htm>> acesso em 24/10/2003.

2-<<http://WWW.estadao.com.br/ciencia/noticias/2003/mar/14/124.htm>>
acesso em 25/10/2003

Orientações para o (a) professor (a):

I) TÍTULO DO TEXTO: USO DA ÁGUA NA AGRICULTURA

II) OBJETIVOS DO TRABALHO COM OS TEXTOS:

- Discutir o problema presente referente ao uso inadequado da água na agricultura, na indústria e no uso doméstico, buscando formas para que os futuros técnicos agrícolas possam assumir posturas adequadas ao usarem água na agricultura e em outras situações da vida diária.
- Mostrar a importância da agricultura no desafio que temos a nossa frente de fazer as reservas hídricas da Terra atenderem a necessidades crescentes.

III) PONTOS PRINCIPAIS DO TEXTO:

- Quantidade de água doce utilizada para uso humano,
- Estimativa do uso da água no mundo,
- Consumo de água utilizada na agricultura, indústria e uso doméstico,
- Água retirada e água consumida para os três principais setores,
- Porcentagem de áreas equipadas para irrigação em terras cultivadas dos cinco continentes.

IV) DINÂMICA:

a) Dos Textos:

- O professor deve solicitar que os alunos façam uma cópia dos textos uma semana antes da discussão.
- Solicitar aos alunos que façam a leitura em aula dos referidos textos; organizados em pequenos grupos;
- Nesta leitura os alunos devem destacar o seguinte:
 - 1 - Os termos físicos que aparecem nos textos e que tem relação com os conteúdos estudados anteriormente;
 - 2 - Idéias consideradas mais importantes;
 - 3 - Pontos duvidosos.
- Os alunos devem fazer estas considerações por escrito e um representante do grupo expõe para a turma, quando solicitado pelo professor.
- O professor fará uma sistematização no quadro dos pontos levantados e das dúvidas.
- A seguir, os alunos se reúnem novamente em grupos de três e elaboram uma síntese de sua compreensão do texto, relacionando-o com a agricultura.
- Ao final, os alunos devem entregar para o professor as suas anotações feitas em pequenos grupos e também a síntese elaborada conjuntamente com o grupo.

b) Das Perguntas:

- Após esta última atividade o professor entregará aos alunos três perguntas, as quais serão respondidas individualmente e entregues ao professor.
- Logo após, as questões serão discutidas em grupos de três alunos.
- Em seguida, o professor solicitará ao aluno representante de cada grupo que exponha oralmente as respostas para o grande grupo, e,

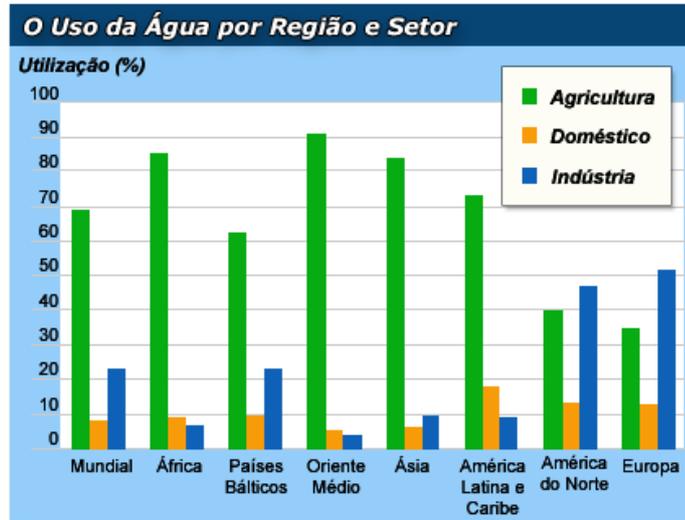
após, estas serão comentadas pelo professor, promovendo assim uma discussão sobre as mesmas.

V) - TEXTOS PARA OS ALUNOS

Atualmente cerca de 3600 km³ de água doce são utilizados para uso humano, os equivalentes a 580 m³ per capta por ano. O quadro abaixo mostra que, em todas as regiões, exceto Europa e América do Norte, é na agricultura que se usa maior quantidade de água, responsável no mundo todo por aproximadamente 69% de todo o gasto. A utilização para fins domésticos conta com 10% e a indústria consome 21% de toda a água retirada.

Estimativa do uso de água no mundo
(km³ por ano, m³ per capta e porcentagem do uso total)

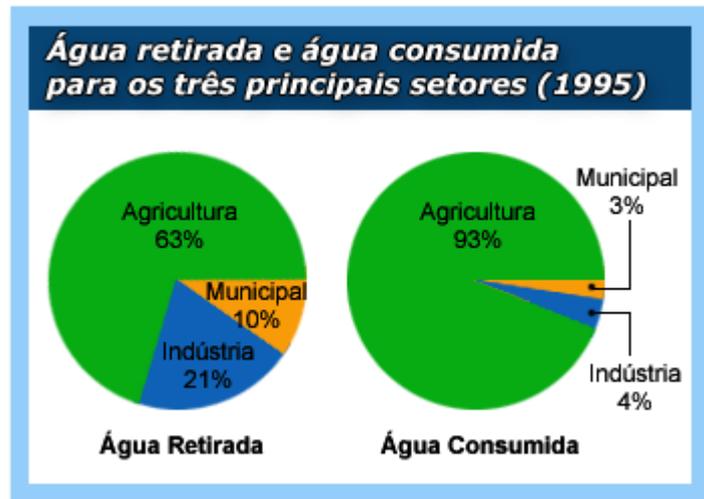
	1950	1995
AGRICULTURA		
Utilização	1100	2500
Per capta	437	436
Porcentagem do total	79	69
INDÚSTRIA		
Utilização	200	750
Per capta	79	131
Porcentagem do total	14	21
USO DOMÉSTICO		
Utilização	100	350
Per capta	40	61
Porcentagem do total	7	10
TOTAL		
Utilização	1400	3600
Per capta	556	628
Porcentagem do total	100	100

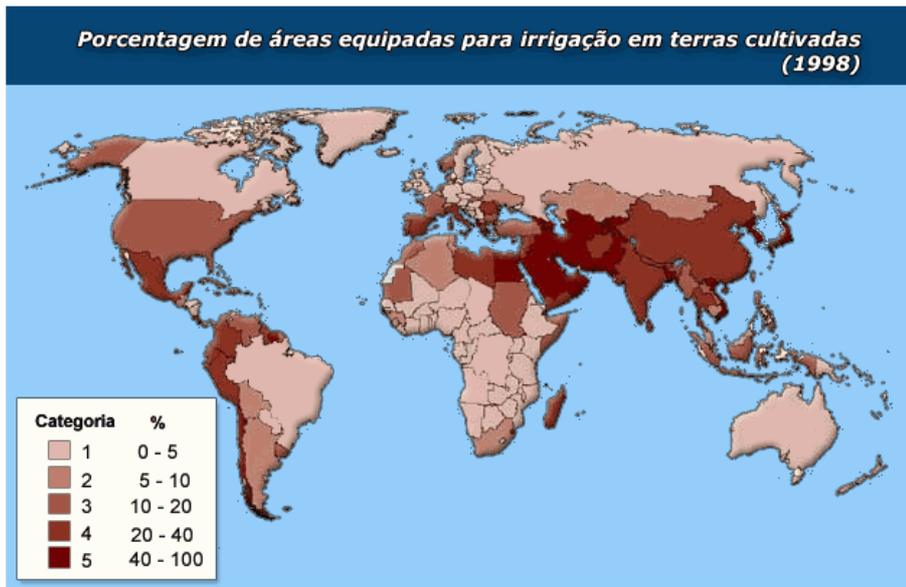


Mais de 90% da água utilizada para uso doméstico retorna para os rios e aquíferos como água imprópria. Indústrias consomem apenas 5% da água que retiram. Essa água imprópria dos esgotos domésticos e indústrias deveria ser tratada antes de voltar para os rios e possivelmente reutilizada, mas frequentemente está poluída demais.

As estimativas para o uso da água na agricultura não incluem o uso da água da chuva. De fato, mais alimentos são produzidos através do uso de água da chuva do que água irrigada.

O quadro ao lado mostra a importância da agricultura no desafio que temos a nossa frente de fazer as reservas hídricas da Terra atenderem a necessidades crescentes. A água necessária para a agricultura é de aproximadamente 1000-3000 m³ por tonelada de grãos colhidos, isto é, são necessários 1-3 toneladas de água para cultivar 1 quilo de arroz. Um bom manejo do solo pode reduzir significativamente a quantidade de água necessária para produzir uma tonelada de grãos, tanto em agricultura irrigada como a que só utiliza a água de chuva.





O mapa acima mostra os países onde a irrigação desempenha papel fundamental (categoria 5) e onde é importante (categoria 4) na agricultura. A irrigação é pouco usada nas zonas temperadas ao norte e em partes da África.

Enquanto muito pode ser feito para aumentar a produtividade das colheitas em áreas irrigadas com a água de chuva, as áreas agrícolas irrigadas despertam muita atenção porque se baseiam na água que retorna para os rios ou para os aquíferos. Como o mapa abaixo mostra, muitos países em desenvolvimento dependem muito da irrigação. Em uma análise feita pela FAO em 93 países, concluiu-se que 18 deles usam agricultura irrigada em mais de 40% de sua área cultivada; outros 18 países irrigam de 20 a 40% de suas áreas agrícolas. (Fao, World Agriculture: Towards 2015/2030).

Inevitavelmente, o uso intensivo da água para a agricultura afeta negativamente as reservas hídricas. O mapa abaixo mostra que 20 países encontram-se em condições críticas, pois usam mais de 40% de seus recursos hídricos renováveis para a utilização na agricultura. Os países podem ser definidos como "water stressed" se retirarem mais de 20% de seus recursos hídricos renováveis. Por essa definição, 36 de 159 países (23%) já se encontram nessa situação em 1998.

Texto Adaptado – Fonte:< <http://www.planetaorganico.com.br/aguauuso.htm>> (acesso em 24/10/2003).

Maiores perdas de água são na irrigação

Técnicas pouco eficientes fazem com que a irrigação perca metade da água utilizada, diminuindo a disponibilidade do recurso para outros usos.

São Paulo - A melhoria da eficiência dos sistemas de irrigação é uma das condições prioritárias para se diminuir a crise da água e seus impactos, principalmente nos países em desenvolvimento. Responsável por 70% do total de água utilizada pelo homem, a irrigação é também a que apresenta o maior desperdício, pois cerca de metade da água utilizada para este fim não atinge as plantações e é perdida pela infiltração no solo e evaporação.

"Para se produzir uma tonelada de grãos são necessárias mil toneladas de água e, para uma tonelada de arroz, duas mil toneladas de água. Além disso, sistemas de irrigação mal

planejados ou mal operados podem provocar a salinização e degradação dos solos”, diz Haroldo Mattos de Lemos, presidente do Instituto Brasil Pnuma (Comitê Brasileiro do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente). Segundo o especialista, as perdas irreparáveis de água na agricultura são de 2.500 Km³ por ano, enquanto a indústria perde 117 Km³ e o uso doméstico 64,5 Km³. “Se conseguirmos uma redução de 10% nas perdas da irrigação, estaremos economizando mais do que é perdido pela indústria e pelo uso doméstico juntos”.

Mattos acredita que, se for possível melhorar as técnicas de irrigação nos países em desenvolvimento, iria sobrar água para abastecer a população. “Em Israel, os sistemas eficientes fazem gotejar água perto da raiz da planta, com controle por computadores. Com isso, o país conseguiu exportar laranjas para a Europa durante anos. Indiretamente, estava exportando água”, disse. **Maura Campanili**.

Fonte: <<http://www.estadao.com.br/ciencia/noticias/2003/mar/14/124.htm>>
(acesso em 25/10/2003).

VI) - PERGUNTAS PARA OS ALUNOS:

1 - O desmatamento das nossas florestas é uma realidade. Você acha que esse desmatamento sem controle pode afetar a qualidade da água? Comente.

2 - A maior parte dos esgotos produzidos nas grandes cidades é jogada diretamente para os rios sem nenhum tipo de tratamento. Na sua opinião, qual seria o melhor destino para esse esgoto? Seria possível reaproveitar esta água novamente? Para que finalidades?

3 - O ano de 2003, por determinação da Assembleia Geral das Nações Unidas, foi eleito como o “Ano Internacional da Água Doce”. Sabe-se que as notícias não são boas, pois:

- a poluição das águas aumentou e a tendência é de continuar aumentando;

- as áreas desertificadas também não param de crescer;

- as secas estão ficando mais freqüentes e mais intensas;

- a qualidade da água está cada vez pior;

- não há grandes esforços para modificar a situação para melhor.

Diante deste quadro, cite algumas ações que você, como futuro técnico agrícola tomaria para minimizar estes problemas.

VII) – APRENDIZAGENS ESPERADAS:

AP 01 - Explicitar suas idéias quando for solicitada sua opinião em questionamentos;

AA 01 - Opinar e agir em situações sociais que envolvam temas relevantes e polêmicos, como por exemplo, desperdício de energia, poluição do meio ambiente, uso de novas tecnologias, tipos de radiações e seus efeitos;

AA 02 - Saber abordar e defender a questão ecológica, que envolve, por exemplo, o vazamento de combustíveis no mar e nos rios, o vazamento

de resíduos tóxicos, o abandono de embalagens de produtos tóxicos em lugares impróprios;

AA 03 - Respeitar as opiniões e concepções das outras pessoas;

AA 04 - Cooperar na elaboração dos trabalhos em equipe;

AA 06 - Conscientizar as pessoas sobre o papel do cidadão na preservação de rios e córregos. Preservação da natureza e de toda vida que possa existir na água ou que dependa da mesma.

Com esta ADT, pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam as Habilidades 08 e 09 e Competência V – ENEM.

ANEXO II

AD-02 – ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM QUESTÕES PRÉVIAS (ADQP)

I) Orientações para o (a) professor (a):

1. O professor deve apresentar e explicar toda a dinâmica da atividade a ser desenvolvida.
2. O professor deve colocar as questões no quadro, e os alunos, em grupos de três componentes devem fazer uma discussão sobre cada pergunta.
3. O coordenador de cada grupo anota cada uma das respostas numa folha.
4. Após, o professor deve iniciar uma discussão com toda a turma solicitando as respostas registradas e colocando-as no quadro.
5. O professor deve realizar com a participação da turma, uma síntese das respostas.
6. As respostas devem ser avaliadas para serem “descartadas” ou “aproveitadas”.
7. As questões já eventualmente respondidas devem ser assinaladas.
8. Devem “sobrar” as questões ainda em aberto.

II) Orientações para os alunos:

Os alunos devem responder em grupos de três as questões prévias e registrá-las em seus cadernos.

QP1 - Qual a diferença entre gases e líquidos?

QP2 - Como funciona um macaco hidráulico?

QP3 - Por que algumas máquinas agrícolas, por exemplo, as colheitadeiras usam esteiras ao invés de rodas?

QP4 - Como podemos explicar que certos materiais não afundam (como, por exemplo, isopor, madeira, gelo, pneus), quando abandonados na água?

QP5 - Às vezes, observamos que alguns insetos podem caminhar sobre a água. Como podemos explicar este fenômeno?

QP6 - Se soltarmos uma gilete num copo de água ela afunda?

III) Expectativa de respostas dos (as) alunos (as):

QP1 - Acreditamos que os alunos irão afirmar que os gases se espalham pela atmosfera e os líquidos escorrem pelas superfícies sólidas em que forem colocados.

QP2 - O macaco hidráulico possui um líquido dentro dele, o qual é pressionado por uma manivela que faz subir uma haste, levantando um carro ou outro objeto pesado.

QP3 - Algumas máquinas agrícolas usam esteiras ao invés de rodas para não atolarem na lavoura.

QP4 - Não afundam porque são mais leves que a água.

QP5 - Porque estes insetos têm peso e andam depressa.

QP6 - Ela afunda se for solta na vertical, mas se for colocada horizontalmente na superfície da água, ela flutuará.

IV) Respostas “cientificamente” aceitas:

QP1 - Os líquidos são mais densos que os gases. Quando aquecemos um gás sob pressão constante, seu volume aumenta significativamente; ao passo que aquecendo uma porção de água, essa variação de volume é bem menor.

QP2 - O macaco hidráulico funciona aplicando o Princípio de Pascal. Há dois ramos de diâmetros diferentes que se comunicam. A pressão exercida no ramo de menor diâmetro se transmite integralmente ao ramo de maior diâmetro, movimentando um êmbolo.

QP3 - Para diminuir a pressão exercida no solo úmido.

QP4 - Alguns corpos possuem baixa densidade (a razão entre sua massa e seu volume), por isso flutuam. Outros corpos possuem maior densidade, no caso, densidade maior que a da água, por isso afundam.

QP5 - As forças de coesão mantêm os líquidos unidos. A resultante das forças de coesão é nula no interior do líquido. Nas proximidades da superfície, a resultante atua para o interior do líquido dando origem à tensão superficial. A tensão superficial mantêm na superfície da água, corpos que normalmente afundariam.

QP6 - Colocando-se a gilete na horizontal, devido à tensão superficial, ela flutuará.

V) Aprendizagens Esperadas:

AC 04 - Definir 'Pressão de uma Força'

AC 14 - Definir 'Massa Específica';

AC 16 - Conceituar 'Tensão Superficial';

AP 02 - Interpretar observações de situações do cotidiano, envolvendo fenômenos;

AP 11 - Identificar, no cotidiano, a ação da tensão superficial em fluidos;

AA 01-Opinar e agir em situações sociais que envolvam temas relevantes e polêmicos, como por exemplo, desperdício de energia, poluição do meio ambiente, uso de novas tecnologias, tipos de radiações e seus efeitos;

AA 04 - Cooperar na elaboração dos trabalhos em equipe;

AA 06-Conscientizar as pessoas sobre o papel do cidadão na preservação de rios e córregos. Preservação da natureza e de toda a vida que possa existir na água ou que dependa da mesma.

Com esta ADQP, pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam as Habilidades 01, 08, 16 e Competência II – ENEM.

ANEXO III

AD-03 – ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM EXPOSIÇÃO DO PROFESSOR (ADEP)

I) Orientação para o (a) professor (a):

a) Nessas duas aulas, o professor deve utilizar como referência para sua exposição os textos abaixo selecionados da seguinte bibliografia:

SILVA, José A.; PINTO, Alexandre C.; LEITE, Cristina: (2000). **Projeto Escola e Cidadania: A Física do meio ambiente**. São Paulo/BRA. Ed. do Brasil.

- 1 'Camada de ozônio' (p.13-14)
- 2 'Efeito Estufa' (p. 06-07)
- 3 'Lendo sobre o Efeito Estufa' (p. 10-12)
- 4 'El Niño' (p. 16)
- 5 'Lendo sobre o El Niño' (p. 21-22)
- 6 'O nome foi dado em homenagem a Jesus Cristo'(p. 23)

b) O professor deverá promover uma discussão dos pontos relevantes, destacando os seguintes itens:

- Caminhos percorridos na atmosfera pelas diferentes radiações vindas do espaço e relação entre penetração da radiação na matéria e seus comprimentos de onda.
- Freqüência e comprimento de onda.
- Velocidade de propagação das ondas.
- Danos causados por aerossóis (uso do CFC).
- Caracterização e papel da 'Camada de ozônio'.
- Entradas e saídas de energia radiante da Terra.
- Conseqüências do aumento das queimadas.
- Caracterização do 'Efeito Estufa'.

c) Durante esta discussão, devem ser esclarecidas possíveis dúvidas que tenham ficado no momento da leitura do texto. Esses conceitos devem

ser sistematizados no quadro para que o aluno possa entendê-los claramente. Ao final, devem ser sistematizados no quadro os pontos principais desta discussão e apresentadas as formulações finais para os conceitos aprendidos.

- d) As Perguntas e Atividades constantes nos textos estudados deverão ser realizadas em casa e entregues ao professor, por escrito, na aula seguinte, e servirão como uma das formas de avaliação do aluno.

II) Aprendizagens Esperadas:

AC 01 – Explicitar o mecanismo do ‘Efeito Estufa’;

AC 02 - Descrever o ‘Fenômeno el Niño’;

AC 03 – Organizar uma representação do espectro de radiação luminosa, indicando as principais características de cada ‘faixa de onda de luz’,

AP 02 - Interpretar observações de situações do cotidiano envolvendo fenômenos;

AP 03 – Diferenciar as faixas de onda de luz, mediante suas características em relação à interação com a matéria;

AP 04 – Selecionar produtos aerossóis mediante o reconhecimento das substâncias em relação à interação com a matéria;

AA 05 - Conscientizar-se dos efeitos prejudiciais dos aerossóis para a camada de ozônio;

Com essa ADEP, pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam as habilidades 13, 15 e competência V– ENEM.

Os raios ultravioleta possuem comprimento de onda na mesma ordem das proteínas de nossa pele, por isso são absorvidos facilmente por ela. Em pequenas quantidades, esses raios bronzeiam nossa pele; porém, em quantidade excessiva, podem causar o câncer de pele.

Algumas atividades humanas são responsáveis pela emissão do CFC (clorofluorocarbeto), que reage com o ozônio atmosférico. As emissões humanas do CFC decorrem do uso de aerossóis e de processos de fabricação de plásticos e refrigeradores. O uso de aerossóis que contêm CFC vem diminuindo aos poucos. **Verifique no comércio.**

Além dos produtos clorados, temos ainda outros gases: são os óxidos de nitrogênio (NO_2), formados pela reação dos monóxidos de nitrogênio (NO) com o ozônio (O_3). A quantidade desses gases produzida por meio dessa reação é desprezível. Existem outros fatores que os geram, como os processos de adubação química exagerada e o funcionamento de aviões supersônicos, que voam a grandes altitudes. Essa participação, porém, é desprezível. Uma quantidade excessiva de monóxido de nitrogênio, lançado na atmosfera, poderia afetar o equilíbrio natural entre a formação e a destruição dos óxidos de nitrogênio e do ozônio.

Mas os riscos dos óxidos de nitrogênio são muito menores que os dos produtos clorados, pelo fato de existir um equilíbrio entre os óxidos (NO e N_2O) e pela formação do ácido nítrico, que elimina parte dos óxidos de nitrogênio.



Procure usar sempre aerossóis que não agredem a camada de ozônio.

UMA PESQUISA QUE ENVOLVE A SUA SAÚDE!

Pesquise nos supermercados, mercados, lojas de eletrodomésticos ou farmácias de seu bairro:

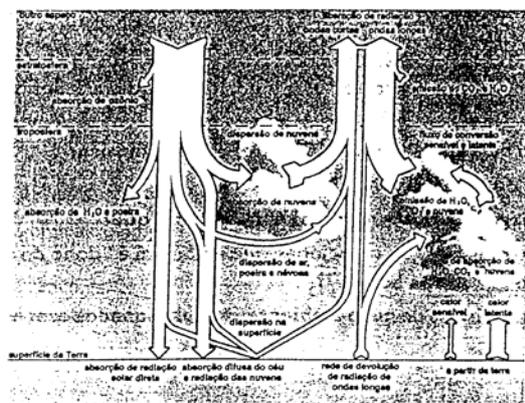
- Esses estabelecimentos ainda vendem aerossóis?
- As lojas de eletrodomésticos vendem as "geladeiras verdes" (ecológicas), que não emitem gases prejudiciais à camada de ozônio? Como é a sua venda?
- Pesquise, também, como é a venda de aparelhos de ar-condicionado e extintores de incêndio.
- Qual a média de venda dos eletrodomésticos "ecológicos"? Menor ou maior que os que provocam danos à camada de ozônio?
- Qual o motivo, em sua opinião, de a média ser a que você encontrou acima?

Efeito estufa

O efeito estufa é um fenômeno natural do planeta Terra. Para conhecê-lo, temos de considerar a Terra como um sistema e analisar as entradas (radiação recebida do Sol) e as saídas (perda de radiação pela Terra) de energia radiante. Esse processo é conhecido como balanço de radiação, ou seja, o saldo entre a quantidade de energia radiante que incide na Terra e a quantidade de energia radiante que emerge dela.

A longo prazo, as entradas e saídas de radiações deviam equilibrar-se, mas não é isso o que observamos, quando examinamos a história da Terra. Sabemos que deve ter havido alguns desequilíbrios, como evidenciam as ocorrências de idades do gelo.

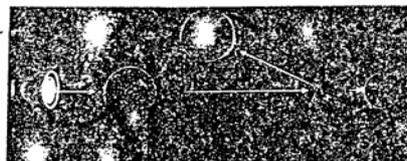
Um fato importante sobre a incidência da energia solar é que nem toda a energia que atinge o topo da atmosfera chega à superfície da Terra. Parte dela volta para o espaço e parte é absorvida pela atmosfera.



Ao lado, vemos um esquema da entrada e saída de energia solar na atmosfera terrestre. Abaixo, o fenômeno da reflexão de um feixe de luz.

ALGUNS CONCEITOS IMPORTANTES

- **ESPALHAMENTO:** CONSISTE NA MODIFICAÇÃO DA TRAJETÓRIA DA LUZ (MUDANÇA DE DIREÇÃO) AO COLIDIR COM MOLÉCULAS E PARTÍCULAS DO MEIO.
- **REFLEXÃO:** RETORNO DE UM RAIOS (OU FEIXE) DE LUZ PARA O MEIO DO QUAL É PROVENIENTE, AO ATINGIR UMA SUPERFÍCIE. A TERRA REFLETE CERCA DE 30% DA RADIAÇÃO INCIDENTE.
- **ABSORÇÃO:** COMO A PRÓPRIA PALAVRA JÁ DIZ, É A CAPTAÇÃO, NO CASO DA RADIAÇÃO SOLAR, PELAS NUVENS, PELA TERRA OU PELA ATMOSFERA. VARIA DE 10% A 30% A RADIAÇÃO ABSORVIDA PELA ATMOSFERA JUNTO COM AS NUVENS. A SUPERFÍCIE DA TERRA ABSORVE 50% DA RADIAÇÃO INCIDENTE NA ATMOSFERA.



Quando essa radiação atinge a atmosfera da Terra, ocorrem o **espalhamento**, a **reflexão** e a **absorção**, que interferem na quantidade de luz incidente na superfície da Terra. Podemos estabelecer um balanço, a partir dos valores de cada fenômeno.

Cerca de 30% do fluxo da energia solar voltam para o espaço e aproximadamente 20% são absorvidos pela atmosfera. Esses valores são apenas uma média: **as regiões tropicais recebem cerca de três vezes mais radiação solar que as regiões polares** (por isso são regiões mais quentes).

A Terra (parte sólida) absorve a luz e depois emite radiações (calor). Cerca de 90% dessa

radiação são absorvidos pela atmosfera, que a irradia, e aproximadamente 80% são reemitidos para o solo. Dessa forma, a atmosfera atua como uma cobertura ou como o vidro de uma estufa (por isso, "efeito estufa"), impedindo que a maior parte da radiação terrestre escape diretamente para o espaço.

A absorção da radiação pela atmosfera acontece devido à presença de alguns gases – gases estufa –, que absorvem radiação na **faixa do infravermelho** (calor). Isso ocorre porque essas radiações possuem **comprimentos de onda diferentes**, e a atmosfera funciona como meio transparente para a radiação solar e opaco para a ultravioleta.

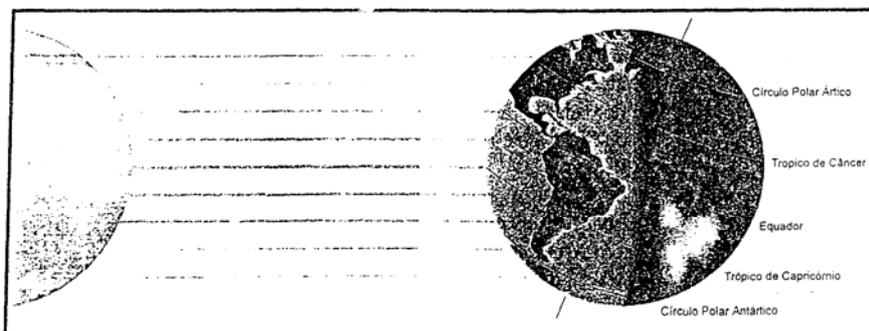
QUAL PARTE DA TERRA RECEBE MAIS LUZ?

Você vai precisar de:

- uma lanterna e uma bola qualquer.

Proceda da seguinte maneira:

- faça uma circunferência na bola, de maneira a dividi-la em duas metades: a linha do equador; faça uma pequena inclinação, de modo que essa circunferência fique inclinada;
- incida a luz da lanterna sobre essa "bola inclinada", imaginando o eixo de rotação da Terra;
- verifique se a luz que chega na bola incide igualmente em todas as partes (em cima, embaixo e no meio).



Incidência de raios solares sobre o globo terrestre.

LENDO SOBRE O EFEITO ESTUFA

O EFEITO ESTUFA: FATOS E CONJECTURAS

A ampla divulgação pelos meios de comunicação do relatório da Agência de Proteção Ambiental dos EUA, pelo tom catastrófico que assumiu, causou simultaneamente angústia na população e perplexidade no meio científico.

Embora seja necessário um alerta no sentido de conter mecanismos provocados pelo homem que possam afetar o clima da Terra em escala global, não há um consenso no meio científico quanto aos prognósticos catastróficos apresentados no relatório da agência norte-americana. Há correntes de cientistas que preferem afirmar que, ao invés do aquecimento geral da atmosfera terrestre, haveria uma tendência ao resfriamento, apresentando evidências aceitáveis em defesa de sua argumentação.

O efeito estufa e o aquecimento que pode produzir são infelizmente ameaças concretas, que precisam ser examinadas com o devido cuidado. As conseqüências do efeito estufa sobre o clima e a velocidade do evento são no entanto um assunto bastante controvertido.

Na verdade, o clima da Terra está em constante modificação, numa grande variedade de escalas de tempo, em conseqüência da interação de diversos fatores. Fenômenos astronômicos, geofísicos e geológicos foram responsáveis pelas variações climáticas do passado. Não existe uma causa única para uma mudança climática, e sim a interação de várias causas. De outra forma, fatores condicionadores das variações climáticas – como a variabilidade solar, as variações da órbita da Terra, a deriva continental, a orogênese, mudanças de correntes oceânicas, a composição da atmosfera e a atividade vulcânica, entre outros – atuam em escalas de tempo que vão de ciclos de bilhões, milhões e centenas de milhares de anos a variações seculares, ou mesmo interanuais.

A década de 1970 foi marcada, no Brasil e no mundo, por condições climáticas consideradas anormais. Cheias e secas foram responsáveis por grandes prejuízos econômicos e sociais, enquanto invernos rigorosos, com grandes nevascas, foram assinalados na Europa e nos EUA.



• • • • •

Analisando, em mesa-redonda promovida pela Sociedade Brasileira de Meteorologia, as chuvas intensas ocorridas no Sul em maio e junho, meteorologistas brasileiros concluíram que se tratava de um evento excepcional.

Uma vez que se aceite a premissa de que o clima está mudando, é fundamental saber em que escala de tempo, e em que direção, a mudança está se processando.

Uma corrente de pesquisadores respeitáveis, que atuam no Programa de Meio Ambiente da ONU, apresentou, em um relatório denominado *Earthscan*, evidências de que o clima estaria evoluindo para uma condição mais fria nas próximas décadas, no contexto da alternância período glacial/período interglacial. Com base na observação estatística das flutuações climáticas, alguns pesquisadores chegam a afirmar que, para os próximos cem anos, a probabilidade de haver uma transição do atual período interglacial para um glacial é da ordem de 0,1 a 1%, enquanto é de 10% a probabilidade de que haja um retorno a um período climático semelhante à chamada Pequena Era Glacial (o período entre 1500 e 1850, quando a Terra passou por uma fase fria; na Europa, os invernos eram especialmente rigorosos, com verões chuvosos).

Entretanto, outra corrente de estudiosos, representada pela Agência de Proteção Ambiental dos EUA, divulgou relatório afirmando que o clima da Terra passaria a sofrer nas próximas décadas um aquecimento com conseqüências catastróficas, em decorrência do efeito estufa, produzido pela alta concentração de gás carbônico na atmosfera.

O fato mais significativo apresentado pelo relatório é admitido por toda a comunidade científica: através do aumento de dióxido de carbono (gás carbônico) na atmosfera, associado à destruição dos depurantes naturais do ar (as florestas), o homem passou a produzir impacto sobre o clima, não apenas em escala local ou regional, mas também em escala planetária. Assim, pelas transformações brutais que impõe ao ambiente, o próprio homem seria o responsável pela mudança que ameaça seu futuro. O ritmo dessa perturbação seria também bem mais rápido que o das variações produzidas por fatores naturais.

Outra expectativa gerada pelos autores do relatório é a de um aquecimento de grande proporção durante o próximo século. A rapidez do processo de elevação da temperatura é, no entanto, discutível. Enquanto o relatório da Agência de Proteção Ambiental menciona uma elevação de cinco graus até o ano 2100, o que seria suficiente para elevar em alguns metros o nível dos mares, outra corrente de pesquisadores considera essas previsões de aquecimento exageradamente pessimistas. Argumentam que, sendo o ritmo de produção de CO₂ de cerca de sete bilhões de toneladas por ano, o teor de gás carbônico presente na atmosfera já deveria ser o dobro do medido pelos laboratórios. Este valor diminuído seria devido a alterações naturais ou a outros fatores – entre eles os fatores naturais como as florestas e as águas oceânicas, que absorvem CO₂ e liberam oxigênio. No entanto, este mecanismo natural de depuração também tem sido velozmente destruído pelo homem: as florestas têm tombado em grande escala, num ritmo intenso, particularmente no Brasil.

O tom alarmista do relatório, principalmente no que diz respeito à velocidade do evento, foi duramente criticado por diversos cientistas brasileiros, embora tenham considerado viável a hipótese do aquecimento devido ao efeito estufa.

Todavia, é visível que os estudos desenvolvidos pela agência norte-americana ainda apre-

• • • • •

sentam deficiências, entre elas a de se basearem em modelos que simularam em computador um comportamento da atmosfera a partir de dados não suficientemente conhecidos de circulação atmosférica. Por esse mesmo motivo, não há a menor base de certeza de que a elevação da temperatura vá ocorrer na próxima década ou em meados do próximo século.

Aceita a hipótese de um aquecimento geral da Terra devido ao efeito estufa, é necessário relacioná-lo à variação climática que seria produzida pelos fatores naturais. Um futuro esfriamento natural, hipótese para a qual se inclina um número considerável de pesquisadores, tenderia a ser compensado pelo aquecimento produzido pelo efeito estufa.

CIÊNCIA HOJE, v. 9, n. 9, p.75-76, NOV./DEZ. 1983.

El Niño

○ El Niño é um fenômeno natural que, por ter sido tão divulgado, acabou levando a culpa por tudo o que acontece.

Será que tudo é culpa do El Niño realmente?

Na verdade, nem tudo o que acontece na Terra é culpa dele.

Nessas horas é que percebemos como as "informações" científicas se refletem em nosso cotidiano e **como a mídia tem um**

papel importante e determinante nessa imagem.

Nem sempre ele foi tão conhecido assim. Há 30 anos, ele só era conhecido pelos pescadores peruanos e pelos cientistas, que, próximo ao Natal (daí o nome El Niño, referindo-se ao menino Jesus), percebiam que havia um intrigante desaparecimento dos peixes.

○ El Niño é um fenômeno que provoca o aquecimento e o subsequente resfriamento do clima por cerca de 12 a 18 meses. Sua evolução típica começa no início do ano, atinge a máxima intensidade após doze meses, enfraquecendo em um ano e meio. Contribui para algumas alterações climáticas: chuvas e ventos. Essas alterações interferem no desenvolvimento da agricultura e na economia.

○ El Niño consiste num aquecimento anormal das águas do oceano Pacífico, na região equatorial oriental, se estendendo desde a costa australiana até o litoral do Peru, por causa dos ventos tropicais que diminuem de intensidade (as causas dessa diminuição ainda não são conhecidas).

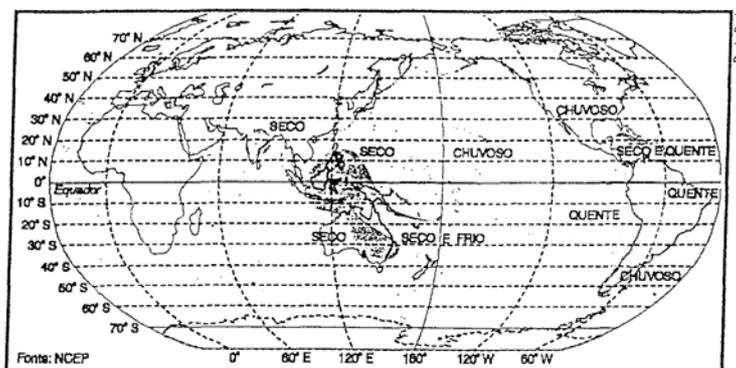
Esses ventos sopram normalmente da América do Sul em direção à Ásia, pelo Pacífico.

LENDO SOBRE O EL NIÑO

EL NIÑO VOLTA DEVASTADOR

O fenômeno meteorológico que provocou enormes prejuízos entre 1982 e 1983 já começou a varrer o planeta, causando morte e destruição.

O alerta vem dos meteorologistas e, desta vez, eles garantem que a margem de erro é zero: neste fim de ano [1997] o planeta todo será açoitado por mais uma temporada de catástrofes naturais, muito semelhante à que ocorreu entre 1982 e 1983, mas com uma diferença importante: desta vez será muito pior. Não somente as ondas de seca e calor, em algumas regiões da Terra, como de tempestades e inundações, em outras, serão muito mais violentas, como maior será sua duração. A causa é a mesma: o fenômeno meteorológico denominado El Niño, até hoje considerado um mistério pelos cientistas, que consiste, em rápidas palavras, num inexplicável aquecimento da água da superfície do oceano Pacífico, na altura da linha do equador.



Tipos de clima sob influência do El Niño de junho a agosto.

Aumento de queimadas na Amazônia

Seca no Norte-Nordeste, causada por massas atmosféricas que estacionam sobre a região e inibem a formação de nuvens. Algumas regiões terão 40% menos de chuva.

Ondas de calor na região Sudeste. Temporais devem provocar inundações em São Paulo e Rio.

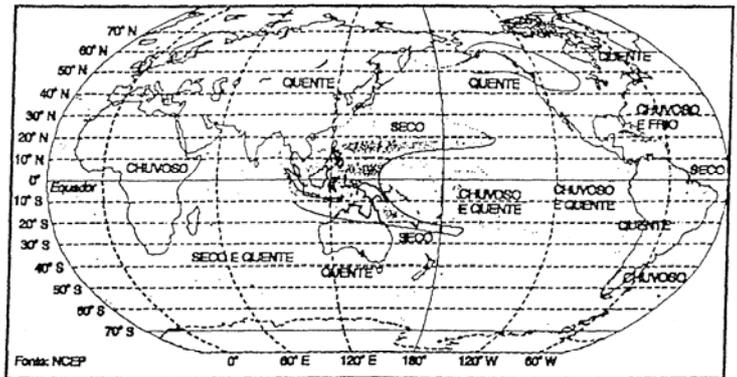
Chuvas torrenciais na região Sul, provocadas pelo choque de frentes frias da região antártica com correntes de ar quente que sopram do Pacífico para o continente.

Fenômeno é resultado de uma complexa interação entre oceano e atmosfera.

Desta vez os cientistas começaram a detectar bem mais cedo o ressurgimento do fenômeno, assim como sua violência. No Brasil, já em fins de julho, em pleno inverno, as temperaturas nas regiões Sul e Sudeste chegaram a beirar sufocantes 30 graus. Ao mesmo tempo, tempestades de granizo castigaram o Rio Grande do Sul muito antes da chegada da estação das chuvas. No Peru, evidências semelhantes se fizeram sentir: em Lima, a capital, onde o mês de agosto é geralmente marcado por temperaturas entre 10 e 15

graus, o pico atingiu os 22. E, no litoral, o aquecimento da água fez despencar em 50% o volume da pesca artesanal. O auge do processo, de todo modo, está previsto para novembro e dezembro, com possibilidades de os transtornos entrarem pelos primeiros meses de 1998.

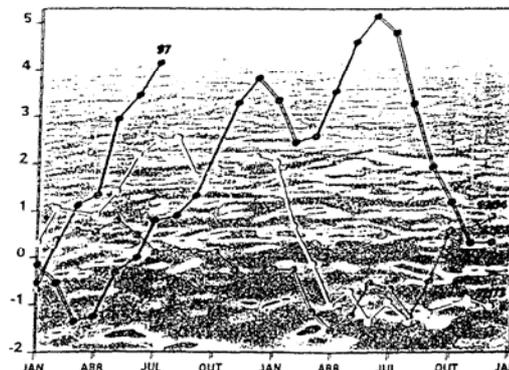
Um dos maiores estudiosos do fenômeno El Niño no Brasil é o indiano Prakki Satyamurty, chefe do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (Cptec) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) de Cachoeira Paulista, SP. No Brasil desde 1971, Satyamurty



Tipos de clima sob influência do El Niño de dezembro a fevereiro.

mantém o centro interligado com outros dos Estados Unidos, Inglaterra e Alemanha, acompanhando a evolução da temperatura das águas superficiais do oceano Pacífico. "El Niño está em formação", alertou ele. "O fenômeno tem início no meio do oceano, a cerca de 10 mil quilômetros da costa do Peru, e, neste ano, a evolução anormal da temperatura naquela região tem sido acentuada. E o mais preocupante é que essa

Evolução da temperatura da água em diversos períodos



anormalidade teve início cerca de dois meses antes, em comparação com os fenômenos anteriores." De fato, no início de agosto passado, por exemplo, as águas do Pacífico, na faixa monitorada pelos pesquisadores, registravam entre 6 e 7 graus acima do que costuma ser o normal naquele mês (*acompanhe nos gráficos*). "No mesmo período de 1982, por exemplo, as águas da região registravam apenas 1 grau acima da média dos últimos 30 anos", acrescenta o pesquisador.

O NOME FOI DADO em HOMENAGEM a JESUS CRISTO

Mas, se não se sabe exatamente o que é esse fenômeno, tem-se dele um razoável acompanhamento histórico. O primeiro registro data de 1725, quando o aquecimento das águas do Pacífico prejudicou a atividade pesqueira no Peru e Equador. Na época, pensou-se que isso ocorria somente nas costas litorâneas dos dois países. Isso porque, de tempos em tempos, nas regiões banhadas pelas águas frias do Pacífico, costumavam surgir correntes de águas quentes em dezembro, próximo à época do Natal. Daí o nome de El Niño – que, em espanhol, significa O Menino – em alusão à comemoração do nascimento de Jesus. No entanto, a partir da década de 1950, os pesquisadores começaram a desconfiar que o fenômeno teria abrangência muito mais ampla. “Hoje sabe-se que El Niño é fenômeno extremamente complexo, que envolve a interação entre correntes oceânicas e atmosféricas e ocorre cerca de cinco vezes em cada 20 anos. E suas conseqüências alcançam escala planetária, provocando de secas no Nordeste a enchentes na Índia e Austrália”, conta Satyamurty. Explicá-lo, porém, não é simples, porque estão envolvidas duas das mais incontroláveis forças naturais da Terra: os oceanos e a atmosfera.

Antes, no entanto, é preciso entender o que ocorre normalmente sem a presença de El Niño. Os ventos alísios, que normalmente sopram no oceano Pacífico, movem-se de leste para oeste na faixa equatorial do planeta e carregam ar quente e úmido sobre o oceano. Como resultado, ocorre uma concentração de águas mais quentes na costa da Austrália. No outro extremo do Pacífico, na costa sul-americana, porém, acontece um fenômeno contrário, conhecido como ressurgência, que se caracteriza pelo afloramento de águas frias, ricas em nutrientes, provenientes de regiões mais profundas do oceano. No entanto, a força desses ventos pode variar de ano para ano e, às vezes, até ter sua direção invertida.

Essa alteração de direção é explicada também pela diferença de pressão atmosférica entre os pontos do Pacífico. Geralmente, a pressão atmosférica é maior porque o ar é mais frio (as moléculas estão mais compactadas) no centro-sul do oceano, e menor na região da Oceania. A força da natureza procura igualar as pressões atmosféricas com a movimentação de ar no sentido oeste.

Simultaneamente, as correntes marítimas acompanham os ventos e tendem a seguir sua direção. “Acontece então um reversão completa das águas do Pacífico. Elas passam a ter temperaturas muito mais altas no lado leste, próximo às costas do Peru e do Equador”, explica Edmo J. D. Campos, professor de Oceanografia Física do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.



O nome El Niño foi pensado pela data da ocorrência do fenômeno, no final do ano, perto da data do nascimento de Jesus Cristo. Acima, detalhe de Natividade mística, de Sandro Botticelli.

ANEXO IV

AD-04 – ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM QUESTÕES PRÉVIAS (ADQP)

I) Orientações para o (a) professor (a):

1. O professor deve apresentar e explicar toda a dinâmica da atividade a ser desenvolvida;
2. O professor deve colocar as questões no quadro, e os alunos, em grupos de três componentes devem fazer uma discussão sobre cada pergunta;
3. O coordenador de cada grupo anota cada uma das respostas numa folha;
4. Após, o professor deve iniciar uma discussão com toda a turma, solicitando as respostas registradas e colocando-as no quadro;
5. O professor deve realizar com a participação da turma, uma síntese das respostas;
6. As respostas devem ser avaliadas para serem “descartadas” ou “aproveitadas”;
7. As questões já eventualmente respondidas devem ser assinaladas;
8. Devem “sobrar” as questões ainda em aberto.

II) Orientações para os alunos:

Os alunos devem responder em grupos de três as questões prévias e registrá-las em seus cadernos.

III) Apresentação e discussão das seguintes questões problematizadoras:

Serão apresentadas algumas questões para proporcionar uma discussão sobre a variação existente entre pressão e altura levando-se em conta diferentes meios, especialmente a água e o ar:

QP1 - Por que alguns relógios, principalmente os mais esportivos, apresentam especificações do tipo: profundidade 50 m?

QP2 - Você já deve ter assistido programas de televisão sobre escaladas em altas montanhas e as dificuldades que os alpinistas têm para alcançarem seu objetivo. Dentre essas dificuldades, sempre se destaca a questão da “falta de fôlego”, ou em outras palavras o ar rarefeito. Como você explica este fato? O que muda no “ambiente” quando subimos uma montanha?

QP3 - Pense nas seguintes situações: a) Você está bebendo de canudinho, um desses achocolatados de caixinha. Quando o líquido termina, você continua sugando e observa que a caixinha diminui de volume. b) Você está respirando normalmente e, então, resolve soprar o ar dos pulmões para fora. O seu abdômen diminui e a sua barriga “murcha”. Que explicações você daria para a modificação de volume dos corpos nas duas situações acima apresentadas?

IV) Expectativa de respostas dos (as) alunos (as):

QP1 - Acredita-se que os alunos responderão que os relógios não funcionam abaixo de 50 metros, nas águas do mar, por causa da pressão que a água exerce sobre eles.

QP2 - Espera-se que os alunos respondam que no alto o ar é mais pesado; isto é, as moléculas estão mais juntas, por isso a pressão é maior que nas partes planas.

QP3 - Provavelmente os alunos responderão que é porque o líquido saiu da caixinha. No caso dos pulmões, a barriga “murcha” porque grande parte do ar inspirada foi expelida.

V) Respostas “cientificamente” aceitas:

QP1 - A pressão total (pressão hidrostática mais pressão atmosférica) que é exercida pela água sobre o relógio numa profundidade de 50 metros fará com que o vidro se quebre. A pressão hidrostática é uma grandeza diretamente proporcional à altura da coluna de líquido, à aceleração da gravidade e à massa específica do líquido.

QP2 - Nas montanhas o ar estando mais rarefeito, a pressão atmosférica tende a ser cada vez menor; por isso a pessoa precisa respirar com mais frequência para que o ar continue a desempenhar no organismo sua função. O meio ambiente de uma montanha possui menos moléculas de ar, por isso há uma dificuldade maior de respiração com conseqüente “falta de fôlego” e maior cansaço.

QP3 - Quando sugamos um achocolatado com um canudinho, não há a entrada de ar por outro furo para que a pressão atmosférica possa permanecer constante. A retirada do líquido provoca, então, uma diminuição de pressão interna; mas a pressão atmosférica externa não se altera e esta pressiona as paredes da caixinha para dentro. Quando resolvemos soprar o ar de nossos pulmões para fora, o processo é semelhante ao da caixinha de achocolatado. A pressão interna do nosso pulmão diminui e a pressão atmosférica externa que atua em nosso abdômem e barriga continua constante.

VI) Aprendizagens esperadas:

AC 04 - Definir ‘Pressão de uma Força’

AP 05 - Relacionar pressão a situações cotidianas como: sugar líquidos por canudos, efeitos do acionamento de motobombas nas diversas situações de irrigação de uma lavoura, funcionamento do bebedouro de aves, mergulho, pressão sentida nos ouvidos durante a mudança de altitude, rarefação do ar em grandes altitudes;

AP 06 - Compreender a ação da pressão atmosférica sobre os corpos em diversos lugares;

AP 08 - Compreender as relações entre os conceitos de pressão, força e superfície; transferindo estas situações para a vida cotidiana;

AA 03 - Respeitar as opiniões e concepções das outras pessoas;

AA 04 - Cooperar na elaboração dos trabalhos em equipe;

AA 07 - Resgatar a importância da escola na formação do cidadão, quanto à aprendizagem da leitura, escrita e criticidade da linguagem científica;

Com esta ADQP, pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam as habilidades 01, 04, 09, 13 e competências I e II – ENEM.

ANEXO V

AD-05 – ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM EXPERIMENTOS (ADE)

I) Orientações para o (a) professor (a):

a) Atividades e Perguntas sobre “circuito elétrico” para os alunos responderem em grupo:

1 - Represente no seu caderno um circuito elétrico contendo uma lâmpada de tal forma que ela acenda.

2 - Pense em alguns materiais simples de modo que uma lâmpada, dessas utilizadas em lanternas, possa ser acesa. Peça estes materiais ao professor e providencie a montagem de um circuito simples para que esta lâmpada acenda.

3 - Compare a representação do circuito desenhado com o circuito montado, verificando a sua compatibilidade.

4 - Como você explicaria o fato da lâmpada acender? Descreva esse fenômeno.

5 - Quando você acende uma lâmpada de sua casa, apertando o interruptor, todas brilham com a mesma intensidade? Quando você liga um motor elétrico todos têm a capacidade de realizar o mesmo trabalho no mesmo intervalo de tempo?

b) Dinâmica:

As questões poderão ser passadas para os alunos em folhas ou no quadro, seguindo-se a ordem estabelecida na atividade.

Inicialmente o professor deve apresentar a questão 01 e dar um tempo para que os alunos possam resolvê-la. A seguir, deve dividir a turma em pequenos grupos com quatro alunos e pedir para que pensem no material necessário para a montagem do circuito solicitado na questão 02.

Na seqüência, o professor fará uma discussão no grande grupo a respeito da questão 03, apontando pontos de concordância e discordância.

Após a discussão destas questões, serão lançadas as questões 04 e 05 que serão respondidas e o professor comentará aspectos importantes que julgar necessário, como, por exemplo, corrente elétrica, brilho das lâmpadas, circuito aberto e circuito fechado.

II) Aprendizagens esperadas:

AC 05 - Conceituar 'Corrente Elétrica';

AC 06-Identificar os elementos necessários de um 'circuito elétrico simples';

AC 07 - Compreender o princípio de funcionamento dos motores elétricos;

AP 01-Explicitar suas idéias quando for solicitada sua opinião em questionamentos;

AP 02-Interpretar observações de situações do cotidiano envolvendo fenômenos;

AP 07-Compreender as transformações de energia ocorridas nos diversos aparelhos elétricos.

AA 03 - Respeitar as opiniões e concepções das outras pessoas;

AA 04-Cooperar na elaboração dos trabalhos em equipe.

Com esta ADE, pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam as habilidades 07, 11, 12, 20 e competência II – ENEM.

ANEXO VI

AD-06 - ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM EXPOSIÇÃO DO PROFESSOR (ADEP)

I) Orientação para o (a) professor (a):

Estas aulas serão destinadas ao estudo de um texto sobre Calor e Transferência de Calor.

O professor deve utilizar como referência para sua exposição, o texto abaixo relacionado da seguinte bibliografia:

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz: (1999). *FÍSICA*. V. Único. São Paulo/BRA. Scipione. p. 340-355.

1. O que é calor.
2. Unidades de calor.
3. Calor específico à temperatura ambiente.
4. Transferência de calor.

Dinâmica:

O professor deverá promover uma discussão dos pontos relevantes, destacando os seguintes itens:

1. Diferença entre calor e temperatura.
2. Calor específico e estudo de uma tabela com algumas substâncias e seus calores específicos.
3. Unidades de calor específico.
4. Transferência de calor por Condução, por Convecção e por Irradiação; que ocorre na estufa.
5. Algumas aplicações da Transferência de Calor no cotidiano.

Durante esta discussão, estes conceitos devem ser sistematizados no quadro, para que o aluno possa ter claro quais os pontos que o professor

deseja salientar. Neste momento, devem ser esclarecidas possíveis dúvidas que tenham ficado a respeito dos itens estudados.

O professor destacará durante as discussões outras situações/equipamentos existentes na escola em que ocorrem fenômenos de Transferência de Calor.

Como uma das formas de avaliação, os alunos farão em casa os exercícios de número 03 a 17 e entregarão ao professor na aula seguinte.

II) Aprendizagens Esperadas:

AC 08 - Conceituar Calor

AC 09 - Conceituar Temperatura

AC 10 - Diferenciar Calor de Temperatura

AP 01 - Explicitar suas idéias quando for solicitada sua opinião em questionamentos;

AP02 - Interpretar observações de situações do cotidiano envolvendo fenômenos;

AP 07-Compreender as transformações de energia ocorridas nos diversos aparelhos elétricos;

AA 03 - Respeitar as opiniões e concepções das outras pessoas;

AA 04 - Cooperar na elaboração dos trabalhos em equipe.

Com esta ADEP, pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam as habilidades 01, 07, 19 e competências III e IV – ENEM.

CALOR

8.1. O calor é uma forma de energia

O que é o calor

Quando dois corpos, em temperaturas diferentes, são colocados em contato, como na figura 8-1, sabemos que eles tendem a adquirir a mesma temperatura (equilíbrio térmico).

Microscopicamente, podemos descrever este processo da seguinte maneira:

- a energia cinética média das moléculas do corpo mais quente é maior que a do corpo mais frio (figura 8-1-a);
- estabelecendo-se o contato entre eles, haverá colisões entre essas moléculas e, como ocorre em qualquer colisão, parte da energia das moléculas mais rápidas é transferida para as moléculas mais lentas (figura 8-1-b);
- esta transferência de energia continua até que as energias cinéticas médias das moléculas dos dois corpos se igualem, isto é, até que os dois corpos atinjam a mesma temperatura (figura 8-1-c);
- portanto, neste processo há uma redução na energia interna do corpo de maior temperatura e um aumento na energia interna do corpo de menor temperatura. Em outras palavras, há uma passagem de energia de um corpo para outro, e esta passagem ocorreu porque havia inicialmente uma diferença de temperatura entre eles. Esta energia transferida recebe a denominação de calor. Temos, pois:

calor é a energia transferida de um corpo para outro em virtude unicamente de uma diferença de temperatura entre eles.



Fig. 8-1. Quando dois corpos em temperaturas diferentes são colocados em contato, há passagem de calor do mais quente para o mais frio.

Comentários

Muitas vezes, estudantes que estão iniciando seu curso de física costumam dizer: "a temperatura de um corpo é uma medida do calor nele contido". Nesta afirmativa, temos dois graves erros conceituais, que você deve procurar evitar a partir deste momento e que analisaremos a seguir:

- 1) a expressão "calor contido no corpo" é destituída de significado físico. A energia total existente no interior de um corpo é denominada **energia interna** deste corpo, e a parte desta energia que é devida à agitação de seus átomos e moléculas é a **energia térmica** do corpo. Só poderíamos usar o termo "calor" para designar a energia que seria transferida deste corpo para outro (que estivesse em uma temperatura inferior a ele).
- 2) a temperatura, então, não pode ser uma medida do "calor no corpo", pois este conceito não existe. A temperatura mede a energia de agitação dos átomos ou moléculas de um corpo, isto é, mede a energia térmica deste corpo.

Unidades de calor

Como o calor é uma forma de energia, é evidente que, no SI, ele é medido em **joules**.

Na prática, usa-se com frequência uma outra unidade, muito antiga, denominada **caloria**. Esta unidade é definida da seguinte maneira:

1 caloria, cujo símbolo é 1 cal, representa a quantidade de calor que se deve fornecer a 1 g de água para elevar sua temperatura de 1°C (figura 8-2).

Como veremos na seção 8.4 deste capítulo, a relação entre essas unidades é:

$$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$$

Calor específico

Observe a figura 8-4, que mostra massas iguais de água e de ferro recebendo a mesma quantidade de calor. Experimentalmente, verifica-se que o ferro sofre uma elevação de temperatura muito maior que a água, ou seja, substâncias diferentes sofrem aquecimentos diferentes ao receberem ou liberarem calor. Por exemplo:

- vimos que, para elevar de 1°C a temperatura de 1 g de água, devemos fornecer a ela 1 cal.

Os cientistas verificaram, entretanto, com medidas cuidadosas, que:

- para elevar de 1°C a temperatura de 1 g de ferro, devemos fornecer a ele apenas 0,11 cal.

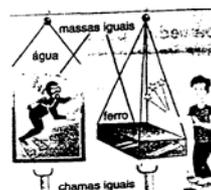


Fig. 8-4. Massas iguais de água e ferro recebem a mesma quantidade de calor. Por que a pessoa se queima ao tocar no pedaço de ferro e pode tranquilamente permanecer em contato com a água?

Cada um dos valores que acabamos de mencionar é denominado **calor específico** do material, usualmente representado por **c**. Logo:

- para a água: $c = 1 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}$ (que se lê: 1 caloria, por grama, por grau Celsius).
- para o ferro: $c = 0,11 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}$ (que se lê: 0,11 caloria, por grama, por grau Celsius).

De modo geral, temos:

o calor específico c de uma substância representa a quantidade de calor necessária para elevar de 1°C a temperatura de 1 g dessa substância.

Portanto, o valor do calor específico é característico de cada substância e a tabela 8-1 apresenta os valores desta grandeza para alguns materiais de uso comum. Observando a tabela vemos, por exemplo, que o calor específico do alumínio é $c = 0,22 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$. Isto indica que, para elevar de 1°C a temperatura de 1 g de alumínio, devemos fornecer a ele 0,22 cal.

Substância	c (cal/g · °C)
Água	1
Gelo	0,55
Vapor d'água	0,5
Alumínio	0,22
Vidro	0,2
Ferro	0,11
Latão	0,09
Cobre	0,09
Prata	0,05
Mercúrio	0,03
Chumbo	0,03

TABELA 8-1

Cálculo do calor absorvido ou cedido por um corpo quando sua temperatura varia

Acabamos de ver que o calor específico do alumínio é $c = 0,22 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$. Então, para elevar de 1°C a temperatura do alumínio, necessitamos ceder:

- a 1 g $Q = 0,22 \text{ cal}$;
- a 2 g $Q = 2 \times 0,22 \text{ cal}$;
- a 3 g $Q = 3 \times 0,22 \text{ cal}$;
-
- a m gramas $Q = m \times 0,22 \text{ cal}$.

Suponha, agora, que esta massa m de alumínio esteja a uma temperatura inicial $t_1 = 20^\circ\text{C}$ e que desejemos elevá-la para

uma temperatura final $t_2 = 30^\circ\text{C}$. Observe que a elevação de temperatura será, então:

$$t_2 - t_1 = 30^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 10^\circ\text{C}$$

Como a variação de temperatura será 10 vezes maior que a variação de 1°C , devemos ceder ao alumínio uma quantidade de calor 10 vezes maior, isto é:

$$Q = m \cdot 0,22 \cdot 10 \quad \text{ou} \quad Q = m \cdot 0,22 \cdot t_2 - t_1$$

Lembrando que 0,22 representa o valor do calor específico de alumínio, temos:

$$Q = m \cdot c(t_2 - t_1)$$

Este raciocínio desenvolvido para o alumínio é válido para qualquer material. Em geral, temos:

para elevar de uma temperatura inicial t_1 , a uma temperatura final t_2 , a massa m de uma substância cujo calor específico é c , devemos fornecer a ela uma quantidade de calor Q dada por

$$Q = m \cdot c(t_2 - t_1)$$

Comentário

Quando um corpo esfria, cede calor aos corpos que o rodeiam (para o ar, por exemplo). Supondo que a temperatura do corpo seja reduzida de t_2 para t_1 , verifica-se que ele cederia a mesma quantidade de calor que absorveu quando sua temperatura se elevou de t_1 para t_2 . Em outras palavras, a expressão $Q = m \cdot c(t_2 - t_1)$ pode ser usada para se calcular tanto o calor absorvido quando o corpo é aquecido quanto o calor liberado quando ele se resfria.



Acabamos de ver que, quanto maior o calor específico de uma substância, menos ela se aquece ao receber uma certa quantidade de calor. A água é uma das substâncias que apresenta calor específico de valor mais elevado (tabela 8-1). Por essa razão, certa massa de água (lago, rio, piscina, etc.), ao receber calor do Sol, sofre pequenas variações em sua temperatura, em comparação com outros objetos situados em sua vizinhança. Ainda pelo mesmo motivo, quando o Sol se põe, isto é, quando a água e os outros objetos liberam calor para o ambiente, o resfriamento da água é muito mais lento que o daqueles objetos. Assim, é fácil entender por que é tão agradável mergulhar na água em um dia muito quente.

Por outro lado, como a areia tem um calor específico muito pequeno, ela se aquece e se resfria com facilidade. Por isso, nos desertos, embora os dias sejam excessivamente quentes, as noites costumam apresentar temperaturas muito baixas (figura 8-5).



Fig. 8-5: Durante o dia, a temperatura no deserto é muito elevada e, durante a noite, sofre uma grande redução. Isto ocorre em virtude do pequeno calor específico da areia.

8.2 Transferência de calor

Na seção anterior, vimos que o calor é uma forma de energia, que se transfere de um corpo para outro em virtude de uma diferença de temperatura entre eles. Verifica-se que esta transferência pode ocorrer de três maneiras diferentes: por condução, por convecção e por radiação. Analisaremos, a seguir, cada um desses processos.

Transferência de calor por condução

A figura 8-6 mostra uma pessoa aquecendo uma das extremidades de uma barra metálica. A elevação de temperatura faz com que os átomos dessa extremidade passem a vibrar mais intensamente. Essa maior agitação é transmitida para os átomos vizinhos, isto é, a região vizinha também se aquece. Este processo se propaga ao longo da barra até atingir a outra extremidade, e a pessoa que a segura percebe facilmente sua elevação de temperatura. Portanto, o calor cedido pela chama se propagou através da barra até à mão da pessoa. Esta maneira pela qual o calor se propaga é denominada condução:

quando o calor se transfere através de um corpo por condução, essa energia se propaga em virtude da agitação atômica no material, sem que haja transporte de matéria no processo.

Algumas substâncias, como os metais, conduzem rapidamente o calor, isto é, são bons condutores térmicos. Outras, como a madeira, a lã e o ar, conduzem mal o calor e, por isso, são denominadas isolantes térmicos. Veja o que aconteceu com a mão da pessoa na figura 8-7 (isto poderia ter sido evitado se a extremidade metálica fosse envolvida, por exemplo, com um cabo de madeira). Na tabela 8-2 estão apresentadas algumas substâncias, em ordem decrescente de sua capacidade de conduzir calor.



Fig. 8-6: Em uma barra metálica, o calor se transfere por condução.

Algumas substâncias em ordem crescente de sua capacidade de isolamento térmico

Prata
Cobre
Alumínio
Vidro
Madeira
Cortiça
Ar

TABELA 8-2



Fig. 8-7: Observe o que aconteceu na figura.

Aplicações

— Por que usamos agasalhos?

A temperatura de nosso corpo é de cerca de $36,5^\circ\text{C}$ e o meio que nos envolve está, em geral, a uma temperatura inferior a essa. Assim, constantemente uma certa quantidade de calor está sendo transferida de nosso corpo para o ambiente (figura 8-8). Quando a temperatura do ambiente é baixa, a transferência se faz rapidamente e isto nos faz sentir frio. Os agasalhos, que são feitos de materiais maus condutores de calor, reduzem consideravelmente esta transferência, afastando a sensação de frio.

Vimos na tabela 8-2 que o ar é um isolante térmico muito bom e, por isso, os materiais isolantes quase sempre têm bolhas de ar neles entremeadas. Isto ocorre com a lã, com a cortiça, com o isopor, etc. Você pode, então, entender por que em um dia frio os pássaros eriçam suas penas de modo a manter ar entre elas, reduzindo, assim, a transferência de calor de seu corpo para o ambiente.



Fig. 8-8 Quando nosso corpo perde calor rapidamente para a vizinhança, temos a sensação de frio.

- Por que, em um mesmo ambiente, alguns objetos nos parecem mais frios que outros?

Uma peça de metal e um pedaço de madeira, colocados em um mesmo ambiente, durante um certo tempo, adquirem praticamente a mesma temperatura. Ao tocar cada um desses objetos, entretanto, uma pessoa terá a sensação de que o metal está mais frio que a madeira. Isso ocorre porque o metal é melhor condutor de calor que a madeira. Assim, o calor é transferido mais rapidamente da mão para o metal (sendo conduzido ao longo do corpo metálico) e, por isso, ele parece mais frio ao tato que a madeira.

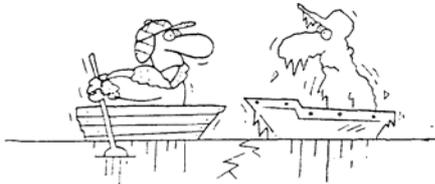


Fig. 8-9 O metal parece estar mais frio que a madeira.

- Como podemos cozinhar mais rapidamente um pedaço de carne?

Na figura 8-10, vemos um procedimento que pode ser usado para assar carne mais rapidamente. A haste metálica nela introduzida, sendo melhor condutora que a própria carne, transfere calor mais rapidamente para seu interior. Sem o uso desta haste, a região central do pedaço de carne demoraria mais tempo para cozinhar.



Fig. 8-10 Para assar um pedaço de carne mais rapidamente, introduz-se nele um espeto metálico.

Transferência de calor por convecção

Suponha que um líquido, em um recipiente, seja aquecido por uma chama (figura 8-11). A parte do líquido mais próxima da chama se aquece e se dilata, fazendo com que sua densidade se torne menor. Em virtude disso, esta camada mais aquecida desloca-se para a parte superior do recipiente, enquanto as camadas mais frias (mais densas) movem-se para baixo. Este processo continua, com uma circulação permanente de correntes de líquido mais quente para cima e de líquido mais frio para baixo, denominadas **correntes de convecção**. Graças a essas correntes, o calor vai sendo distribuído a toda a massa líquida, como consequência do movimento de translação do próprio líquido. Em síntese:

a transferência de calor nos líquidos é feita sobretudo por meio de correntes de convecção, que se formam em virtude da diferença entre as densidades das partes mais quentes e mais frias do líquido.

Também nos gases (que em geral apresentam baixa condutividade térmica), a transferência de calor é feita principalmente por meio de correntes de convecção.



Fig. 8-11 Em um líquido, o calor se transfere devido a formação de correntes de convecção.

Aplicações

- Como são resfriados os alimentos em uma geladeira?

O congelador de uma geladeira está sempre localizado em sua parte superior (figura 8-12) e é mantido em uma temperatura muito baixa. A camada de ar, no interior da geladeira, que entra em contato com o congelador esfria, torna-se mais densa e desloca-se para baixo. Este ar resfriado, enquanto se move, recebe calor dos alimentos, se aquece, passa a se mover para cima e transfere este calor para o congelador, ao entrar novamente em contato com ele. Este processo continua e, então, o calor dos alimentos é transferido para o congelador por meio de correntes de convecção do ar (figura 8-12).

- Em um aquecedor, onde devem estar localizadas a entrada e a saída de água?

A figura 8-13 apresenta um aquecedor elétrico comum, mostrando que a entrada de água fria deve ficar em sua parte inferior e que a saída de água quente deve ser feita na parte superior do aparelho. É fácil entender por que isto ocorre: quando o aquecedor é ligado, a água é aquecida pela resistência elétrica, localizada na parte inferior do cilindro. Formam-se, então, as correntes de convecção, até que a temperatura da água seja aproximadamente uniforme. Atingida a temperatura desejada, desliga-se o aquecedor. Abrindo-se a torneira de água quente, a água fria, que entra pela parte inferior, permanece



Fig. 8-12 No interior de uma geladeira formam-se correntes de convecção.

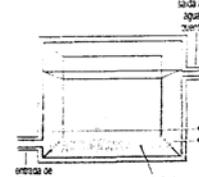


Fig. 8-13 Aquecedor de água - observe onde estão localizadas a entrada e a saída do líquido.

nesta região, por ser mais densa. Assim, a água quente, de menor densidade, estará sempre na região superior, onde está localizada sua saída.

- Por que se formam os ventos?

As pessoas que vivem nas proximidades do mar conhecem bem as brisas marinhas, ventos suaves que sopram, durante o dia, do mar para a terra e, à noite, da terra para o mar. Isso ocorre porque, durante o dia, ao receber radiações solares, a terra se aquece mais rapidamente que a água do mar, em virtude da diferença entre seus calores específicos (figura 8-14). Assim, o ar próximo à terra torna-se mais aquecido e move-se para cima, causando uma certa rarefação nessa região. Por causa disso, o ar mais frio, situado sobre o mar, se desloca em direção à costa, isto é, sopra um vento fresco do mar para a terra (figura 8-14). Durante a noite, a terra se resfria mais rapidamente que a água, e os processos se invertem. Portanto, essas brisas marinhas nada mais são do que correntes de convecção.



Fig. 8-14: A brisa marinha, que pela manhã sopra do mar para a terra, ameniza o clima das regiões costeiras.

Os ventos em geral são sempre correntes de convecção, originadas por diferenças de temperatura entre duas regiões quaisquer da Terra. As correntes de convecção na atmosfera, ao se moverem para cima (ar mais quente), costumam ser aproveitadas por alguns pássaros, aviões planadores (sem motor) e asas-delta para ganharem altura, planando em seguida (perdendo altitude) até encontrarem outra corrente de convecção ascendente. Desta maneira, é possível percorrer enormes distâncias sem consumo de combustível (figura 8-15).

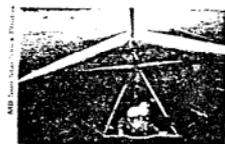


Fig. 8-15: As correntes de convecção na atmosfera são o "combustível" de um planador e de uma asa-delta.

Transferência de calor por radiação

As transferências de calor por condução e por convecção só podem ocorrer se existir um meio material entre o corpo quente e o corpo frio. Você sabe, entretanto, que uma grande quantidade de calor está sendo constantemente transferida do Sol para a Terra. Como no espaço entre eles não existe um meio material (isto é, temos vácuo), concluímos que esta transferência não pode estar sendo feita por nenhum desses dois processos. Nesse caso, a transferência é feita por um outro processo, denominado **radiação térmica**, que pode ocorrer mesmo através do espaço vazio, isto é, no vácuo (figura 8-16).

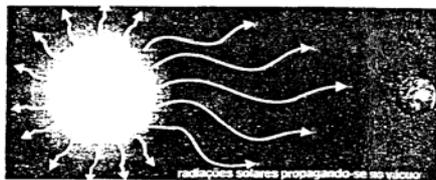


Fig. 8-16: A transferência de calor do Sol para a Terra é feita pelo processo de radiação.

Todos os corpos, a qualquer temperatura, emitem radiações térmicas e a intensidade dessa radiação é tanto maior quanto maior for a temperatura do corpo emissor. Essas radiações são ondas eletromagnéticas, denominadas **radiações infravermelhas**, de mesma natureza que as ondas de rádio, a luz, as microondas, etc., que serão estudadas no último capítulo de nosso curso.

Resumindo:

a transferência de calor por radiação é feita por meio de ondas eletromagnéticas (raios infravermelhos), que podem se propagar mesmo na ausência de um meio material (vácuo).

Aplicações

– Por que, no verão, usamos roupas claras?

Quando vários corpos recebem radiação, os de cor mais escura absorvem grande parte dela e os mais claros absorvem muito pouco, refletindo a maior parte desta radiação incidente. Então, os corpos escuros, expostos às radiações solares, se aquecem mais que os corpos claros. É por essa razão que o uso de uma roupa branca, em um dia ensolarado de verão, é mais agradável que vestir uma roupa escura (figura 8-17). É por isso também que, em países quentes, onde a incidência de radiação solar é muito grande, as pessoas costumam pintar suas casas com a cor branca.

– O que é um aquecedor solar?

Você sabia que é possível aquecer gratuitamente a água para o uso diário de sua casa, instalando-se nela um aquecedor



Fig. 8-17: Uma roupa escura absorve maior quantidade de radiação térmica que uma roupa clara.

solar? Observe a figura 8-18, onde mostramos o esquema de um aquecedor deste tipo. O cano AB conduz água fria do reservatório até uma serpentina metálica, que fica situada dentro de uma caixa, cujo fundo é de material isolante térmico. A tampa desta caixa é de vidro e a superfície na qual a serpentina se apoia é pintada com tinta preta fosca. A energia da radiação solar, fortemente absorvida pela superfície negra, é conduzida através das paredes da serpentina e aquece a água. Formam-se, então, correntes de convecção e a água aquecida é transportada para a parte superior do reservatório pela tubulação CD. Em países de clima tropical, como são praticamente todas as nações latino-americanas, o uso de aquecedores semelhantes ao que analisamos poderia ser muito mais difundido, o que traria uma considerável economia de energia de outras fontes, mais dispendiosas e poluentes.

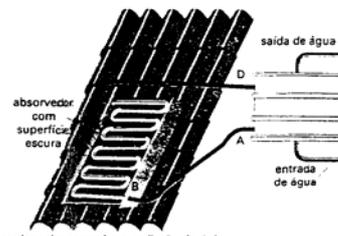


Fig. 8-18: Um aquecedor solar aproveita a radiação do Sol para o aquecimento de água.

– Como funciona uma garrafa térmica?

Uma garrafa térmica mantém durante um certo tempo a temperatura de um corpo (quente ou frio) colocado em seu interior. Observando a figura 8-19, podemos entender que isto ocorre porque, na construção da garrafa, procura-se evitar que haja transmissão de calor de dentro para fora, ou de fora para dentro, seja por condução, por convecção ou por radiação. No espaço interno da parede dupla do vaso de vidro é feito o vácuo, para evitar a condução de calor. As paredes desse vaso são espelhadas, interna e externamente, para refletir a radiação térmica, e as correntes de convecção são evitadas mantendo-se o conjunto sempre bem fechado.

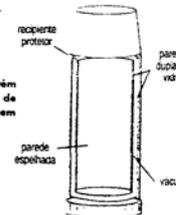


Fig. 8-19: Uma garrafa térmica mantém durante muito tempo a temperatura de um corpo quente ou frio colocado em seu interior.

Exercícios de fixação

Não você
testar sua
compreensão

- Vemos na tabela 8-1 que o calor específico do mercúrio é $c = 0,03 \text{ cal g}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}$. Diga, com suas palavras, o significado desse valor.
- Uma pessoa recolhe 200 g de água da torneira, à temperatura de 20°C , colocando-a em contato com uma chama, até que sua temperatura atinja 50°C . Responda:
 - Qual a quantidade de calor cedida à água pela chama?
 - Deixando esta massa de água a 50°C se resfriar em um refrigerador, até atingir 0°C , qual a quantidade de calor liberado por ela?
- Suponha que a mesma quantidade de calor cedida à água na questão (a) do exercício anterior seja transferida para um bloco de prata de mesma massa e à mesma temperatura inicial da água. Consultando a tabela 8-1, responda:
 - Sem fazer cálculos, procure prever se a temperatura final da prata será maior ou menor que 50°C (atingida pela água). Explique.
 - Calcule a temperatura final da prata e verifique se você fez corretamente a previsão solicitada em (a).
- Em sua casa, uma pessoa usa duas panelas, de mesma massa, sendo uma de cobre e a outra de alumínio. Levando em conta apenas o valor do calor específico desses materiais, consulte a tabela 8-1 e indique qual das panelas devemos usar em cada um dos seguintes casos:
 - para aquecer mais rapidamente na chama de um fogão, até uma certa temperatura, determinada quantidade de um alimento;
 - para manter o alimento aquecido durante mais tempo, após ser retirado do fogão e levado à mesa.
- Por que as panelas, em geral, têm seus cabos metálicos revestidos com madeira ou plástico?
- a) Suponha que você disponha de duas panelas semelhantes, uma delas com fundo de cobre e a outra com fundo de alumínio. Qual delas você escolheria para ferver mais rapidamente uma certa quantidade de água na chama de um fogão (consulte a tabela 8-2)? Explique.
b) As antigas panelas de pedra costumam ser usadas, ainda hoje, quando se deseja manter aquecidos, durante um tempo maior, os alimentos já preparados. Você acha, então, que a pedra é um bom ou um mau condutor de calor?
- Consultando a tabela 8-2, explique por que, em países de clima frio, costumam-se usar janelas com vidraças duplas (figura 8-21). Este tipo de janela chega a reduzir em até 50% as perdas de calor para o exterior.

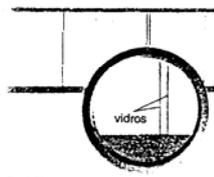


Fig. 8-21

- Um estudante afirma que seu agasalho é de boa qualidade "porque impede que o frio passe através dele". Esta afirmativa é correta? Explique.

- Numa sala ladrilhada, uma pessoa descalça coloca um de seus pés sobre o ladrilho e o outro sobre um tapete ali existente, ambos praticamente à mesma temperatura.
 - Em qual dos pés a pessoa terá menor sensação de frio?
 - Qual dos dois pés está perdendo calor mais rapidamente?
 - Qual é o melhor condutor de calor, o tapete ou o ladrilho?
- a) Por que, em uma geladeira, as camadas de ar próximas ao congelador, após entrarem em contato com ele, dirigem-se para baixo?
b) Se o congelador fosse colocado na parte inferior de uma geladeira, haveria formação de correntes de convecção? Explique.
- As frutas e verduras costumam se "queimar" quando são submetidas a temperaturas muito baixas (lembre-se dos danos causados pela geada). Então, em que local de uma geladeira devem ser conservadas as frutas e os legumes? (Verifique se esta recomendação está sendo seguida na geladeira de sua residência.)
- Considere a figura 8-14 e suponha que já tenha anoitecido.
 - Que região (terra ou mar) se resfria mais rapidamente?
 - Então, qual é a camada de ar que se move para cima?
 - Assim, em que sentido sopra a brisa marinha à noite?
- Na figura 8-22, foi feito um alto vácuo no interior da câmara de vidro que envolve a lâmpada. Apesar disso, o termômetro mostrado acusa uma elevação de temperatura quando se acende a lâmpada. Explique por que isso acontece.
- Os grandes tanques, usados para armazenar gasolina (ou outros combustíveis), costumam ser pintados externamente com tinta prateada. Por quê?
- Os acolchoados modernos, usados na confecção de agasalhos de grande eficiência, são constituídos por duas camadas de tecido, tendo entre elas um grande número de tiras plásticas brilhantes – refletoras –, com ar aprisionado entre essas tiras (figura 8-23). Explique como este acolchoado impede a transmissão de calor do corpo de uma pessoa para o exterior por:
 - condução;
 - convecção;
 - radiação.

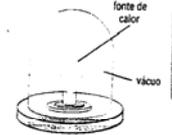


Fig. 8-22



Fig. 8-23

ANEXO VII

AD-07 - ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM EXPOSIÇÃO DO PROFESSOR (ADEP)

I) Orientação para o (a) professor (a):

- Essas aulas serão destinadas ao estudo de um texto sobre Radiações. O professor deve utilizar como referência para sua exposição, o texto abaixo relacionado da seguinte bibliografia:
OKUNO, Emico; CALDAS, Iberê L. ; CHOW.Cecil: (1982). **Física para Ciências Biológicas e Biomédicas**. São Paulo/BRA: Harbra Ltda. (p. 03-12)
- O professor deverá promover uma discussão com os alunos dos itens relevantes procurando destacar os seguintes aspectos:
 - 1 - Radiação Corpuscular,
 - 2 - Radiação Eletromagnética,
 - 3 - Teoria dos Quanta,
 - 4 - Dualidade Onda-Partícula,
 - 5 - Aplicação: Microscópio Eletrônico,
 - 6 - Tipos de radiação e suas características,
 - 7 - Radiações na natureza.
- Durante a discussão, esses conceitos, teorias, aplicações e características das radiações, devem ser sistematizados no quadro, para que o aluno possa ter clareza sobre quais os pontos que o professor deseja salientar.
- As dúvidas elaboradas em casa, na forma de perguntas, devem ser manifestadas pelos alunos e resolvidas na discussão com o professor.

- Como uma das formas de avaliação os alunos farão em casa os exercícios de números 01 a 19 da página 11 do livro e entregarão ao professor na aula seguinte.

II) Aprendizagens Esperadas:

AC15 - Caracterizar a 'Estrutura Molecular da Matéria';

AP09 - Compreender a Dualidade Onda-Partícula;

AP10 - Analisar criticamente os efeitos dos vários tipos de radiações e suas características;

AA01 - Opinar e agir em situações sociais que envolvam temas relevantes e polêmicos, como por exemplo, desperdício de energia, poluição do meio ambiente, uso de novas tecnologias, tipos de radiações e seus efeitos.

- Com esta ADEP, pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam as habilidades 01, 07, 08, 12, 16 e competência I e II – ENEM.

Conceitos Básicos sobre Radiação

CAPÍTULO 1

1.1 — INTRODUÇÃO

Neste capítulo haverá uma introdução sobre os tipos e as características das radiações. Serão apresentadas também a teoria dos quanta e a da dualidade onda-partícula, que fazem parte dos conceitos básicos da Física moderna. Será também apresentada a aplicação do uso do elétron como onda no microscópio eletrônico.

A radiação é a propagação de energia sob várias formas, sendo dividida geralmente em dois grupos: *radiação corpuscular* e *radiação eletromagnética*.

1.2 — RADIAÇÃO CORPUSCULAR

Ela é constituída de um feixe de partículas elementares, ou núcleos atômicos, tais como: elétrons, prótons, nêutrons, mésons π , dêuterons, partículas alfa.

A energia cinética K de uma partícula de massa m com velocidade v , quando $v \ll c$, o que em geral acontece, é dada por

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \quad (1.1)$$

também chamada energia cinética da radiação, onde c é a velocidade da luz no vácuo e vale 3×10^8 m/s.

1.3 — RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA

Ondas eletromagnéticas são constituídas de campos elétricos e magnéticos oscilantes e se propagam com velocidade constante c no vácuo. Ondas de rádio, ondas luminosas (luz), raios infravermelhos, raios ultravioleta, raios X e raios gama são exemplos de radiação eletromagnética.

As grandezas usadas para a caracterização de uma onda eletromagnética são o comprimento de onda λ e a frequência f .

Existe uma relação entre λ e f para ondas em geral,

$$\lambda f = v \quad (1.2)$$

onde v é a velocidade de propagação da onda.

1. CONCEITOS BÁSICOS SOBRE RADIAÇÃO 3

No caso particular de uma onda eletromagnética

$$\lambda f = c = 3 \times 10^8 \text{ m/s} \quad (1.3)$$

Os comprimentos de onda das radiações eletromagnéticas que serão considerados nessa unidade são muito curtos, sendo portanto conveniente expressá-los em unidades menores que o metro:

- 1 angstrom = $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$
- 1 nanometro = $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$
- 1 micrometro = $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$

O comprimento de onda da luz azul, por exemplo, é de 4 000 \AA . A radiação eletromagnética de comprimento de onda igual a 0,1 \AA é raio X.

O espectro da onda eletromagnética pode ser visto no Quadro 1.1.

Quadro 1.1 — O espectro eletromagnético.

Comprimento de onda (m)	Outras unidades	Espécimes	Radiação
10^{-15}		núcleo dos átomos	raios gama raios X
10^{-12}	1,24 MeV		
10^{-11}	0,1 \AA	átomos	ultravioleta
10^{-10}	1,0 \AA		
10^{-9}	1 nm	vírus moléculas	luz visível
10^{-8}	100 \AA		
10^{-7}	1 000 \AA 4 000 \AA 7 000 \AA		infravermelha
10^{-6}	1 μm	células	
10^{-5}	10 μm		
10^{-4}	100 μm	insetos	ondas de rádio
10^{-3}	1 mm		
10^{-2}	1 cm		
10^{-1}	10 cm	televisão e FM	
1	300 MHz		
10	30 MHz		
10^2	3 MHz		
10^3	1 km		

1.4 — TEORIA DOS QUANTA

Max Planck, em 1901, e Albert Einstein, em 1905, iniciaram a formulação da teoria dos quanta. Segundo essa teoria, a radiação eletromagnética é emitida e se propaga descontinuamente, em pequenos pulsos de energia, chamados *pacotes de energia*, *quanta* ou *fótons*. Assim, a onda eletromagnética apresenta também um caráter corpuscular.

Fótons são partículas sem carga e massa de repouso nula (veja Guia 3 da Unidade VI).

Planck descobriu que todos os fótons, associados a uma frequência particular f de luz, possuem a mesma energia E , diretamente proporcional a f . Isto é,

$$E = hf \quad (1.4)$$

em que h é uma constante universal, chamada constante de Planck, e vale $6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.

A energia E também pode ser calculada em função de λ . Substituindo-se a frequência f dada pela equação (1.3) em (1.4), obtém-se

$$E = \frac{hc}{\lambda} \quad (1.5)$$

Exemplo 1.1 – Qual é a energia de um fóton de luz amarela, sabendo-se que sua frequência é de $6 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$?

Solução

$$E = hf = (6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s})(6 \times 10^{14} \text{ s}^{-1})$$

$$E \cong 4 \times 10^{-19} \text{ J}$$

O fóton é a menor quantidade de luz que pode ser emitida ou absorvida em qualquer processo. Em particular, o fóton é a menor unidade de luz que pode ser absorvida por uma célula fotossensível da retina do olho.

É interessante ter uma idéia da ordem de grandeza da energia do Exemplo 1.1. Para comparar, calcule:

- a energia cinética de uma bola de futebol de 0,5 kg com velocidade de 10 m/s;
- a energia necessária para uma pessoa de 50 kg dar um salto vertical de 50 cm.

1.5 — DUALIDADE ONDA-PARTÍCULA

Desde a descoberta, em 1905, por Einstein, das propriedades corpusculares da onda, através do efeito fotoelétrico, passaram-se quase 20 anos antes que alguém especulasse sobre a possibilidade de o inverso também ser válido.

Em 1924, Louis de Broglie apresentou a teoria de que a matéria possuísse tanto características ondulatórias como corpusculares.

Essa proposição é escrita matematicamente na forma

$$mv = \frac{h}{\lambda} \quad (1.6)$$

onde λ é chamado *comprimento de onda de Broglie*.

O caráter corpuscular é representado pelo produto mv , pois m e v são respectivamente massa e velocidade do corpúsculo; enquanto que h/λ representa o caráter ondulatório, pois λ é o comprimento de onda da onda associada ao corpúsculo.

Será introduzida agora uma unidade de energia muito usada na Física moderna denominada *elétron-volt* (eV). Um elétron-volt é a energia adquirida por um elétron ao atravessar, no vácuo, uma diferença de potencial igual a um volt. Sendo o valor da carga do elétron e igual a $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$, a energia em J equivalente a 1 eV será:

$$1 \text{ eV} = (1,6 \times 10^{-19} \text{ C})(1 \text{ V}) = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}$$

* Hz = s^{-1} .

Assim a constante de Planck h assume o valor

$$h = (6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}) \left(\frac{1}{1,6 \times 10^{-19} \text{ J}} \text{ eV} \right) = 4,14 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$$

Exemplo 1.2 – Determine o comprimento de onda de de Broglie de um elétron com uma velocidade de $5 \times 10^7 \text{ m/s}$. A massa do elétron vale $9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$.

Solução

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}}{(9,11 \times 10^{-31} \text{ kg})(5 \times 10^7 \text{ m/s})}$$

$$\lambda = 1,46 \times 10^{-11} \text{ m} = 0,146 \text{ \AA}$$

Exercício Proposto – Determine o comprimento de onda associado a uma bola de 1 kg, cuja velocidade é de 1 m/s. Comente o resultado.

1.6 — APLICAÇÃO: MICROSCÓPIO ELETRÔNICO

O funcionamento do microscópio eletrônico se baseia nas propriedades ondulatórias do elétron, isto é, faz uso do elétron como onda.

A capacidade de resolução dos microscópios ópticos é limitada pelos efeitos da difração da luz, que é o fenômeno pelo qual a luz é desviada quando encontra obstáculos ou aberturas. Interferências construtivas e destrutivas ocorrem com essa luz, produzindo figuras de difração. (Mais detalhes sobre difração da luz serão vistos na Unidade III – Fenômenos Ondulatórios.)

Ao se examinarem objetos de tamanhos iguais ou menores que o comprimento de onda da luz visível, compreendido entre 0,4 e 0,7 μm , a difração da luz ao redor do objeto torna a imagem borrada ou não permite a formação de imagem alguma.

O microscópio eletrônico supera essa dificuldade, pois os comprimentos de onda associados a elétrons são muito menores que os da luz visível utilizados em microscópios ópticos.

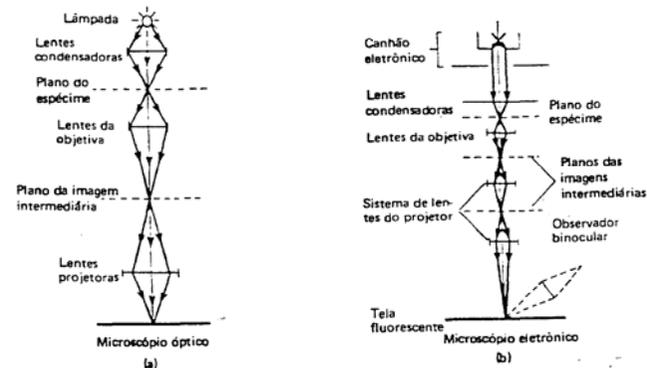


Diagrama esquemático mostrando a analogia entre o microscópio óptico e o microscópio eletrônico.

6 FÍSICA PARA CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E BIOMÉDICAS

A voltagem usada para acelerar elétrons, em geral de 50 kV, faz que comprimentos de onda associados a esses elétrons sejam de cerca de $0,06 \text{ \AA} = 0,06 \times 10^{-10} \text{ m} = 6 \times 10^{-6} \text{ \mu m}$.

Os campos elétrico e magnético são usados para focalizar os elétrons no microscópio eletrônico, da mesma forma que se usam lentes de vidro para focalizar um feixe de luz em microscópios ópticos.

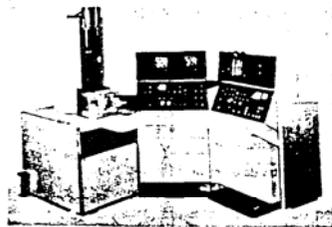
Os microscópios eletrônicos podem mostrar muito mais detalhes que os ópticos. Aumentos de até 350 000 vezes são possíveis em microscópios eletrônicos, comparados ao aumento de 2 000 vezes em microscópios ópticos convencionais.

Os microscópios eletrônicos são particularmente úteis no exame de detalhes em materiais biológicos como estruturas de bactérias, células, tecidos, vírus e no estudo de sólidos, metais e estruturas cristalinas.

Basicamente existem dois tipos de microscópios eletrônicos: microscópio eletrônico de transmissão, que observa através do objeto, e microscópio eletrônico de varredura, que mostra a superfície do espécime.

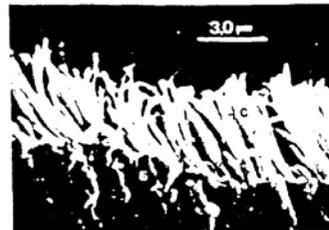
Alguns dos laboratórios que utilizam microscópios eletrônicos em pesquisas estão listados abaixo.

1. Laboratório de Microscopia Eletrônica do Instituto de Física – USP;
2. Departamento de Biologia do Instituto de Biociências – USP;
3. Departamento de Genética do Instituto Butantã;
4. Departamento de Patologia da Faculdade de Medicina – USP;
5. Departamento de Histologia e Embriologia do Instituto de Ciências Biomédicas – USP;
6. Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT);
7. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN);
8. Centro de Energia Nuclear na Agricultura – USP, Piracicaba;
9. Departamento de Histologia da Escola Paulista de Medicina;
10. Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da FMUSP.

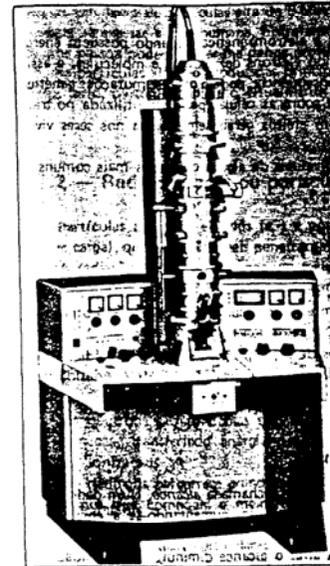


Microscópio eletrônico de varredura Cambridge Stereoscan-180, do Laboratório de Microscopia Eletrônica do Instituto de Física da Universidade de São Paulo. Com este instrumento pode-se estudar a superfície de espécimes, tanto inorgânicos como biológicos, obtendo-se uma imagem tridimensional. Acoplados ao aparelho há detectores de raios X para microanálise de seus elementos constituintes.*

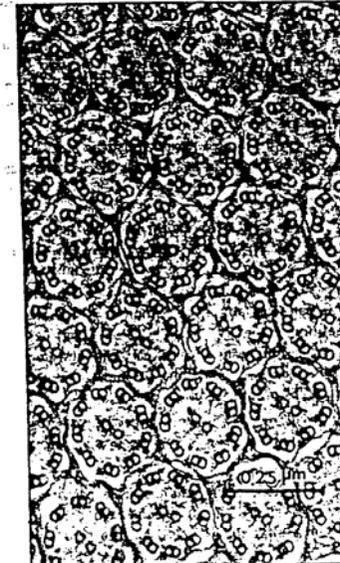
* Cortesia de Marina Silveira, do Laboratório de Microscopia Eletrônica do Instituto de Física da Universidade de São Paulo.



Vista geral de um epitélio cilíndrico (isola rastreadora da planária *Bipalium kewense*). Os cílios (C) apresentam-se como projeções cilíndricas das células epiteliais (E), com cerca de 5 \mu m de altura por $0,25 \text{ \mu m}$ de diâmetro. O batimento coordenado dos cílios auxilia o animal a locomover-se em superfícies úmidas. X 7 300.*



Microscópio eletrônico de transmissão Siemens Elmiskop 101, do Laboratório de Microscopia Eletrônica do Instituto de Física da Universidade de São Paulo. Com este tipo de instrumento estudam-se materiais com espessura da ordem de 500 \AA ou menos. O microscópio fornece ampliação máxima de 350 000 vezes, com um poder separador de 3 \AA .*



Seção ultrafina transversal de cílios de *Bipalium kewense*, vista ao microscópio de transmissão. Cada cílio é envolto por uma membrana fina e possui um conjunto simétrico de microtúbulos (estrutura "9 + 2"). Do deslocamento relativo desses microtúbulos resulta o movimento de cada cílio. X 80 000.*

Exemplo 1.3 – Calcule o comprimento de onda da radiação eletromagnética associada a um fóton de 5 eV.

Solução

Para o fóton usa-se a Equação (1.5) e não a (1.6) como para outras partículas.

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{(4,14 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s})(3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1})}{5 \text{ eV}}$$

$$\lambda = 2,48 \times 10^{-7} \text{ m} = 2 480 \text{ \AA}$$

A radiação eletromagnética com esse comprimento de onda corresponde à luz ultravioleta.

Nota: Compare esse exemplo com o Exemplo 1.2. Em ambos os casos, trata-se de calcular λ , sendo que no primeiro caso ele é associado a uma partícula de massa m e no segundo, a um fóton.

* Cortesia de Marina Silveira, do Laboratório de Microscopia Eletrônica do Instituto de Física da Universidade de São Paulo.

1.7 — TIPOS DE RADIAÇÃO E SUAS CARACTERÍSTICAS

As radiações de ambos os tipos, corpusculares e eletromagnéticas, quando possuem energia suficiente, atravessam a matéria, ionizando (removendo elétrons de) átomos e moléculas, e assim modificando-lhes o comportamento químico. Como consequência, podem ocorrer mutações genéticas e modificações nas células vivas. Essa ação destrutiva sobre as células pode ser utilizada no tratamento de tumores. Embora essas radiações produzam efeitos gerais semelhantes nos seres vivos, cada uma delas possui características próprias.

A seguir serão examinadas as características individuais de alguns dos tipos mais comuns de radiação.

1.7.1 — Radiação alfa ou partícula alfa (α)

As *partículas alfa* são núcleos do átomo de hélio, constituídos de dois prótons e dois nêutrons. Uma partícula alfa é, pois, muito mais pesada que um elétron e sua trajetória num meio material é retilínea.

Na interação de uma partícula alfa com átomos de ar, a primeira perde, em média, 33 eV por ionização. Então, uma partícula alfa com energia cinética inicial de 4,8 MeV, emitida pelo rádio-226, produz cerca de

$$\frac{4,8 \times 10^6 \text{ eV}}{33 \text{ eV}} \cong 145\,000$$

ionizações antes de parar.

A distância que uma partícula percorre antes de parar é chamada *alcance*. Num dado meio, partículas alfa de igual energia têm o mesmo alcance. Portanto, aumentando-se a energia das partículas alfa, aumenta-se o alcance para um dado meio.

Por outro lado, fixando-se a energia da partícula alfa, o alcance diminui, se a densidade do meio aumentar.

O alcance das partículas alfa é muito pequeno, como se pode ver na Tabela 1.1, o que faz que elas sejam facilmente blindadas. Uma folha finíssima de alumínio de 21 μm barra comple-

Tabela 1.1 — Alcance das partículas α e β no ar, no tecido humano e no alumínio.

Energia (MeV)	Alcance (cm)		
	Ar	Tecido humano	Alumínio
<i>Partículas alfa</i>			
1,0	0,55	$0,33 \times 10^{-2}$	$0,32 \times 10^{-3}$
2,0	1,04	$0,63 \times 10^{-2}$	$0,61 \times 10^{-3}$
3,0	1,67	$1,00 \times 10^{-2}$	$0,98 \times 10^{-3}$
4,0	2,58	$1,55 \times 10^{-2}$	$0,50 \times 10^{-3}$
5,0	3,50	$2,10 \times 10^{-2}$	$2,06 \times 10^{-3}$
<i>Partículas beta</i>			
0,01	0,23	$0,27 \times 10^{-3}$	
0,1	12,0	$1,51 \times 10^{-2}$	$4,3 \times 10^{-3}$
0,5	150	0,18	$5,9 \times 10^{-2}$
1,0	420	0,50	0,15
2,0	840	1,00	0,34
3,0	1 260	1,50	0,56

tamente um feixe de partículas alfa de 5 MeV. Mesmo sem blindagem, a referida partícula alfa não consegue atravessar a pele humana. Entretanto, a ingestão de uma fonte emissora de partículas alfa por uma pessoa poderá causar-lhe danos profundos a certas partes do corpo.

As partículas alfa são produzidas principalmente nos decaimentos de elementos pesados como urânio, tório, plutônio, rádio etc. Usualmente são acompanhadas de radiação beta e gama.

1.7.2 — Radiação beta ou partícula beta (β)

Partículas beta são elétrons (e^-) e pósitrons (e^+ , partículas idênticas ao elétron, exceto no sinal de carga), que são muito mais penetrantes que as partículas alfa, como se pode ver na Tabela 1.1.

A radiação beta, ao passar por um meio material, também perde energia ionizando os átomos que encontra no caminho. Para blindar as partículas beta pode-se usar plástico ou alumínio.

1.7.3 — Nêutrons (n)

Os nêutrons são partículas sem carga e não produzem ionização diretamente, mas o fazem indiretamente, transferindo energia para outras partículas carregadas que, por sua vez, podem produzir ionização.

Os nêutrons percorrem grandes distâncias através da matéria, antes de interagir com o núcleo dos átomos que compõem o meio. São muito penetrantes, e podem ser blindados por materiais ricos em hidrogênio, como, por exemplo, parafina ou água.

As características particulares como carga e massa das radiações corpusculares são apresentadas na Tabela 1.2.

Tabela 1.2 — Carga e massa das radiações corpusculares.

	Alfa	Elétron	Pósitron	Nêutron	Próton
carga	+2e	-e	+e	0	+e
massa (kg)	$6,644 \times 10^{-27}$	$9,109 \times 10^{-31}$	$9,109 \times 10^{-31}$	$1,675 \times 10^{-27}$	$1,672 \times 10^{-27}$

1.7.4 — Radiação gama ou raios gama (γ)

Os raios gama são ondas eletromagnéticas extremamente penetrantes.

Eles interagem com a matéria pelo efeito fotoelétrico, pelo efeito Compton ou pela produção de pares, e nesses efeitos são emitidos elétrons ou pares elétron-pósitron que, por sua vez, ionizam a matéria.

Um fóton de radiação gama pode perder toda ou quase toda energia numa única interação, e a distância que ele percorre antes de interagir não pode ser prevista. Tudo que se pode prever é a distância em que ele tem 50% de chance de interagir. Essa distância se chama *camada semi-*

redutora. A Tabela 1.3 dá as camadas semi-redutoras no tecido humano e no chumbo para raios X ou raios gama de algumas energias.

Para blindagem desse tipo de radiação usa-se chumbo, concreto, aço ou terra.

Tabela 1.3 — Camada semi-redutora no tecido humano e no chumbo para os raios X ou gama.

Energia (MeV)	Camada semi-redutora (cm)		
	Raios X ou gama	Tecido humano	Chumbo
0,01		0,13	$4,5 \times 10^{-4}$
0,05		3,24	$0,8 \times 10^{-2}$
0,1		4,15	$1,1 \times 10^{-2}$
0,5		7,23	0,38
1,0		9,91	0,86
5,0		23,10	1,44

1.7.5 — Raios X

Os raios X são também ondas eletromagnéticas, exatamente como os raios gama, diferindo apenas quanto à origem, pois os raios gama se originam dentro do núcleo atômico, enquanto que os raios X têm origem fora do núcleo, na desexcitação dos elétrons. Suas características são, portanto, as mesmas da radiação gama.

1.8 — RADIAÇÕES NA NATUREZA

Toda vida, em nosso planeta, está exposta à radiação cósmica (partículas com grande energia provenientes do espaço) e à radiação proveniente de elementos naturais radioativos existentes na crosta terrestre como potássio, ósio etc. A intensidade dessa radiação tem permanecido constante por milhares de anos. Nossos antepassados sempre estiveram expostos a ela, e nós também estamos.

Essa radiação se chama *radiação natural* ou *radiação de fundo* e provém de muitas fontes.

Cerca de 30% a 40% dessa radiação se deve a raios cósmicos. Alguns materiais radioativos — como potássio-40, carbono-14, urânio, tório etc. — estão presentes em quantidades variáveis nos alimentos. Uma quantidade razoável de radiação vem do solo e de materiais de construção. Assim, pois, a radiação de fundo pode variar de local para local.

O valor médio da radiação de fundo em locais habitados é de 1,25 milisievert (mSv) ao ano. (Veja a definição de milisievert no capítulo sobre proteção radiológica.)

Para altitudes de 3 000 m, a radiação de fundo é 20% superior à radiação ao nível do mar. Isso porque a atmosfera se encarrega de atenuá-la.

A radiação de fundo na Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira, em São Paulo, vem sendo medida pelo Laboratório de Dosimetria do Instituto de Física da USP. Seu valor médio é de 1,4 mSv ao ano. Por outro lado, em Guarapari, no Estado do Espírito Santo, a radiação de fundo é uma das mais altas entre os locais habitados — cerca de 3,15 mSv por ano — e se deve à presença de areias monazíticas.

No Brasil há outros locais onde a radiação de fundo é razoavelmente alta, e estão situados próximos a minas de tório e de urânio. Poços de Caldas, em Minas Gerais, é um exemplo.

PROBLEMAS

- A frequência de luz verde é de $5,5 \times 10^{14}$ Hz. Qual é a energia dessa radiação, isto é, a energia de cada fóton?
- A faixa de um receptor AM (amplitude modulada) varia de 550 a 1 550 kHz, e a de um receptor FM (frequência modulada) de 88 a 108 MHz. Calcule os comprimentos de onda extremos usados pelas estações de rádio AM e FM.
- Calcule o comprimento de onda e a frequência de um fóton de 100 eV.
- Determine a energia de um fóton de 7 000 Å em J e em eV.
- Quais são os comprimentos de onda de um fóton e de um elétron de 1 eV?
- Devisson e Germer confirmaram a hipótese de de Broglie, realizando uma experiência de difração de elétrons, que é um fenômeno puramente ondulatório. Eles usaram um feixe de elétrons com energia cinética igual a 54 eV. Calcule o comprimento de onda de de Broglie desses elétrons.
- Calcule a energia em J e em eV de um fóton de:
 - raios X, cujo comprimento de onda é de 1,5 Å;
 - radiação ultravioleta, cujo comprimento de onda é de 1 000 Å;
 - radiação infravermelha, cujo comprimento de onda é de 3 μm.
- Qual é o comprimento de onda de um elétron e de um próton com velocidade igual a 5×10^7 m/s?
- Qual é a energia cinética de um elétron, cujo comprimento de de Broglie é de 5 000 Å?
- Num tubo de raios X, um elétron acelerado pode ceder toda a sua energia cinética emitindo um único fóton, correspondente à radiação X. Suponha que esse seja o caso de um elétron com energia cinética de 34,3 keV. Determine:
 - o comprimento de onda de de Broglie associado ao elétron;
 - a velocidade do elétron;
 - o comprimento de onda da radiação X produzida;
 - a velocidade do fóton;
 - a energia do fóton em J.
- O alcance de uma partícula α de 3 MeV é de 1,67 cm no ar.
 - Será maior ou menor que 1,67 cm o alcance da mesma partícula α no tecido humano? Justifique.
 - Será maior ou menor que 1,67 cm o alcance da mesma partícula α no alumínio? Justifique.
 - Será maior ou menor que 1,67 cm o alcance da mesma partícula α de 5 MeV no ar? Justifique.
- A camada semi-redutora para a radiação gama de 0,1 MeV é de 4,15 cm no tecido humano.
 - Será maior ou menor que 4,15 cm a camada semi-redutora no chumbo para a mesma radiação gama?
 - Será maior ou menor que 4,15 cm a camada semi-redutora no tecido humano para a radiação gama de 5 MeV?
- Para separar átomos de carbono e oxigênio que formam o monóxido de carbono, é necessária uma energia de no mínimo 11 eV. Determine a frequência mínima e o comprimento de onda máximo da radiação eletromagnética necessários para dissociar a molécula de monóxido de carbono.
- Uma lâmpada azul de 100 W emite luz de comprimento de onda de 450 nm. Se 12% da energia surge sob forma de luz, quantos fótons são emitidos por segundo?
- Seja a componente da luz solar de comprimento de onda de 5 000 Å, com intensidade de 12 W/m². Calcule o número de fótons por segundo que entra na pupila do olho humano de 5 mm de diâmetro.
- Um cirurgião tenta coar uma retina descolada usando pulsos de raio laser com duração de 20 ms, com uma potência de 0,6 W. Quanta energia e quantos fótons são emitidos em cada pulso se o comprimento de onda do raio laser é de 643 nm?
- Resultados experimentais mostraram que um pulso de luz com frequência de 6×10^{14} Hz pode ser visto se a intensidade do pulso for no mínimo de 10^{-12} W/m². Esse é o limiar visual, isto é, abaixo dessa intensidade

12 FÍSICA PARA CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E BIOMÉDICAS

cidade, a luz não pode ser vista. Sabe-se que somente 10% dos fótons incidentes na pupila atingem as células fotossensíveis da retina. Determine:

- a energia total em eV por segundo incidente na pupila com 5 mm de diâmetro;
- o número mínimo de fótons por segundo que atinge a retina e causa a visão.

18. Um microscópio eletrônico pode resolver estruturas de pelo menos 10 vezes o comprimento de onda de Broglie do elétron. Qual é a menor estrutura que pode ser resolvida num microscópio eletrônico, usando elétrons com energia cinética de 10^4 eV?

19. O poder de resolução de um microscópio é proporcional ao comprimento de onda dividido pela abertura numérica. Calcule a razão entre o poder de resolução de um microscópio eletrônico, usando elétrons de 10^4 eV, e o de um microscópio óptico, usando luz de 500 nm. Considere igual abertura numérica para ambos os microscópios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Livros

- ALONSO, M. & FINN, E. J. — *Física*. Brasil, Edgard Blücher, 1977, vols. 1 e 2.
- BEISER, A. — *Conceitos de Física Moderna*. Brasil, Polígono e EDUSP, 1969.
- CAMERON, J. R. & SKOFRONICK, J. G. — *Medical Physics*. USA, John Wiley & Sons, 1978.
- CROMER, A. H. — *Physics for the Life Sciences*. USA, McGraw-Hill, 1977.
- FULLER, H. Q.; FULLER, R. M. & FULLER, R. G. — *Physics Including Human Applications*. USA, Harper & Row, 1978.
- HILYARD, N. C. & BIGGIN, H. C. — *Physics for Applied Biologists*. Malta, Edward Arnold, 1977.
- HOBBIIE, R. K. — *Intermediate Physics for Medicine and Biology*. USA, John Wiley & Sons, 1978.
- HOLWILL, M. E. & SILVESTER, N. R. — *Introduction to Biological Physics*. Great Britain, John Wiley & Sons, 1973.
- MACDONALD, S. G. G. & BURNS, D. M. — *Physics for the Life and Health Sciences*. Philippines, Addison-Wesley, 1977.
- MILLER, F. Jr. — *College Physics*. USA, Harcourt, Brace & World, 1967.
- RESNICK, R. & HALLIDAY, D. — *Física*. Brasil, Livros Técnicos e Científicos, 1980, vols. 1, 2, 3 e 4.
- STROTHER, G. K. — *Physics with Applications in Life Sciences*. USA, Houghton Mifflin, 1977.
- TIPLER, P. A. — *Física*. Brasil, Guanabara Dois, 1978, vols. 1 e 2.

ANEXO VIII

AD-08 - ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM EXPOSIÇÃO DO PROFESSOR (ADEP)

I) Orientação para o (a) professor (a):

- Estas aulas serão destinadas ao estudo de dois textos: Hidrostática e Mudanças de Pressão, conforme bibliografia abaixo.
- Serão entregues aos alunos os textos e lidos no grande grupo. O professor procurará mencionar fatos (fenômenos relacionados com situações relativas aos equipamentos agrícolas referidos no início do tema).
- Nestas aulas, o professor deve utilizar como referência para sua exposição, os textos abaixo relacionados da seguinte bibliografia:

REF: Grupo de Reelaboração do Ensino de Física: (1998). **Leituras de FÍSICA**. Física Térmica, V. 2. Instituto de Física da USP. São Paulo/BRA.

GASPAR, Alberto: (2000). Física. V. 1. São Paulo/BRA. Ática.

- ✓ Hidrostática: Líquidos - natureza, forma e propriedades (p. 159-162)
 - ✓ Densidade de um corpo - Conceito e unidades (p.161-162)
 - ✓ Conceito e unidades de pressão (p.163)
 - ✓ Tensão superficial - Força de Adesão e Coesão (p.160)
 - ✓ Tabela comparativa de substâncias e suas densidades (p. 162)
 - ✓ Tabela de variação da pressão com a altitude (p. 162)
 - ✓ Tabela da temperatura de ebulição da água a diferentes pressões (p. 163)
-
- Após a leitura e discussão, os alunos formularão por escrito as perguntas (dúvidas) que ainda ficaram após este estudo.
 - O professor deverá comentar estas perguntas feitas pelos alunos e fará algumas considerações que julgar necessárias para explicar detalhadamente as dúvidas dos alunos.

II - Aprendizagens Esperadas:

AC13 - Conceituar 'Pressão Atmosférica';

AC16 - Conceituar 'Tensão Superficial';

AC17 - Identificar 'Fenômenos de Adesão e Coesão';

AC18 - Compreender Fenômenos de Capilaridade;

AP11 - Identificar, no cotidiano, a ação da tensão superficial em fluidos;

AP12 - Definir e aplicar o conceito de densidade/massa específica;

AP13 - Analisar criticamente os resultados, tanto teóricos quanto experimentais;

AP14 - Classificar as variáveis como dependentes e independentes, diretamente ou inversamente proporcionais, quando necessário;

AP15 - Compreender a estrutura molecular dos fluidos;

AP16 - Reconhecer a influência da densidade de diferentes fluidos e em diferentes sistemas;

AA 03 - Respeitar as opiniões e concepções das outras pessoas;

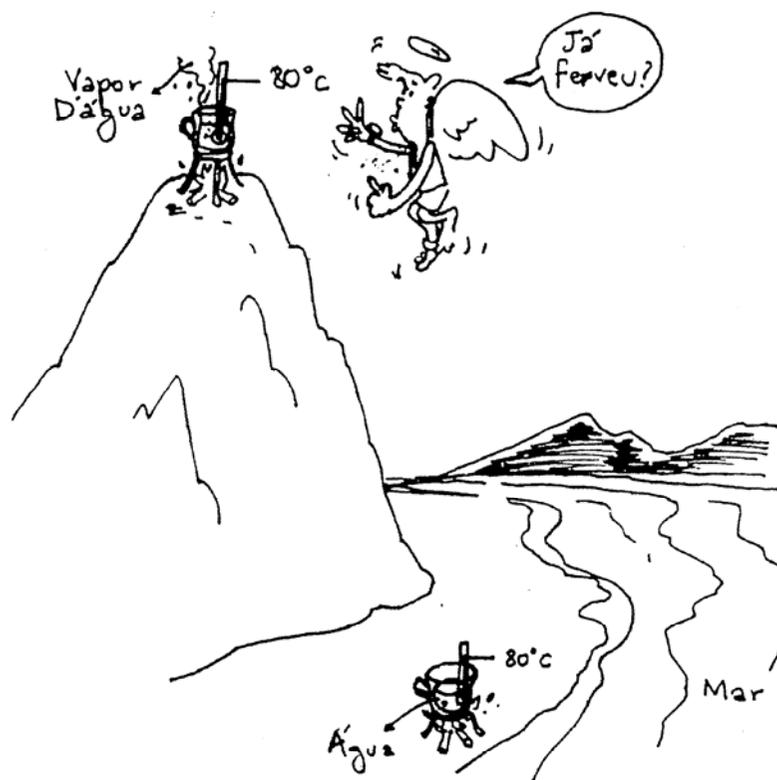
AA 04 - Cooperar na elaboração dos trabalhos em equipe.

Com esta ADEP, pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam as habilidades 01, 04, 08, 10, 15 e competência II – ENEM.

16

Mudanças sob pressão.

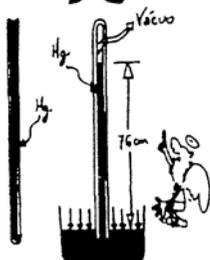
- Aumentou a pressão?
- O vapor está saturado?
- A água só ferve à 100°C ?
- Vai mudar de estado?



Em que condição o feijão cozinha em menos tempo?

61

16 Mudanças sob pressão.



Quando apresentamos a escala Celsius atribuímos o valor 100°C à temperatura da água em ebulição.

PORÉM, SERÁ QUE A ÁGUA SEMPRE FERVE À MESMA TEMPERATURA? HÁ ALGUM FATOR QUE ALTERE ISSO?

A água só ferve a 100°C ao nível do mar devido à pressão atmosférica que varia conforme a altitude.

A pressão atmosférica é devida ao ar que exerce seu peso em toda a superfície da Terra. A pressão é resultante de uma força exercida por unidade de área.

Tabela 16.1

Altitude (m)	Pressão (cm-Hg)
0	76
300	72
1000	67
2000	60
3000	53
4000	47
5000	41
6000	36
7000	31
8000	27
9000	24
10000	21

$$P = \frac{F}{A}$$

No Sistema Internacional (SI) a pressão é expressa em N/m².

Ao nível do mar a pressão atmosférica assume seu valor máximo pois a espessura da camada de ar é a maior possível (a pressão atmosférica é de 1 atmosfera). Nesse nível, a pressão do ar equilibra uma coluna de mercúrio de 76 cm contida num tubo de 1 cm² de área de secção; isto foi concluído pelo físico Torricelli.

76 cm de mercúrio equivalem à pressão de uma atmosfera. Quanto maior for a altitude menor será a pressão.

$$1 \text{ atmosfera} = 10^5 \text{ N/m}^2$$

MAS, SERÁ QUE A ALTERAÇÃO DE PRESSÃO INTERFERE NA EBULIÇÃO OU CONDENSAÇÃO DE UMA SUBSTÂNCIA?

Se alterarmos a pressão, a ebulição da água não ocorrerá à temperatura de 100°C. É o que acontece numa panela de pressão que cozinha os alimentos a pressões mais altas que 1 atmosfera; isto faz com que a água só entre em ebulição a temperaturas de cerca de 120°C.

Numa panela comum os alimentos cozidos em água atingem no máximo a temperatura de 100°C. Quando queremos preparar um doce ou aquecer uma comida que não deve atingir altas temperaturas, o fazemos em banho-maria.

Sendo cozido a temperaturas mais altas, numa panela de pressão por exemplo, o alimento fica pronto em menos tempo.



E SE DIMINUÍRMOS A PRESSÃO, A ÁGUA VAI ENTRAR EM EBULIÇÃO A TEMPERATURAS MENORES DO QUE 100°C?

Para conseguirmos pressões menores do que 1 atmosfera basta estarmos em regiões de grandes altitudes. Numa montanha de 6 000 metros de altura, por exemplo, a pressão atmosférica é de 1/2 atmosfera e a água entraria em ebulição a 80°C.

A tabela 16.2 nos dá alguns valores da temperatura de ebulição da água a diferentes pressões.

Transformações Térmicas.

Tabela 16.2

Temperatura de ebulição da água a diferentes pressões.

P (atm)	P (mmHg)	T (°C)
$6,05 \times 10^{-3}$	4,6	0
$22,37 \times 10^{-3}$	$1,7 \times 10^1$	20
$72,37 \times 10^{-3}$	$5,5 \times 10^1$	40
$197,37 \times 10^{-3}$	$1,5 \times 10^2$	60
0,474	$3,6 \times 10^2$	80
1	$7,6 \times 10^2$	100
2	$15,2 \times 10^2$	120
5	$38,0 \times 10^2$	152
10	76×10^2	180
20	$15,2 \times 10^3$	213
40	$30,4 \times 10^3$	251
60	$45,6 \times 10^3$	276

O MONTE ACONCÁGUA NOS ANDES ESTÁ A 7000M DE ALTITUDE E O EVEREST, NO HIMALAJA, A 8000M. CONSULTE A TABELA E DESCUBRA O VALOR DA PRESSÃO ATMOSFÉRICA NO TOPO DE CADA PICO. QUAL A TEMPERATURA DE EBULIÇÃO DA ÁGUA Nesses LUGARES?

Fervendo sob pressão.

O que acontece com a temperatura de ebulição da água se a pressão exercida for diferente da pressão atmosférica normal?

Para examinar os efeitos da pressão sobre a ebulição da água, utilize uma fonte de calor, um balão de vidro pyrex contendo 1/4 de seu volume de água e uma rolha com termômetro (até 110°C). Para começar, você pode conhecer a temperatura de ebulição da água sob pressão normal. Para isso, aqueça o sistema que deve estar aberto e com o termômetro. Qual é a temperatura?



Agora, o que você acha que aconteceria com a água se você fechasse a tampa do balão e mantivesse o aquecimento? Cuidado, isso é muito perigoso, portanto NÃO FAÇA. Você acha que a ebulição continuaria? O que aconteceria com a temperatura?



Com certeza, a pressão sobre a água teria aumentado muito impedindo a ebulição. Seria necessário aquecer mais para provocar nova ebulição nessas condições, o que ocorreria em temperaturas maiores que a encontrada anteriormente.

Se você deixasse sair o vapor e fechasse novamente o balão, poderia provocar agora um efeito contrário.

Mantendo o balão suspenso, esfregue pedras de gelo na sua parte superior, diminuindo a temperatura e portanto a pressão do gás sobre o líquido. Isso você pode fazer, não há perigo.



Ela volta a ferver? A que temperatura? Repetindo outras vezes esse resfriamento, qual a menor temperatura de ebulição obtida?

Nesse experimento, qual situação é semelhante ao que ocorre numa panela de pressão? E a que ocorre em grandes altitudes?

Mudanças sob pressão.

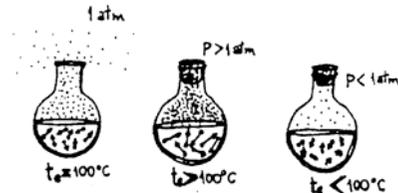
Por quê sob pressões diferentes a água ferve a temperaturas diferentes?

Para respondermos a essa pergunta devemos levar em conta o que ocorre com as moléculas de água e com as de ar.

Na ebulição, as moléculas de água possuem energia cinética suficiente para escapar pela superfície do líquido indo para o estado gasoso, na forma de vapor d'água.

Por outro lado, a pressão atmosférica exercida na superfície do líquido é devida ao grande número de moléculas do ar que se chocam com ela.

A temperatura de ebulição de 100°C corresponde a uma energia cinética das moléculas de água suficiente para elas escaparem pela superfície apesar da pressão de 1 atmosfera exercida pelo ar.



Quando se aumenta a pressão do ar sobre a água, as moléculas de água necessitam de maior energia cinética para vencer a pressão externa. Nesse caso, a temperatura de ebulição será maior que 100°C.

64

Quando se diminui a pressão sobre o líquido fica facilitado o escape das moléculas de água do estado líquido para o gasoso; mesmo moléculas dotadas de menor energia cinética conseguem escapar da superfície, o que caracteriza uma temperatura de ebulição menor que 100°C.

Exercícios.

01) Determine as pressões no interior de uma panela comum e de uma panela de pressão com água fervente. A massa da tampa da panela comum e da válvula da panela de pressão é de 100g. O diâmetro interno do pino da panela de pressão é de 0,2cm e o da panela comum é de 20cm.

Resolução:

Como $P_{int} = P_{ar} + P_v$

Na panela comum:

$$P_v = \frac{F}{A} = \frac{m_{tampa} \times g}{\pi r_{tampa}^2} = \frac{1 \times 10^{-1} \times 10}{\pi \times (1 \times 10^{-1})^2}$$

$$R = 10 \times 10^{-2} = 10^{-1} \text{ m}$$

$$P_v = \frac{1}{3,1 \times 10^{-2}} = 33 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$P_{int} = (1 \times 10^5 + 33) \cong 1 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Na panela de pressão:

$$P_v = \frac{F}{A} = \frac{m_{válvula} \times g}{\pi r_{pino}^2} = \frac{1 \times 10^{-1} \times 10}{3,1 \times (1 \times 10^{-3})^2}$$

$$R = 0,1 \text{ cm} = 10^{-3} \text{ m}$$

$$P_v = \frac{1}{3 \times 10^{-6}} = 3,3 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Assim:

$$P_{int} = 1 \times 10^5 + 3,3 \times 10^5 = 4,3 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

P_{int} = pressão no interior da panela.

P_{ar} = pressão atmosférica.

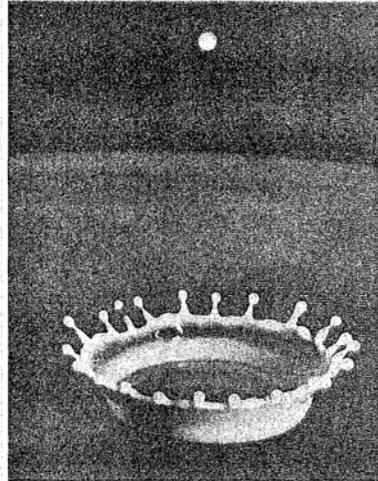
P_v = pressão do vapor d'água.



Note que na panela de pressão a pressão interna é em torno de quatro vezes maior do que a de uma panela comum.

Hidrostática

Dos estados físicos em que a matéria se apresenta – sólido, líquido e gasoso –, apenas o sólido serviu até aqui como objeto do nosso estudo. Forças aplicadas em sólidos têm efeitos muito mais facilmente previsíveis do que forças aplicadas em líquidos ou gases. Líquidos e gases são fluidos, substâncias que escoam, de forma quase sempre variável, o que torna mais difícil o seu estudo. A coroa formada pelo choque de uma gota de leite com o solo mostra, de forma eloqüente, a maior complexidade do estudo dos fluidos em relação ao dos sólidos.



1. Líquidos – natureza, forma e propriedades

Enquanto os átomos, moléculas ou íons de uma substância no estado sólido vibram em torno de posições fixas, no estado líquido essas partículas passam a se distribuir em estruturas menos organizadas, embora se mantenham coesas. A coesão entre elas é intensa o bastante para manter praticamente constante o volume de determinada massa líquida. Além disso, embora se fragmentem com facilidade, os líquidos são quase incompressíveis.

Ao contrário do que se costuma afirmar, os líquidos têm forma definida. O que faz o líquido moldar-se ao recipiente é a ação gravitacional, que não é uma propriedade específica dos líquidos. Observe as fotos a seguir.

a)



CALCOTRE/ISTOCK/OLYMPIA

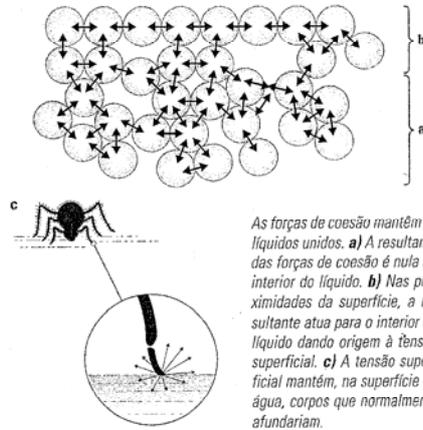


Os corpos líquidos são esféricos. a) Gota de mercúrio. b) O astronauta bebe com o canudinho a esfera de água, na nave espacial.

Na nave espacial, onde a ação gravitacional está equilibrada, qualquer volume, de qualquer líquido, assume a forma esférica. Na superfície terrestre, gotas de mercúrio – metal líquido à temperatura ambiente – quando muito pequenas, têm forma praticamente esférica, mesmo sob a ação do campo gravitacional da Terra (o que também ocorre com gotas microscópicas de água). Elas não adquirem a forma do recipiente, pois as forças de coesão entre os átomos do mercúrio são suficientemente inten-

sas para “vencer” a ação gravitacional da Terra e a ação das *forças de adesão* às paredes do recipiente. No entanto, à medida que a massa de mercúrio aumenta, a ação do campo gravitacional da Terra sobre a gota – o seu peso – aumenta e tende a superar as forças de coesão. Nessas condições, o mercúrio líquido também passa a amoldar-se aos recipientes.

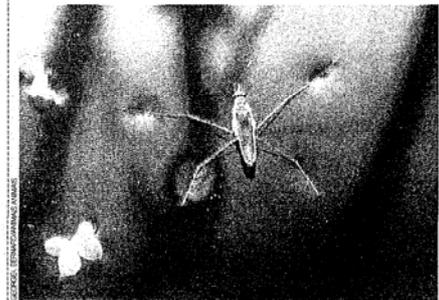
A simetria, implícita na forma esférica dos líquidos, mostra ainda que as forças de coesão atuam uniformemente entre todas as partículas do líquido – qualquer outra forma indicaria alguma direção privilegiada que, portanto, não existe. Assim, pode-se concluir que a resultante das forças de coesão nas partículas localizadas no interior dos líquidos é sempre nula. No entanto, à medida que as partículas se aproximam da superfície, a resultante dessas forças passa a existir. Essa resultante está orientada para o interior, onde está a maior parte das partículas do líquido. Isso provoca a concentração de partículas na superfície, dando origem à formação de uma espécie de película superficial. A esse fenômeno dá-se o nome de *tensão superficial*. Veja as figuras a seguir.



As forças de coesão mantêm os líquidos unidos. **a)** A resultante das forças de coesão é nula no interior do líquido. **b)** Nas proximidades da superfície, a resultante atua para o interior do líquido dando origem à tensão superficial. **c)** A tensão superficial mantém, na superfície da água, corpos que normalmente afundariam.

A tensão superficial é capaz de manter, na superfície dos líquidos, corpos que normalmente afundariam, como uma agulha de aço na água. Permite ainda que pequenos animais, como as aranhas, caminhem sobre a superfície da água, fato aparentemente simples, mas de importante papel ecológico.

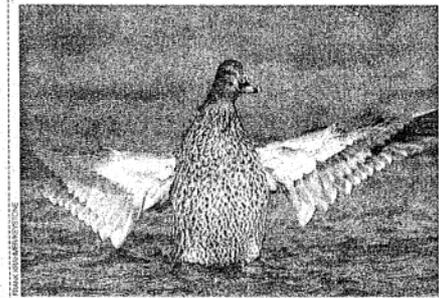
A importância ecológica da tensão superficial



Pequenos animais podem andar sobre as águas e servir de alimento aos peixes.



O óleo adere fortemente às penas, encharcando e matando as aves marinhas.



Os patos eriçam as penas e a penugem, ampliando o volume do corpo.

A tensão superficial permite que pequenos animais caminhem sobre a água de rios ou lagoas. Vivos, esses animais servem de alimento a inúmeras espécies de peixes.

Da mesma forma, as aves que navegam nas águas dos lagos, como os patos, se valem da tensão superficial para ampliar o volume de água deslocada pelo seu corpo e flutuar com mais facilidade. Para isso, elas eriçam a penugem do peito. Devido à tensão superficial e à pequena força de adesão da água com as penas e a penugem, a água não consegue penetrar entre as penas e a penugem. Assim, o volume deslocado pela ave é bem maior do que o volume do seu corpo, o que facilita a flutuação.

A poluição da água com detergentes pode reduzir em até um terço o valor da tensão superficial, fazendo com que os pequenos animais afundem e morram, reduzindo a alimentação dos peixes, e ainda permitir a penetração da água na penugem das aves, dificultando a sua flutuação. Além disso, ao contrário da água que não “molha” as penas das aves graças à reduzida força de adesão entre a água e as penas e a penugem, o óleo tem intensa força de adesão. Por isso, o vazamento de óleo no mar causado pelos petroleiros provoca tantos danos às aves marinhas; o óleo as encharca e mata.

As forças de adesão entre o líquido e as paredes do recipiente, associadas às forças de coesão, provocam ainda o aparecimento de outro fenômeno de superfície: a *capilaridade*. Quando as forças de adesão superam as forças de coesão, os líquidos tendem a subir pela parede do recipiente. Se as paredes forem muito finas – em tubos capilares, por exemplo –, o líquido pode subir a alturas consideráveis, como a seiva mineral pelos vasos lenhosos das árvores. Quando, ao contrário, as forças de coesão superam as forças de adesão, os líquidos, como o mercúrio, descem nos tubos capilares. Veja as figuras a seguir.

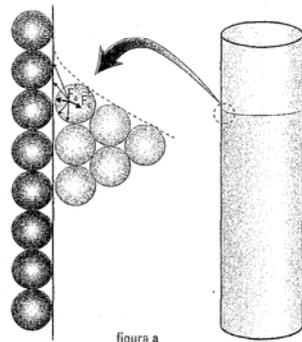


figura a

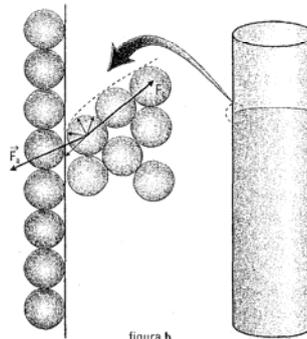


figura b

As resultantes das forças de coesão \vec{F}_c associadas às resultantes das forças de adesão \vec{F}_a fazem com que os líquidos tendam a subir (a) ou descer (b) pela parede dos recipientes ou em tubos muito finos.

A tensão superficial e a capilaridade são, no entanto, fenômenos de superfície. Nosso estudo dos líquidos – a *hidrostática* – não se restringe apenas a esses fenômenos, mas a propriedades físicas que envolvem todo o líquido em repouso.

A palavra hidrostática

Organização da física

O prefixo *hidro* vem do grego e significa "água"; *estática*, palavra também de origem grega, se refere aos corpos rígidos em equilíbrio. A rigor, portanto, hidrostática significa *estudo da água em equilíbrio*, mas o termo é usado genericamente para o estudo de qualquer líquido em equilíbrio.

2. Densidade

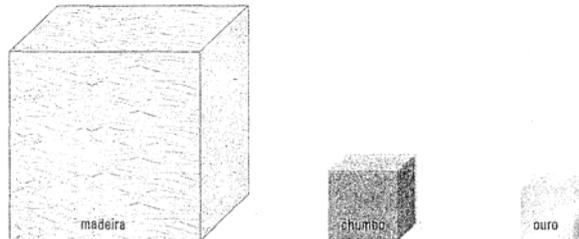


figura a

Cubos de materiais diferentes com a mesma massa (a).

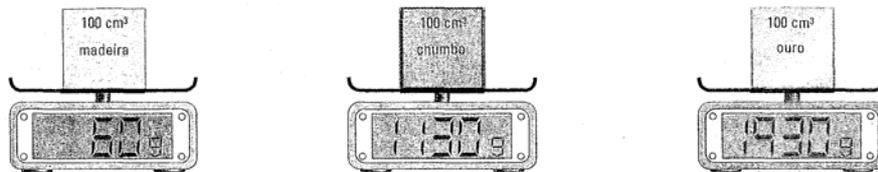


figura b

Cubos de materiais diferentes com o mesmo volume (b). O ouro é o mais denso, seguido do chumbo e da madeira.

Em **a**, estão representados, aproximadamente, em escala, cubos de mesma massa mas de materiais diferentes. Observe que o cubo de ouro tem menor volume enquanto o de madeira ocupa o maior volume.

Em **b**, estão representados cubos de mesmo volume, dos mesmos materiais acima, colocados em pratos de balanças. A marcação das balanças mostra que o cubo de ouro contém maior massa e o de madeira, menor massa. Dos materiais representados, o ouro é o mais denso, a madeira o menos denso.

Densidade é a grandeza que dá a medida da concentração da massa de uma substância num determinado volume. Define-se densidade pela razão entre a massa da substância e o volume correspondente. Quanto maior essa razão, maior a massa contida num determinado volume, portanto maior a densidade da substância. Assim, sendo **m** a massa contida no volume **V**, a expressão matemática da densidade **d** é:

$$d = \frac{m}{V}$$

A unidade de densidade no SI é kg/m^3 , entretanto utiliza-se ainda com muita frequência o g/cm^3 como unidade prática.

Relação entre kg/m^3 e g/cm^3

Lembrando que:

$$1 \text{ g} = 0,001 \text{ kg} = 10^{-3} \text{ kg e}$$

$$1 \text{ cm}^3 = 0,000001 \text{ m}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$$

a relação entre essas unidades é:

$$1 \text{ g/cm}^3 = \frac{1 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3} = \frac{10^{-3} \text{ kg}}{10^{-6} \text{ m}^3} = 10^3 \text{ kg/m}^3$$

Assim, para transformar a densidade dada g/cm^3 para kg/m^3 , unidade do SI, basta multiplicar por 1 000 ou 10^3 . E para transformar kg/m^3 em g/cm^3 , basta dividir por 1 000 ou multiplicar por 10^{-3} .

Densidade de algumas substâncias

Substância (a pressão normal de 1,0 atm)	Densidade (g/cm^3)
Gases (a 0 °C)	
Hidrogênio	0,00009
Ar	0,00129
Oxigênio	0,00143
Hélio	0,000179
Dióxido de carbono	0,00198
Líquidos	
Gasolina (a 15 °C)	0,74
Álcool etílico (a 0 °C)	0,79
Azeite de oliva (a 15 °C)	0,92
Água (a 4 °C)	1,00
Sangue (a 25 °C)	1,01
Glicerina (a 0 °C)	1,26
Mercurio (a 0 °C)	13,6
Sólidos (a 0 °C)	
Madeira	
benguê	0,41
guatambu	0,79
jacarandá	0,87
baraúna	1,23
Gelo	0,92
Papel	de 0,7 a 1,2
Magnésio	1,75
Oso	de 1,7 a 2,0
Vidro	de 2,4 a 2,8
Alumínio	2,70
Ferro	7,9
Aço	7,9
Cobre	8,9
Prata	10,9
Chumbo	11,3
Urânio	18,7
Ouro	19,3

Densidade da água

Em 1799, em consequência da Revolução Francesa, a Academia de Ciências da França definiu como unidade de massa o grama, que corresponde à massa da água destilada a 4 °C – temperatura em

que a água tem maior densidade – contida em 1 centímetro cúbico. Por essa razão a densidade da água, a 4 °C, é $1,0 \text{ g/cm}^3$.

Exercícios resolvidos

1. Uma amostra de óleo de massa 200 g tem volume de 250 cm^3 . Determine a densidade desse óleo em g/cm^3 e kg/m^3 .

Solução

Sendo $m = 200 \text{ g}$ e $V = 250 \text{ cm}^3$, aplicando a definição de densidade, temos:

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow d = \frac{200 \text{ g}}{250 \text{ cm}^3} \Rightarrow d = 0,80 \text{ g/cm}^3$$

Transformando em kg/m^3 , temos:

$$d = 0,80 \cdot 1\,000 \Rightarrow d = 800 \text{ kg/m}^3$$

2. A densidade do alumínio é $d = 2,7 \text{ g/cm}^3$. Determine:
a) a massa de um cubo de alumínio de 10 cm de aresta;
b) o volume de um bloco de alumínio de massa 540 g.

Solução

- a) O volume do cubo é $V = (10 \text{ cm})^3 \Rightarrow V = 1\,000 \text{ cm}^3$.
Portanto, sendo $d = 2,7 \text{ g/cm}^3$, temos:

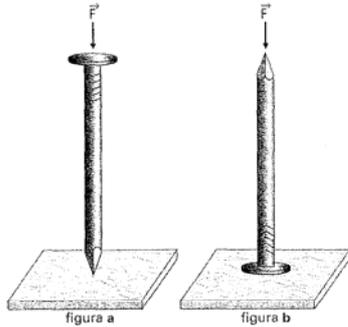
$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow m = dV \Rightarrow m = 2,7 \cdot 1\,000 \Rightarrow m = 2\,700 \text{ g} = 2,7 \text{ kg}$$

- b) Sendo $m = 540 \text{ g}$, temos:

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{d} \Rightarrow V = \frac{540}{2,7} \Rightarrow V = 200 \text{ cm}^3$$

3. Pressão

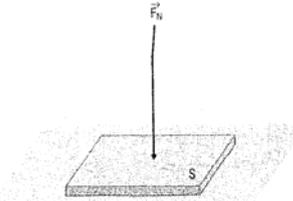
Quando se afia a lâmina de uma faca, o objetivo é diminuir a área de contato entre ela e o material a ser cortado. Assim, ela pode cortar mais facilmente sem que seja necessário aumentar a intensidade da força exercida sobre a faca. Da mesma forma, quanto mais fina a ponta de uma agulha, percevejo ou prego, mais fácil a sua penetração em superfícies rígidas.



A mesma força aplicada ao prego em **a** produz na base efeito muito maior do que em **b**. Isso porque em **b** a força se distribui numa área muito maior.

Nesses casos, mais importante que a força exercida é a área em que essa força atua. Quanto menor a

área, maior o efeito produzido pela força e vice-versa. A esse efeito denominamos *pressão*. Veja a figura abaixo:



A pressão da placa sobre o plano é a razão entre a intensidade da força normal F_N e a área S da placa.

Suponha que F_N seja o módulo de uma força normal que atua numa superfície de área S . A pressão p exercida por essa força é, por definição:

$$p = \frac{F_N}{S}$$

A unidade de pressão no SI é N/m^2 e se denomina *pascal* (Pa), em homenagem a Blaise Pascal. Embora força seja grandeza vetorial, *pressão é grandeza escalar*.

Blaise Pascal

Blaise Pascal (1623-1662) foi um físico, matemático e filósofo francês. Aos 16 anos já se destacava na demonstração de teoremas importantes da geometria projetiva, publicados na sua obra *Ensaio sobre as cônicas*. Aos 19 anos inventou uma máquina de calcular, capaz de somar e subtrair, para auxiliar o pai nos negócios. Mais tarde começou a se interessar pela física. Realizou experiências sobre o vácuo e, em 1647, demonstrou experimentalmente, levando um barômetro ao alto de uma montanha de 1 200 m de altitude, que a pressão atmosférica diminui com a altitude, confirmando a hipótese formulada por Torricelli. Demonstrou ainda que a pressão exercida

num líquido confinado é constante em todas as direções – princípio da hidrostática que, com pequena modificação, é conhecido como Princípio de Pascal. Junto com outro matemático francês, Pierre de Fermat (1601-1665), desenvolveu o cálculo da probabilidades e a análise combinatória.

Em 1654 escapou da morte num grave acidente de carruagem, o que o levou a uma profunda experiência religiosa. Desde então, resolveu dedicar-se exclusivamente a Deus. Não deixou, porém, a pesquisa científica. Em 1670, seus amigos publicaram suas reflexões dessa época na obra póstuma *Pensamentos*.

Exercício resolvido

3. Uma bailarina de 48 kg apóia-se sobre a ponta de uma de suas sapatilhas, cuja área em contato com o piso é de $6,0 \text{ cm}^2$.
- Determine a pressão que a bailarina exerce sobre o piso.
 - Suponha que o material de que é feito o piso não resista a pressões superiores a $2,0 \cdot 10^6 \text{ Pa}$. Qual deve ser a área mínima da sapatilha para não afundar o piso?

(Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$.)

Solução

- a) A força normal que a bailarina exerce sobre o piso é o seu próprio peso. Logo:

$$F_N = P = mg \Rightarrow F_N = 48 \cdot 10 \Rightarrow F_N = 480 \text{ N}$$

A área da sapatilha sobre a qual essa força é distribuída é $6,0 \text{ cm}^2$ ou $6,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$. Da definição de pressão, obtemos:

$$p = \frac{F_N}{S} \Rightarrow p = \frac{480}{6,0 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow p = 800\,000 \text{ Pa}$$

$$\text{ou } p = 8,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

- b) Da definição de pressão, temos:

$$p = \frac{F_N}{S} \Rightarrow S = \frac{F_N}{p}$$

Sendo $F_N = P \Rightarrow F_N = 480 \text{ N}$ e a pressão máxima que o piso resiste $p = 2,0 \cdot 10^6 \text{ Pa}$, temos:

$$S = \frac{F_N}{p} \Rightarrow S = \frac{480}{2,0 \cdot 10^6} \Rightarrow S = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \text{ ou } 24 \text{ cm}^2$$

2 - VISCOSIDADE

Quando derramamos um copo com água ou um copo com mel, observamos que a água flui rapidamente para fora do recipiente, enquanto que o mel leva algum tempo para fluir, devido as diferentes viscosidades dos líquidos.

Viscosidade é o atrito interno entre as partículas do líquido, quando solicitado a escoar-se. Quanto maior a dificuldade de um líquido em escoar-se, maior a sua viscosidade.

A viscosidade de um líquido depende de muitos fatores, entre os quais, citamos:

- **Natureza do fluido:** cada líquido apresenta a sua viscosidade, a qual é *pequena* nos gases

líquidos como a água e *considerável* na glicerina, nas soluções de açúcar e no óleo.

- **Temperatura:** a elevação da temperatura da substância diminui sua viscosidade. É o que acontece quando se aquece a manteiga ou o óleo.

ATENÇÃO

As substâncias em estado pastoso são líquidos de um elevado grau de viscosidade, como é o caso da manteiga, creme, etc.

3- CAPILARIDADE

A capilaridade é um fenômeno que é uma consequência da tensão superficial. Assim como a placas de vidro aderem devido à aderência entre sólidos, também ocorre a aderência entre sólidos líquidos. Devido à ação molecular, o líquido tende a aderir às paredes do recipiente, subindo por elas. Isso acontece só quando duas paredes estiverem muito próximas uma da outra. Esse fenômeno contribui muito na circulação da seiva pelos tubos capilares existentes nos caules das plantas. Nas lamparinas a álcool ou querosene, o combustível consegue atingir a chama por capilaridade. A cromatografia é um método de separação de substâncias de uma mistura homogênea, que também é possível graças ao fenômeno da capilaridade.

Nos tubos capilares a superfície livre não é plana e horizontal; ela forma uma curva côncava para maioria dos líquidos, e uma curva convexa para os metais fundidos e o mercúrio.

As moléculas da camada superficial ficam submetidas à ação de duas forças atrativas:

- **Coesão:** orientada para o interior da massa líquida.
- **Adesão:** exercida pelas moléculas do sólido.

Formação de meniscos:

Ao colocarmos um líquido em contato com um sólido, as moléculas da camada superficial próximas ao sólido, ficam submetidas a ação de duas forças atrativas, a coesão e a adesão, anteriormente citadas.

O contato entre Sólido e líquido sugere duas situações distintas:

- **Adesão > Coesão** - o líquido molha o sólido, isto é, sobe pela sua parede, formando um menisco côncavo.
Exemplo: Água no vidro.

- **Adesão < Coesão** - o líquido não molha o sólido, isto é, não sobe pela sua parede. Forma então um menisco convexo.

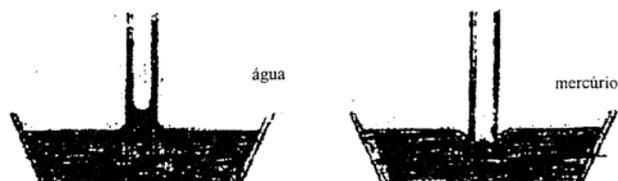


Figura 3.1

ANEXO IX

AD-09 - ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM EXPOSIÇÃO DO PROFESSOR (ADEP)

I) Orientação para o (a) professor (a):

Nessas aulas, o professor deve utilizar como referência para sua exposição os textos abaixo relacionados da seguinte bibliografia:

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz :(1999). **Curso de Física**. São Paulo/BRA. Scipione.

BERTTI, Margarete Sueli: (2000). Quais são os efeitos da pressão sobre um mergulhador? O que é doença descompressiva? In: **Galileu**. 9(104): 20.

Parte A:

- 'Pressão Atmosférica' (p. 256-257)
- 'Experiência de Torricelli' (p.258-260)
- 'Variação da pressão com a profundidade' (p.262-265)
- 'Vasos comunicantes' (p.266-267)
- 'Princípio de Pascal' (p.268-269)

Parte B:

- 'Quais são os efeitos da pressão sobre um mergulhador?'
- 'O que é doença descompressiva?'

a) O professor deverá promover uma discussão dos pontos relevantes, relacionando o assunto com os equipamentos agrícolas usados na hidroponia e setor de mecanização, destacando os seguintes itens:

- a composição da atmosfera;
- a pressão atmosférica e sua variação com a altitude;
- a experiência de Torricelli ao nível do mar;
- experiências simples relacionadas com a pressão atmosférica;

- aumento da pressão com a profundidade;
- características dos vasos comunicantes;
- aplicações dos vasos comunicantes na hidroponia e perfuração de poços artesianos;
- aplicações do Princípio de Pascal - Macacos hidráulicos e Freio hidráulico dos tratores e máquinas agrícolas;
- efeitos da pressão hidrostática sobre animais marinhos e mergulhadores;
- procedimentos que devem ser observados pelos mergulhadores.

b) Durante essa discussão, esses conceitos devem ser sistematizados no quadro, para que o aluno possa ter claro quais os pontos que o professor deseja salientar. Nesse momento, devem ser esclarecidas possíveis dúvidas que tenham ficado a respeito das questões presentes na Problematização Inicial.

II) Aprendizagens Esperadas:

AC13 - Conceituar 'Pressão Atmosférica';

AC19 - Descrever a Experiência de Torricelli;

AC20 - Identificar a Equação Fundamental da Hidrostática;

AC21 - Enunciar o 'Teorema de Pascal';

AP17 - Identificar e calcular a pressão num ponto qualquer de um fluido como sendo devida ao peso da coluna de fluido acima deste ponto;

AP18 - Compreender o funcionamento de dispositivos hidráulicos simples;

AP19 - Reconhecer vasos comunicantes e descrever suas características físicas;

AP20 - Reconhecer e aplicar o Princípio de Pascal no funcionamento de macacos e máquinas hidráulicas;

AP21 - Compreender e aplicar a Equação Fundamental da Hidrostática em situações cotidianas;

AP22 - Compreender a influência e variação da pressão sobre corpos mergulhados em fluidos e saber aplicar em algumas situações como, por exemplo, a de um mergulhador;

AP23 - Ler enunciados com atenção e registrar os dados fornecidos; Conceituar tensão superficial; Argumentar consistentemente sobre os conteúdos conceituais da Física; Representar e interpretar graficamente os dados; Buscar informações em fontes diferentes, organizando as idéias comuns e complementares.

AA03 - Respeitar as opiniões e concepções das outras pessoas;

AA04 - Cooperar na elaboração dos trabalhos em equipe.

Com esta ADEP, pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam as habilidades 01, 11, 13, 15, 17, 21 e competência II – ENEM.

O professor relacionará pressão atmosférica com os vários equipamentos hidráulicos usados nos diversos setores de irrigação da escola.

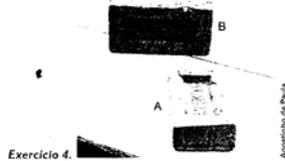
Os alunos resolverão os exercícios que constam nas páginas 261, 262, 265 e 266.

os de fixação, exercícios de fixação e exercícios de fixação

Atividade independente e motivadora para a aprendizagem do conteúdo da seção, estabelecendo uma transição suave para a solução de questões e problemas mais elaborados.

Antes de passar ao estudo da próxima seção, responda às questões seguintes, consultando o livro sempre que julgar necessário.

- Considere uma moça de peso igual a 60 kgf em pé sobre o assoalho de uma sala.
 - Estando descalça, a área total de apoio de seus pés sobre o chão é de 150 cm². Qual a pressão que a moça está exercendo no assoalho?
 - Se ela estivesse usando sapatos para neve, sua área total de apoio seria de 600 cm². Neste caso, qual seria a pressão sobre o assoalho?
- Suponha que a moça do exercício anterior estivesse usando sapatos de saltos muito finos. Considere que a área da base de cada salto é igual a 1 cm² e que a metade do peso da moça se distribui sobre os saltos.
 - Qual a pressão exercida, no assoalho, pelos saltos?
 - Compare a resposta de (a) com os resultados do exercício anterior e explique por que os saltos finos costumam causar estragos em assoalhos de madeira.
- A área total de apoio dos alicerces de um edifício é de 200 m². Um engenheiro lhe informa que o solo, sob os alicerces, está suportando uma pressão de 40 kgf/cm².
 - Expresse, em cm², a área de apoio dos alicerces.
 - Calcule o peso do edifício.
- Um tijolo foi colocado sobre uma mesa, apoiando-se inicialmente da maneira mostrada em A e, posteriormente, na posição B (veja a figura deste exercício).
 - A força com que o tijolo comprime a mesa na posição A é igual, menor ou maior do que em B?
 - A pressão que o tijolo exerce sobre a mesa em A é igual, menor ou maior do que em B?
- Consultando a tabela 7-1, responda às questões seguintes:
 - Sabe-se que uma caldeira pode resistir a uma pressão de até 30 atm. Qual o valor desta pressão no S.I.?
 - Um pneu foi calibrado com uma pressão de 20 libra/polegada². Qual o valor desta pressão em atmosferas?
- Um bloco de madeira, cujo volume é de 500 cm³, tem massa igual a 300 g.
 - Qual é a densidade dessa madeira em g/cm³ e em kg/m³?
 - Explique, com suas palavras, o significado dos resultados encontrados em (a).
 - Uma tora desta madeira tem 2,5 m³ de volume. Qual é a sua massa?
- Um bloco de Pb, cujo volume é 0,30 m³, está apoiado no solo sobre uma área de 0,60 m².
 - Consulte a tabela 7-2 e expresse a densidade do Pb em kg/m³.
 - Calcule, em kg, a massa do bloco de Pb.
 - Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$ e calcule, em N/m², a pressão que o bloco de Pb está exercendo no solo.



Exercício 4.

Agência de Física

7.2. Pressão atmosférica

A atmosfera terrestre

Vivemos mergulhados em uma imensa massa de ar, que é a nossa atmosfera, constituída de gases: oxigênio, nitrogênio, gás carbônico, vapor de água etc.

A figura I mostra que a distribuição da massa de ar na atmosfera não é uniforme. À medida que nos elevamos nessa massa de ar, ela vai se tornando cada vez mais rarefeita.

Na camada mais baixa da atmosfera terrestre, denominada *troposfera*, que se estende até cerca de 10 km de altura, acham-se distribuídos aproximadamente 75% da massa total de ar que envolve a Terra.

A camada seguinte, que se estende até mais de 50 km de altura, é denominada *estratosfera* e torna-se cada vez mais rarefeita. Na estratosfera encontra-se uma camada de ozônio, gás cuja molécula é constituída por três átomos do oxigênio e que é muito importante porque absorve as radiações ultravioleta provenientes do Sol. Estas radiações são prejudiciais aos seres vivos, podendo causar danos irreparáveis a eles e até mesmo a extinção de algumas espécies. Os meios de comunicação, nos últimos tempos, têm divulgado com destaque a formação de buracos nesta camada, provocados por certo tipo de poluição do ar. Em virtude disso, maior quantidade de raios ultravioleta alcança a superfície terrestre constituindo-se em uma possível causa de maior incidência de câncer de pele nos seres humanos.

Observe, ainda, na figura I, as posições das nuvens (cúmulos e cirros) e, em relação à temperatura, seu abaixamento na troposfera, sua estabilidade na estratosfera e posterior elevação próximo à camada de ozônio.

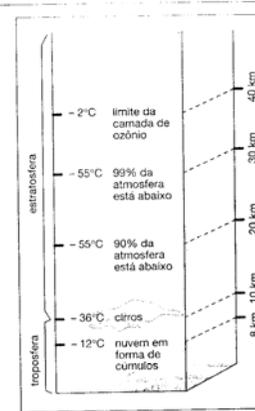


Fig. 1: Alguns dados interessantes sobre a troposfera e a estratosfera terrestre

O QUE É A PRESSÃO ATMOSFÉRICA.

O ar, como qualquer substância próxima à Terra, é atraído por ela, isto é, o ar tem peso. Em virtude disto, a camada atmosférica que envolve a Terra, atingindo uma altura de dezenas de quilômetros, exerce uma pressão sobre os corpos nela mergulhados. Esta pressão é denominada *pressão atmosférica*.

Em todos os planetas que possuem atmosfera, existirá uma pressão atmosférica com um certo valor. Na Lua, não havendo atmosfera, não haverá, conseqüentemente, pressão atmosférica.

Até a época de Galileu (século XVII), a existência da pressão atmosférica era desconhecida pela maioria das pessoas e, até mesmo, contestada por muitos estudiosos da Física. O físico italiano, Torricelli, contemporâneo e amigo de Galileu, realizou uma famosa experiência que, além de demonstrar que a pressão atmosférica existe realmente, permitiu a determinação de seu valor.



O ar contido em uma grande sala pesa mais que um automóvel.

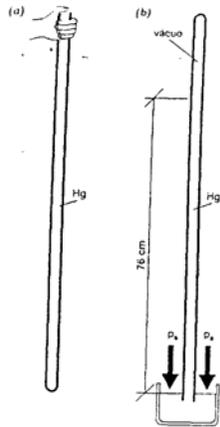


Fig.7-4: O valor da pressão atmosférica, ao nível do mar, é de 76 cmHg.

Variação da pressão atmosférica com a altitude	
altitude (m)	p_a (cmHg)
0	76
500	72
1 000	67
2 000	60
3 000	53
4 000	47
5 000	41
6 000	36
7 000	31
8 000	27
9 000	24
10 000	21

Tabela 7-3.

A pressão atmosférica é tanto menor quanto maior for a altitude do local.

Nível do mar (cerca de 76 cmHg)

A EXPERIÊNCIA DE TORRICELLI

Para realizar sua experiência, Torricelli tomou um tubo de vidro, com cerca de 1 m de comprimento, fechado em uma de suas extremidades, enchendo-o completamente com mercúrio (fig. 7-4-a). Tampando a extremidade livre e invertendo o tubo, mergulhou esta extremidade em um recipiente contendo também mercúrio. Ao destampar o tubo, Torricelli verificou que a coluna líquida descia, até estacionar a uma altura de cerca de 76 cm acima do nível do mercúrio no recipiente (fig. 7-4-b). Concluiu, então, que a pressão atmosférica, p_a , atuando na superfície do líquido no recipiente, conseguia equilibrar a coluna de mercúrio. Observe que, acima do mercúrio, no tubo, temos vácuo, pois, se fosse feito um orifício no tubo nesta região de modo a permitir a entrada de ar, a coluna desceria até se nivelar com o mercúrio do recipiente.

Como a altura da coluna líquida no tubo era de 76 cm, Torricelli chegou à conclusão de que o valor da pressão atmosférica, p_a , equivale à pressão exercida por uma coluna de mercúrio de 76 cm de altura, isto é,

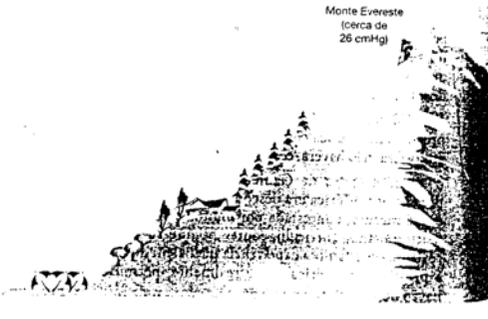
$$p_a = 76 \text{ cmHg}$$

Por este motivo, a pressão de 76 cmHg é denominada 1 atmosfera e definida como uma unidade de pressão, conforme vimos na seção anterior.

COMENTÁRIOS

1) O valor $p_a = 76 \text{ cmHg}$ é obtido quando a experiência é realizada ao nível do mar. Depois de Torricelli, o cientista e filósofo francês, Pascal, repetiu a experiência no alto de uma montanha e verificou que o valor de p_a era menor do que ao nível do mar. Este era um resultado razoável, pois quanto maior for a altitude do local, mais rarefeito será o ar e menor será a espessura da atmosfera que está atuando na superfície do Hg. Se a experiência fosse realizada, por exemplo, no alto do monte Everest, a coluna de Hg, no tubo, desceria até cerca de 26 cm de altura, isto é, naquele local temos $p_a = 26 \text{ cmHg}$.

Monte Everest (cerca de 26 cmHg)



2) A experiência de Torricelli poderia ser realizada usando-se outros líquidos, em lugar do Hg (Pascal chegou a realizar a experiência com vinho!). Entretanto, o Hg é mais usado em virtude de sua grande densidade, o que acarreta uma coluna líquida de altura não muito grande. Se a experiência for realizada com água, por exemplo, como a sua densidade é 13,6 vezes menor do que a do Hg, a altura da coluna de água será 13,6 vezes maior, isto é, será igual a 10,3 m (fig. 7-5).

3) O barômetro é o aparelho que nos permite medir a pressão atmosférica. Existem barômetros de vários tipos, sendo um dos mais usados o barômetro empregado por Torricelli. Os barômetros são utilizados para diversas finalidades, como, por exemplo, prever tempestades (o valor da pressão atmosférica é afetado pelas alterações, na atmosfera, que antecedem uma tempestade). O barômetro pode ser usado, também, como altímetro, isto é, para determinar a altura de um lugar através da medida da pressão atmosférica.

EXPERIÊNCIAS RELACIONADAS 7-1. A PRESSÃO ATMOSFÉRICA

Como já vimos, o valor da pressão atmosférica ao nível do mar é $p_a = 76 \text{ cmHg}$. Como nos mostra a tabela 7-1, este valor corresponde a uma pressão de, aproximadamente, 1 kgf/cm^2 , isto é, corresponde a uma força de 1 kgf atuando sobre cada 1 cm^2 da superfície. Para você perceber mais claramente os efeitos que esta pressão pode produzir, vamos analisar as seguintes experiências:

1) Com uma bomba de vácuo, podemos extrair grande parte do ar do interior de uma lata vazia. Se fizermos isto, a lata será esmagada pela pressão atmosférica. Antes de retirarmos o ar, isto não acontecia porque a pressão atmosférica estava atuando tanto no interior quanto no exterior da lata (fig. 7-6-a). Ao ser ligada a bomba de vácuo, a pressão interna torna-se bem menor do que a externa e a lata é esmagada (fig. 7-6-b).

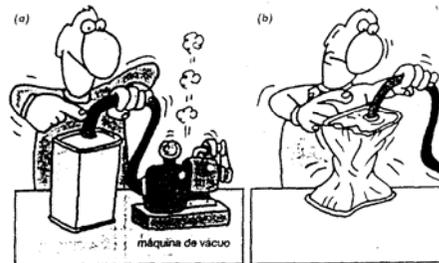


Fig.7-6: A pressão atmosférica é capaz de esmagar uma lata no interior da qual foi feito o vácuo.

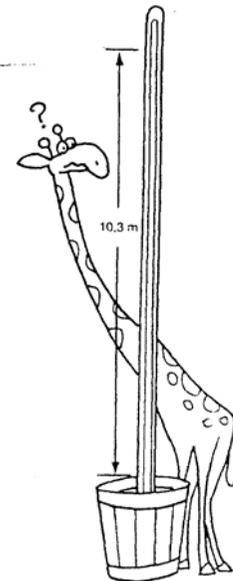


Fig.7-5: Se a experiência de Torricelli for realizada com água (ao nível do mar), a altura da coluna líquida será de 10,3 m.

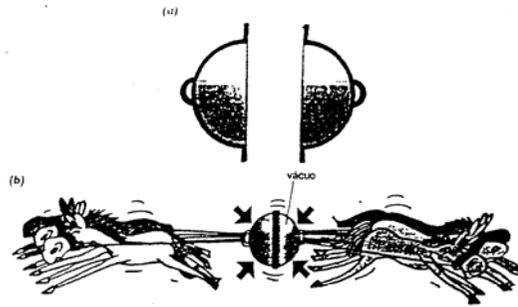
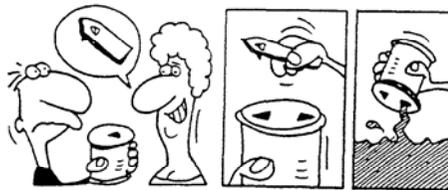


Fig. 7-7: A famosa experiência dos hemisférios de Magdeburgo.



Fig. 7-8: A pressão atmosférica atua na superfície do líquido, fazendo-o subir no canudinho.

FIZ UM BURACO NESTA LATA, MAS NÃO CONSIGO TIRAR O LÍQUIDO...



Com apenas um furo na lata, a pressão atmosférica impede a saída do líquido. Com dois orifícios, o ar pode entrar na lata por um deles. Assim, a pressão do ar é a mesma no interior da lata e o líquido escorrega facilmente.

É graças à pressão atmosférica que respiramos: abaixando o diafragma, ampliamos o volume de nossa caixa torácica; a pressão do ar nos pulmões é, então, reduzida, e a pressão atmosférica empurra o ar externo para o interior deles.

2) A primeira bomba de vácuo foi construída por von Guericke, em Magdeburgo, na Alemanha, permitindo que ele realizasse a famosa experiência dos hemisférios de Magdeburgo. Tomando dois hemisférios, bem adaptados um ao outro, formando, assim, uma esfera oca de cerca de 50 cm de diâmetro (fig. 7-7-a), von Guericke extraiu o ar do interior dessa esfera. Como a pressão interna foi muito reduzida, a pressão externa (pressão atmosférica) forçou um hemisfério tão fortemente contra o outro que foram necessários 16 fortes cavalos para separá-los (fig. 7-7-b).

3) É, também, graças à força exercida pela pressão atmosférica que você consegue tomar refresco com um canudinho. Quando você chupa na extremidade do canudo, você não está, na realidade, chupando o refresco, mas provocando uma redução na pressão do ar no interior do canudo. A pressão atmosférica, atuando na superfície do líquido, faz com que ele suba no canudinho (fig. 7-8). Algumas bombas, para elevação de água, têm seu funcionamento baseado neste mesmo princípio.

Exemplo

O aparelho que serve para medir a pressão de um gás é denominado **manômetro**. Um tipo de manômetro muito usado consiste em um tubo em forma de U, contendo Hg, como mostra a fig. 7-9. Desejando-se medir a pressão de um gás em um reservatório, adapta-se a extremidade do ramo menor do tubo ao reservatório e observa-se o desnível do Hg nos dois ramos do manômetro.

Na fig. 7-9, qual é a pressão, p_c , do gás no reservatório, sabendo-se que a pressão atmosférica local vale $p_a = 68 \text{ cmHg}$?

A pressão do gás, p_g , atuando no ramo esquerdo do tubo, consegue equilibrar o desnível da coluna de Hg nos dois ramos e a pressão atmosférica que atua na extremidade aberta do ramo direito. Portanto, temos

$$p_c = p_a + \text{desnível de Hg}$$

Logo

$$p_c = 68 \text{ cmHg} + (210 - 30) \text{ cmHg}$$

$$\text{donde } p_c = 248 \text{ cmHg}$$

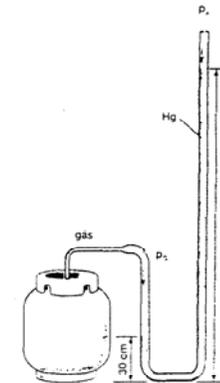


Fig. 7-9: O dispositivo mostrado na figura (manômetro) nos permite medir a pressão do gás no reservatório.

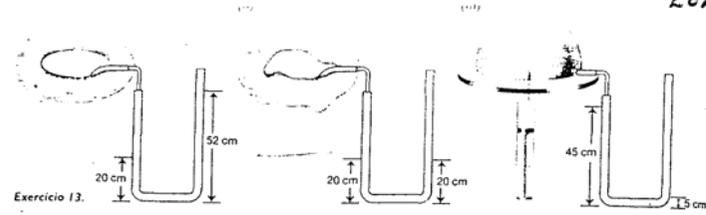
Exercícios de fixação

Antes de passar ao estudo da próxima seção,

responda às questões seguintes.

sempre que julgar

8. a) Sabe-se que a pressão atmosférica em Marte é cerca de 10 vezes menor do que o valor da pressão atmosférica na Terra. Qual seria a altura da coluna de Hg na experiência de Torricelli, se ela fosse realizada naquele planeta?
 - b) E qual seria a altura da coluna de Hg se a experiência fosse realizada na Lua? Explique.
9. Verifica-se, experimentalmente, que quando se sobe 100 m na atmosfera terrestre há uma diminuição de cerca de 1 cmHg no valor da pressão atmosférica. Tendo em vista esta informação, responda às questões seguintes:
 - a) Qual deve ser o valor da pressão atmosférica no alto do Pão de Açúcar? (altitude de 400 m)
 - b) Um estudante mediu o valor da pressão atmosférica em sua cidade e encontrou $p_a = 64 \text{ cmHg}$. Qual é a altitude aproximada da cidade?
10. a) A densidade do Hg é quantas vezes maior do que a da gasolina? (Consulte a tabela 7-2.)
 - b) Então, qual seria a altura da coluna líquida, na experiência de Torricelli, se ela fosse realizada com gasolina, ao nível do mar?
11. Uma pessoa, realizando a experiência de Torricelli, em sua cidade, usando água em vez de Hg, verificou que a altura da coluna líquida era de 8,0 m. Considerando que a pressão de uma coluna d'água de 10 m de altura corresponde, praticamente, a 1 atm, expresse o valor da pressão atmosférica nesta cidade:
 - a) Em atm.
 - b) em cmHg.
12. a) Um habitante da Lua consegue tomar um refrigerante, usando um canudinho, com a mesma facilidade aqui na Terra? Explique.
 - b) Por que uma lata de conserva fechada amassa-se com facilidade? (Lembre-se de que, para conservar um alimento, seu contato com o ar deve ser evitado.)



- Exercício 13.
13. Um manômetro, semelhante àquele estudado no exemplo desta secção, foi usado para medir a pressão do ar no interior dos dispositivos mostrados na figura deste exercício. Sabendo-se que a pressão atmosférica no local onde foram feitas as medidas era de 70 cmHg, qual é o valor da pressão do ar:
- No pneu da figura I?
 - No pneu (furado) da figura II?
 - Na câmara de rarefação da figura III?
14. O ponto mais fundo de uma piscina cheia d'água está situado a 10 m de profundidade. Sabendo-se que esta piscina está localizada no nível do mar, diga qual é, em atm, o valor da pressão:
- Na superfície da água da piscina.
 - No ponto mais fundo da piscina (lembr-se de que uma coluna d'água de 10 m de altura exerce uma pressão de, praticamente, 1 atm).

7.3. Variação da pressão com a profundidade

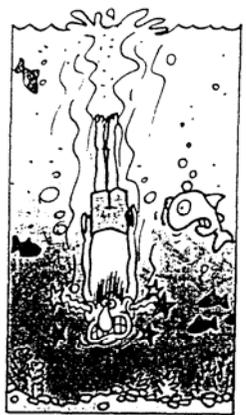


Fig.7-10: A dor de ouvido que uma pessoa sente quando mergulha é devida ao fato de a pressão aumentar com a profundidade.

A PRESSÃO AUMENTA COM A PROFUNDIDADE

Já sabemos que a pressão atmosférica diminui à medida que nos elevamos na atmosfera. Naturalmente, isto deveria acontecer, pois o peso da camada de ar, que exerce a pressão atmosférica em um dado local, é tanto menor quanto maior for a altitude do local.

Quando mergulhamos em uma piscina, observamos uma situação semelhante. À medida que nos aprofundamos na água, a pressão aumenta, pois o peso da camada líquida, que exerce a pressão em um ponto, é tanto maior quanto maior for a profundidade deste ponto (fig. 7-10). Este fato ocorre em todos os fluidos, de um modo geral. A seguir, vamos estabelecer uma relação matemática que nos permitirá calcular a pressão no interior de um fluido, em uma dada profundidade.

Na fig. 7-11 estão mostrados os pontos 1 e 2, no interior de um fluido de densidade ρ . A diferença de nível entre estes pontos é h . Consideremos uma porção do líquido, de forma cilíndrica, imaginada como se estivesse isolada do restante do líquido (fig. 7-11). Esta porção está em equilíbrio sob a ação de seu próprio peso \bar{P} e das forças que o restante do líquido exerce sobre ela. Na direção vertical, estas forças são: a força \bar{F}_1 , atuando para baixo, na superfície superior do cilindro, devida ao peso da camada de líquido acima desta superfície, e a força \bar{F}_2 , atuando na superfície inferior do cilindro. Observe que, como o cilindro está em equilíbrio \bar{P} e \bar{F}_1 estão dirigidas para baixo, \bar{F}_2 deverá estar dirigida para cima (fig. 7-11). Podemos, então, escrever que

$$F_2 = F_1 + P \quad (\text{condição de equilíbrio})$$

Se p_1 a pressão na superfície superior (ponto 1), p_2 a pressão na superfície inferior (ponto 2) e A a área dessas superfícies, temos (lembr-se da definição de pressão):

$$F_1 = p_1 A \quad \text{e} \quad F_2 = p_2 A$$

Se m é a massa da porção cilíndrica e V o seu volume, podemos expressar o peso P desta porção da seguinte maneira:

$$P = mg \quad \text{mas} \quad m = \rho V = \rho Ahg \quad \text{donde} \quad P = \rho Ahg$$

Levando estas relações em $F_2 = F_1 + P$, vem

$$p_2 A = p_1 A + \rho Ahg \quad \text{ou} \quad p_2 = p_1 + \rho hg$$

Esta equação nos mostra que a pressão no ponto 2 é maior que no ponto 1 e que o aumento da pressão, ao passarmos de 1 para 2, é dado por ρhg . A relação $p_2 = p_1 + \rho hg$ é tão importante no estudo da estática dos fluidos que ela costuma ser denominada equação fundamental da Hidrostática.

Supondo que um dos pontos se encontre na superfície do líquido e que o outro ponto esteja a uma profundidade h (fig. 7-12), vemos que a pressão no primeiro ponto será a pressão atmosférica p_a e, então, a pressão p , no segundo ponto, pode ser obtida pela relação

$$p = p_a + \rho gb$$

Chegamos, pois, à seguinte conclusão:

se a superfície de um líquido, cuja densidade é ρ , está submetida a uma pressão p_a , a pressão p , no interior deste líquido, a uma profundidade h , é dada por

$$p = p_a + \rho gb$$

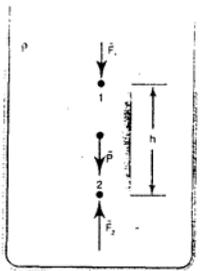


Fig.7-11: A porção cilíndrica mostrada está em equilíbrio sob a ação de seu próprio peso e das forças que o restante do líquido exerce sobre ela.

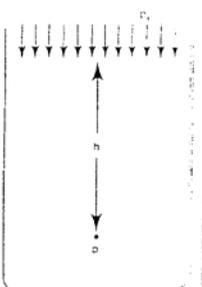


Fig.7-12: A pressão p , a uma profundidade h , é dada por $p = p_a + \rho gb$.

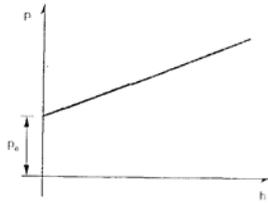


Fig.7-13: Este gráfico mostra como a pressão p no interior de um líquido varia com a profundidade h .

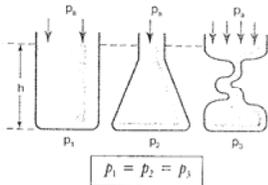


Fig.7-14: A pressão no fundo destes recipientes é a mesma, embora eles contêm quantidades diferentes de um mesmo líquido.

- 1) Pela equação $p = p_0 + \rho gh$, vemos que, se $h = 0$, temos $p = p_0$ (estamos na superfície do líquido) e, à medida que h aumenta (estamos mergulhando no líquido), a pressão aumenta linearmente com h . Então, o gráfico $p \times h$, para um dado líquido, terá o aspecto mostrado na fig. 7-13.
- 2) Pela mesma equação, observamos que a pressão, em um dado ponto no interior do líquido, é constituída de duas parcelas: a primeira, p_0 , representa a pressão exercida na superfície livre do líquido e a segunda, ρgh , representa a pressão produzida pelo peso do próprio líquido.
- 3) A pressão exercida propriamente pelo líquido é dada por ρgh . Assim, para um dado líquido, em um mesmo local, ela só depende de h . Portanto, na fig. 7-14, as pressões nos fundos dos três recipientes que contêm o mesmo líquido serão iguais, embora os vasos tenham formas diferentes e conttenham quantidades diferentes de líquido.

Exemplo

Uma piscina, de 10 m de profundidade, está totalmente cheia d'água.

a) Qual é a pressão, no fundo da piscina, devida apenas ao peso da água? Esta pressão é dada por ρgh . O valor de ρ , obtido na tabela 7-2, é $\rho = 1,0 \text{ g/cm}^3$. Como vamos efetuar os cálculos no sistema S.I., devemos expressar ρ em kg/m^3 , isto é,

$$\rho = 1,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

Teremos, então, tomando $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ e $h = 10 \text{ m}$:

$$\rho gh = 1,0 \times 10^3 \times 9,8 \times 10 \quad \text{ou} \quad \rho gh = 0,98 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

b) Sabendo-se que a pressão atmosférica local vale $p_0 = 76 \text{ cmHg}$, qual é a pressão total no fundo da piscina?

A pressão total é dada por $p = p_0 + \rho gh$. O valor $p_0 = 76 \text{ cmHg}$, no sistema S.I., é fornecido pela tabela 7-1:

$$p_0 = 1,01 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

Então

$$p = p_0 + \rho gh = 1,01 \times 10^5 + 0,98 \times 10^5 \quad \text{donde} \quad p = 1,99 \times 10^5 \text{ N/m}^2.$$

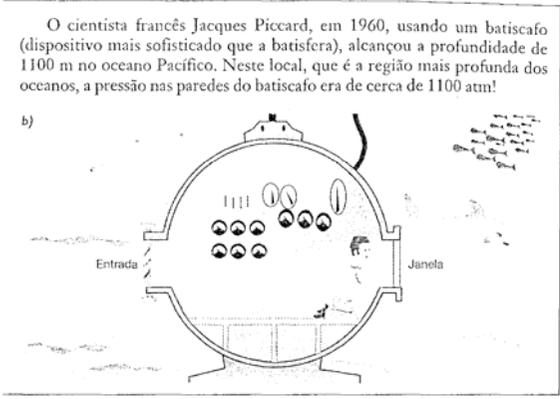
Observe que, neste exemplo, a pressão atmosférica colabora para a pressão no fundo da piscina com um valor maior do que a pressão exercida apenas pela água.

As enormes pressões no fundo do oceano

Na página seguinte é mostrada uma *batisfera* (foto e figura), que é um dispositivo esférico de aço usado para observações submarinas, sustentado por um cabo preso a um navio. Com a batisfera foi possível alcançar no mar profundidades de até 900 m, onde a pressão sobre suas paredes era de 90 kgf/cm^2 .



Fig.: a) A batisfera, vista externamente, preparada para descer ao fundo do mar. b) Vista interna desta mesma batisfera.

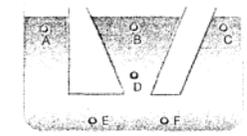


O cientista francês Jacques Piccard, em 1960, usando um batiscafo (dispositivo mais sofisticado que a batisfera), alcançou a profundidade de 1100 m no oceano Pacífico. Neste local, que é a região mais profunda dos oceanos, a pressão nas paredes do batiscafo era de cerca de 1100 atm!

Exercícios de fixação

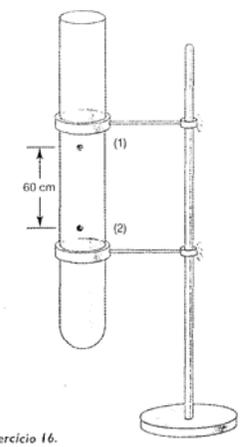
Antes de passar ao estudo da próxima secção, responda às questões seguintes, utilizando o texto sempre que julgar conveniente.

15. A figura deste exercício mostra um recipiente contendo um certo líquido. Escreva, em ordem crescente, as pressões nos pontos indicados na figura.



Exercício 15.

16. Em um tubo de vidro, contendo glicerina, considere os pontos (1) e (2) mostrados na figura deste exercício.



Exercício 16.

- a) Calcule, no Sistema Internacional de Unidades, o aumento da pressão ao se passar do ponto (1) para o ponto (2). Para isto, consulte a tabela 7-2 e considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.
- b) Sabendo-se que a pressão no ponto (1) é $p_1 = 1,06 \times 10^5 \text{ N/m}^2$, qual é o valor da pressão p_2 no ponto (2)?

17. No exercício anterior, suponha que o valor da pressão atmosférica local, indicada por um barômetro, seja $p_a = 1,01 \times 10^5 \text{ N/m}^2$. Com esta informação, calcule a profundidade do ponto (1).
18. Considere o gráfico $p \times h$ mostrado na fig. 7-13.
- Expresse a inclinação deste gráfico em função de ρ e de g .
 - Indique duas alterações que seriam observadas no gráfico se ele se referisse a uma experiência realizada na Lua.
19. Uma grande piscina e um pequeno tanque, um ao lado do outro, contêm água a uma mesma profundidade.
- A pressão no fundo da piscina é maior, menor ou igual à pressão no fundo do tanque?
 - A força total, exercida pela água, no fundo da piscina é maior, menor ou igual à força total no fundo do tanque?
20. Em uma residência, há uma caixa d'água de 1 m de largura, 2 m de comprimento e 1 m de altura. Para aumentar a pressão da água nas torneiras, um bombeiro sugeriu que se colocasse, no mesmo local, uma outra caixa de maior capacidade, com 2 m de largura, 3 m de comprimento e 1 m de altura. Você concorda com a proposta do bombeiro? Explique.
21. Para responder às questões seguintes, basta lembrar-se de que a pressão de 1 atm corresponde à pressão de uma coluna de Hg de 76 cm de altura.
- Um recipiente aberto, contendo Hg, encontra-se em um local onde a pressão atmosférica vale 76 cmHg. A que profundidade, neste recipiente, a pressão seria de 2 atm?
 - Responda à questão anterior, supondo que o recipiente estivesse no alto do monte Everest ($p_a = 30 \text{ cmHg}$).

7.4. Aplicações da equação fundamental

Como exemplos do emprego da equação $p = p_a + \rho g h$, apresentaremos, nesta seção, o estudo dos vasos comunicantes e o Princípio de Pascal.

Consideremos dois recipientes, que não precisam ser do mesmo tamanho nem possuir a mesma forma, cujas bases estão ligadas por meio de um tubo (fig. 7-15).

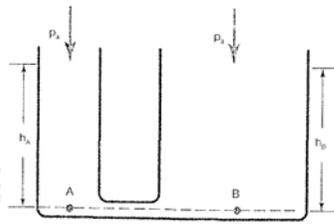


Fig. 7-15: Neste sistema de vasos comunicantes, a pressão no ponto A é igual à pressão no ponto B.

Sendo ρ a densidade do líquido, podemos escrever

$$\text{para o ponto A: } p_A = p_a + \rho g h_A$$

$$\text{para o ponto B: } p_B = p_a + \rho g h_B$$

Dizemos que os recipientes são vasos comunicantes. Coloquemos um líquido qualquer nestes vasos e espereamos que seja atingida a situação de equilíbrio. Os pontos A e B (fig. 7-15), situados em um mesmo nível horizontal, devem estar submetidos a pressões iguais, pois, do contrário, o líquido não estaria em equilíbrio.

Como $p_A = p_B$, concluímos que $h_A = h_B$, isto é, em vasos comunicantes, um dado líquido atinge alturas iguais em ambos os recipientes. Esta conclusão é válida mesmo que tenhamos vários recipientes que se comunicam, independentemente de suas formas ou tamanhos, conforme você pode verificar experimentalmente (fig. 7-16).

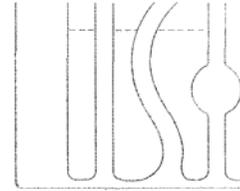


Fig. 7-16: O líquido atinge a mesma altura nos diversos recipientes que se comunicam.

APLICAÇÕES DOS VASOS COMUNICANTES

O fato de um líquido tender a se nivelar em vasos comunicantes tem algumas aplicações interessantes. Os pedreiros, para nivelar dois pontos, em uma obra, costumam usar uma mangueira transparente, cheia de água. Ajustando o nível da água em um dos ramos da mangueira a um ponto de uma parede, eles podem, com o outro ramo, determinar pontos, de outras paredes, que estarão neste mesmo nível (fig. 7-17).

É também em virtude desta propriedade dos vasos comunicantes que a caixa-d'água de sua casa recebe água do reservatório da cidade, sem necessidade de uma bomba elevatória. Naturalmente, a caixa de sua casa não pode estar situada em um nível mais alto do que o reservatório da cidade (fig. 7-18).

Quando se fura um poço artesiano e a água jorra, também sem necessidade de bombas, isto se explica pela mesma propriedade. Neste caso, o lençol subterrâneo, de onde provém a água, apresenta uma configuração semelhante à da fig. 7-19, em que uma parte do lençol está situada em um nível superior ao do local onde o poço foi furado.

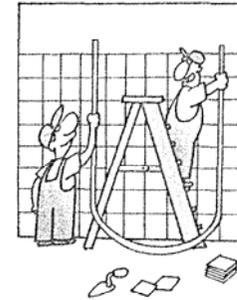


Fig. 7-17: Os pedreiros usam uma mangueira com água para nivelar as azulejos nas paredes.

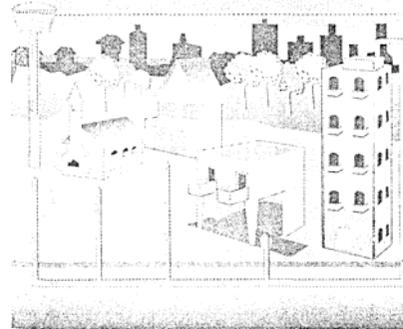


Fig. 7-18: Como o reservatório de água de uma cidade está sempre a uma altura superior ao nível da caixa-d'água de uma residência, esta pode ser abastecida sem necessidade de bomba elevatória.

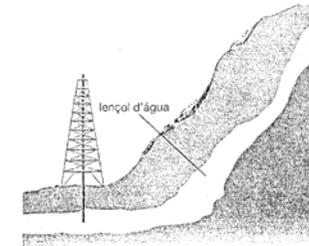
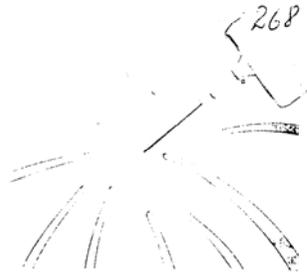


Fig. 7-19: Em um lençol de água como o da figura, a água jorra do poço artesiano sem que haja necessidade do emprego de bombas.

Injetando água com uma seringa em uma bola de pingue-pongue, na qual foram feitos vários orifícios, veremos que a água jorra, com a mesma pressão, por todos esses orifícios. A pressão exercida na água pelo êmbolo da seringa se transmite em todas as direções, em concordância com o princípio de Pascal.



PRINCÍPIO DE PASCAL

Consideremos um líquido, em equilíbrio, no interior de um recipiente, como está mostrado na fig. 7-20.

Nos pontos (1) e (2), as pressões valem p_1 e p_2 , respectivamente. Se, por um processo qualquer, aumentarmos de Δp_1 a pressão em (1) (por exemplo, exercendo uma força no pistom colocado sobre o líquido), a pressão em (2) sofrerá um aumento Δp_2 . Pela relação $p_2 = p_1 + \rho gh$, podemos verificar facilmente que

$$\Delta p_2 = \Delta p_1$$

isto é, o aumento da pressão em um ponto (2) é igual ao aumento da pressão provocado no ponto (1). Este fato foi descoberto, experimentalmente, em 1653, pelo cientista francês Pascal, que assim o enunciou: "o acréscimo de pressão, em um ponto de um líquido em equilíbrio, transmite-se integralmente a todos os pontos deste líquido". Em virtude disto, esta propriedade dos líquidos é denominada *princípio de Pascal*. Observe que, embora na época de Pascal esta propriedade fosse apenas um fato experimental, atualmente verificamos que ela pode ser deduzida imediatamente da equação fundamental da Hidrostática e, por sua vez, é uma consequência das leis de equilíbrio da Mecânica.



Fig.7-20: O aumento de pressão no ponto (1) é transmitido integralmente ao ponto (2).

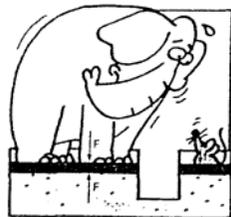


Fig.7-21: Com este dispositivo é possível equilibrar uma grande força, por meio de uma força muito menor.

UMA APLICAÇÃO DO PRINCÍPIO DE PASCAL

Uma importante aplicação deste princípio é encontrada em máquinas hidráulicas que são capazes de multiplicar forças. Para analisar como isto acontece, consideremos a máquina mostrada na fig. 7-21.

Ela consiste em dois recipientes cilíndricos comunicantes, contendo um líquido (óleo, por exemplo), sendo a área da seção reta de um dos recipientes maior do que a do outro. Se exercermos uma força f no pistom do cilindro menor (fig. 7-21), estaremos provocando um aumento na pressão do líquido sob o pistom. Sendo a o valor da área deste pistom, este aumento na pressão será dado por $\Delta p_1 = f/a$. Como consequência, este aumento de pressão se transmitirá a todos os pontos do líquido, ocasionando o aparecimento de uma força F sob o

pistom de maior área. Sendo A a área deste pistom, o aumento de pressão sobre ele será $\Delta p_2 = F/A$. Como $\Delta p_1 = \Delta p_2$, vem:

$$\frac{F}{A} = \frac{f}{a} \quad \text{donde} \quad F = \left(\frac{A}{a}\right) f$$

Portanto, se a área A for muito maior do que a , a força F será muito maior do que f . Por exemplo, se $a = 1,0 \text{ cm}^2$, $A = 100 \text{ cm}^2$ e $f = 10 \text{ kgf}$, obtemos $F = 1000 \text{ kgf}$, isto é, uma força de apenas 10 kgf conseguirá sustentar um corpo de 1 tonelada. Assim, esta máquina hidráulica funciona como um dispositivo multiplicador de forças.

Se esta máquina for construída de modo que ela possa prensar ou esmagar um objeto, como mostra a fig. 7-22, ela é denominada *prensa hidráulica*.

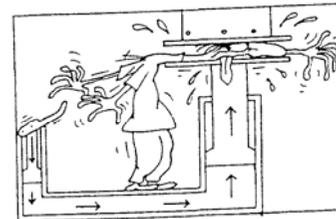


Fig. 7-22: O funcionamento da prensa hidráulica se baseia no princípio de Pascal.

O princípio desta máquina é também empregado nos elevadores de automóvel (nos postos de gasolina), nas cadeiras de dentistas e barbeiros e nos freios hidráulicos. Este último está representado, esquematicamente, na fig. 7-23. Nele, o valor da força que aplicamos no pedal do freio é aumentado várias vezes ao comprimir as lâminas de freio contra o tambor da roda.

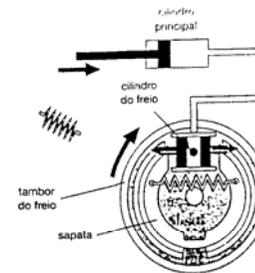


Fig. 7-23: Esquema de um freio hidráulico.

MERGULHO Quais são os efeitos da pressão sobre um mergulhador? O que é doença descompressiva?

Margarete Sueli Bertti, Goiânia, GO

SEMPRE QUE um mergulhador submerge ele está sujeito ao aumento da pressão ambiente, gerado pelo peso da água sobre seu corpo. O que não é pouco. A cada 10 metros de profundidade no mar, o aumento da pressão na água equivale ao peso de toda a atmosfera sobre a superfície da Terra, cerca de 1 kg/cm². Assim, a 10 metros, a pressão é igual a 2 atmosferas e assim sucessivamente.



Essa mudança radical na pressão do ambiente tem alguns efeitos sobre o organismo. Os mais óbvios são exercidos nas cavidades aéreas do corpo, como os pulmões, ouvidos e seios da face. Estes espaços, ligados entre si, se comprimem conforme a pressão sobre eles aumenta.

Mas não sofrem maiores danos, desde que o ar flua perfeitamente entre eles, equilibrando a pressão. O ouvido, porém, é o órgão mais vulnerável, já que sua ligação com a região da faringe se dá por um canal bastante estreito, a chamada trompa de Eustáquio,

que dificulta a passagem do ar. Para superar o desconforto, os mergulhadores, tanto os que praticam o mergulho livre, com snorkel, quanto o autônomo, usam equipamento de respiração, com uma manobra simples:

fechar o nariz com os dedos e forçar o ar a sair por ele. Mas há dificuldades que só surgem no mergulho autônomo. Uma delas é que o ar comprimido dos tanques deve chegar aos pulmões do mergulhador em uma pressão igual à do ambiente. Isso significa que a quantidade de ar inalado deve ser progressivamente maior conforme a profundidade aumenta. A 10 metros, por exemplo, são necessários 10 litros de ar para encher os pulmões, o dobro do que na superfície. Se ele subir prendendo a respiração, pode sofrer o rompimento dos pulmões, provocado pela expansão do ar comprimido no interior do órgão. Para evitar acidentes graves, deve-se respirar sempre normalmente.

A chamada doença descompressiva está diretamente ligada à ação do gás nitrogênio. Este gás responde por cerca de 80% da composição do ar respirável, mas não é aproveitado pelo organismo. Sob pressão, o gás se dissolve pelo sangue e outros tecidos do corpo. E, durante a subida para a superfície, se o mergulhador não observar os limites do tempo no fundo do mar, velocidade de ascensão e eventuais paradas estipuladas pelas tabelas de mergulho, o nitrogênio dissolvido formam bolhas, que podem causar paralisia e até morte.

Fonte: Luciano Candisani, mergulhador, biólogo e fotógrafo submarino

ANEXO X

AD - 10 - ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS (ADRP)

Objetivo: Interpretar observações de situações do cotidiano argumentando consistentemente sobre os conteúdos conceituais da física.

Orientações para o professor(a):

- **Situação – Problema:** Ocorreu o naufrágio de um navio e não se sabe as causas do acidente. Para investigar o acontecido contrata-se um perito que mergulha para procurar desvendar as causas do acidente. Qual a pressão exercida sobre ele?

- Nessas duas aulas o professor realizará uma Atividade Didática de Resolução de Problema que seguirá uma dinâmica própria numa perspectiva investigativa.

Dinâmica:

- Esta atividade deverá ser realizada em duplas e, no final da aula, os alunos entregarão ao professor a resolução desse problema. Ele será desenvolvido seguindo seis etapas previstas. Por isso, algumas orientações devem ser seguidas pelo professor para a realização da mesma.
 1. Análise qualitativa do problema;
 2. Emissão de hipóteses;
 3. Elaboração de estratégia(s) de resolução;
 4. Aplicação da(s) estratégia(s) de resolução;
 5. Análise do(s) resultado(s);
 6. Elaboração de síntese explicativa do processo de resolução praticado e sinalização de novas situações-problema.

- As informações contidas na resolução serão corrigidas pelo professor e servirão como uma das formas de avaliação.
- Para este tipo de atividade didática o professor deve abster-se de fornecer explicações detalhadas de uma só vez.

Expectativa de resposta para o problema:

1. Análise qualitativa do problema:

O aluno desenhará um navio no fundo do mar e identificará a superfície do mar ou de um rio. Identificará nesta figura, a profundidade que se encontra o navio.

2. Lançamento de Hipóteses:

$$h = 400 \text{ m} \quad g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$p_{\text{atm}} = 1 \text{ atm} = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa (nível do mar)}$$

$$\mu = 1 \cdot 10^3 \text{ Kg/m}^3$$

3. Elaboração de uma estratégia de resolução:

$$p_{\text{total}} = p_{\text{atm}} + \mu \cdot g \cdot h$$

4. Aplicação da estratégia de resolução:

$$p_{\text{total}} = 1 \cdot 10^5 + 1 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 400$$

$$p_{\text{total}} = 1 \cdot 10^5 + 4000 \cdot 10^3 ; p_{\text{total}} = 100000 + 4000000 ;$$

$$p_{\text{total}} = 4100 \text{ 000 Pa.}$$

5. Análise do Resultado:

- A pressão exercida sobre o navio a uma profundidade de 400 metros é equivalente a 41 atmosferas de pressão.
- O mergulhador deverá ter equipamentos que suportem uma pressão maior que 41 atmosferas.

6. Aprendizagens Esperadas:

AC 20 - Identificar a Equação Fundamental da Hidrostática;

AP 17 - Identificar e calcular a pressão num ponto qualquer de um fluido como sendo devida ao peso da coluna de fluido acima deste ponto;

AP 21 - Compreender e aplicar a Equação Fundamental da Hidrostática em situações cotidianas;

AA 03 - Respeitar as opiniões e concepções das outras pessoas;

AA 04 - Cooperar na elaboração dos trabalhos em equipe.

Com esta ADRP, pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam as habilidades 01, 03, 04 e competência III – ENEM.

ANEXO XI

AD - 11 - ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM EXPERIMENTO (ADE)

Atividade experimental de montagem de um bebedouro para aves.

I - Orientações para o(a) Professor(a)

- O material necessário para a realização da atividade deve ser solicitado aos alunos com antecedência mínima de uma semana.
- Para a realização dessa Atividade Didática, incluindo a montagem e discussão do aparato, os alunos devem formar grupos de quatro elementos.
- O professor deve questionar os alunos acerca dos fatores que impedem que a água derrame completamente do aparato construído.
- Os alunos serão solicitados a citarem outros exemplos semelhantes a este objeto existentes na escola, que usem o mesmo princípio de funcionamento.
- Ao final da atividade, o professor solicitará um relatório da atividade experimental realizada que deverá conter as idéias principais da discussão realizada em aula.

II - Aprendizagens Esperadas:

AC13 - Conceituar Pressão Atmosférica;

AC16 - Conceituar Tensão Superficial;

AC17 - Identificar 'Fenômenos de Adesão e Coesão';

AP01 - Explicitar suas idéias quando for solicitada sua opinião em questionamentos;

AP02 - Interpretar observações de situações do cotidiano;

AP05 - Relacionar pressão a situações cotidianas como: sugar líquidos por canudos, efeitos do acionamento de motobombas nas diversas situações de irrigação de uma lavoura, funcionamento do

bebedouro de aves, mergulho, pressão sentida nos ouvidos durante a mudança de altitude, rarefação do ar em grandes altitudes;

AP06 - Compreender a ação da pressão atmosférica sobre os corpos em diversos lugares;

AP18 - Compreender o funcionamento de dispositivos hidráulicos simples;

AA03 - Respeitar as opiniões e concepções das outras pessoas;

Com esta ADRP, pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam as habilidades 01, 03, 04 e competência III – ENEM.

BEBEDOURO PARA AVES

Roteiro para atividade experimental:

Nessa montagem você irá construir um bebedouro automático para aves ou cães, baseado na teoria vista em aulas anteriores.

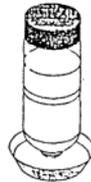
Material necessário:

1. uma garrafa vazia de refrigerante;
2. um prato fundo
3. um copinho plástico descartável
4. água

Inicialmente você deve encher a garrafa com água. Coloque água também no prato fundo.



Com o gargalo da garrafa vedado por seu dedo, emborque-a no prato, de modo que o gargalo fique um pouco abaixo do nível da água no prato. Mantenha a garrafa na posição, tire o dedo e observe.



Para simular o bebedouro, retire a água do prato com o copinho.

Por que a água não escoou totalmente da garrafa quando você retirou o dedo?

Se o nível de água no prato abaixar e o gargalo ficar fora da água, o que acontecerá? Por que isso acontece?

ANEXO XII

AD - 12 - ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM EXPERIMENTO (ADE)

I) Orientação para o (a) professor (a):

O professor iniciará a aula colocando no quadro duas perguntas:

1 - Como funciona o macaco hidráulico existente no setor de Mecanização Agrícola da Escola e nas borracharias?

2 - A formação de bolhas de ar nas tubulações de óleo do freio de um trator é perigosa. Por que? Discutir esta afirmação.

- Num segundo momento dessas duas aulas, o professor fará uma exposição sobre o Princípio de Pascal.
- Texto de referência: KAZUHITO, Yamamoto; FUKE, Luiz Felipe; SHIGEKIYO, Carlos Todasai: (1998). **Os Alicerces da Física**. SP/BRA. Saraiva.

Dinâmica

Após terem sido feitos os comentários das duas questões propostas, o professor sistematizará as respostas dos alunos no quadro e iniciará a exposição sobre o Princípio de Pascal. (página 384 a 391).

Serão destacados na exposição do professor os seguintes itens: Princípio de Pascal, Prensa Hidráulica, Macaco Hidráulico e Experiência de Magdeburgo.

No momento seguinte, após a exposição, será realizada pelos alunos uma atividade experimental de montagem de um conjunto de vasos comunicantes. O roteiro desta Atividade Experimental encontra-se em anexo.

O material necessário para a realização da atividade deve ser solicitado aos alunos com antecedência mínima de uma semana.

Os alunos deverão formar grupos de quatro elementos para a montagem e discussão da atividade proposta.

Ao final da atividade, o professor solicitará um relatório da Atividade Experimental realizada que será entregue na aula seguinte, juntamente com os exercícios constantes do texto de referência, páginas 386 a 391.

II - Aprendizagens Esperadas

AC 21 - Enunciar o 'Teorema de Pascal';

AC 22 - Identificar 'Conjuntos de Vasos Comunicantes'.

AP 01 - Explicitar suas idéias quando for solicitada sua opinião em questionamentos;

AP 02 - Interpretar observações de situações do cotidiano envolvendo fenômenos;

AP 17 - Identificar e calcular a pressão num ponto qualquer de um fluido como sendo devida ao peso da coluna de fluido acima deste ponto;

AP 18 - Compreender o funcionamento de dispositivos hidráulicos simples;

AP 19 - Reconhecer vasos comunicantes e descrever suas características físicas;

AP20 - Reconhecer e aplicar o Princípio de Pascal no funcionamento de macacos e máquinas hidráulicas;

AP 23 - Ler enunciados com atenção e registrar os dados fornecidos;

AA 03 - Respeitar as opiniões e concepções das outras pessoas.

Com esta ADRP, pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam as habilidades 01, 04, 19 e competências II e III – ENEM.

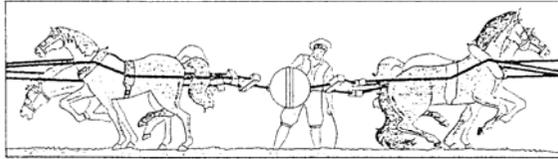
A FÍSICA

2,4
HORAS

Experiência de Magdeburgo

Essa experiência foi realizada na cidade de Magdeburgo (Alemanha), pelo prefeito local, que era aficionado pela Física.

Inicialmente, o prefeito juntou duas campânulas de metal e, com uma bomba, retirou o ar de dentro delas; em seguida, amarrou cavalos em cada extremidade e chicoteou-os, tentando separar as duas campânulas. É claro que você não precisará de cavalos nem de campânulas de metal; para reproduzir essa experiência, bastam dois desentupidores de pia: após comprimir um contra o outro, tente separá-los.



8. PRINCÍPIO DE PASCAL

A FÍSICA

2,4
HORAS

Vamos fazer uma experiência interessante: pegue um canudo, desses que você encontra em lanchonete, sele uma das extremidades com cola e coloque dentro dele (pela outra extremidade) um prego pequeno sem cabeça; com a extremidade aberta virada para cima, mergulhe o canudo num copo com água e veja até onde afunda; corte o canudo um pouco acima do nível da água e cole essa extremidade também.

Agora, você vai introduzir o canudo numa garrala plástica de refrigerante de 2 l cheia de água, tampá-la e pressioná-la. Verá que o canudo afunda. Interessante, não?

Você acha que o canudo afunda por quê?

PRINCÍPIO DE PASCAL:

"Quando um ponto de um líquido em equilíbrio sofre uma variação de pressão, todos os outros pontos também sofrem a mesma variação."

Uma aplicação importante desse princípio é a **prensa hidráulica**, que consiste em dois vasos comunicantes, com êmbolos de áreas diferentes (A_1 e A_2) sobre as superfícies livres do líquido contido nos vasos.

Aplicando-se uma força \vec{F}_1 sobre o êmbolo de área A_1 , a pressão exercida é propagada pelo líquido até o êmbolo de área A_2 .

Portanto, $p_1 = p_2$ ou

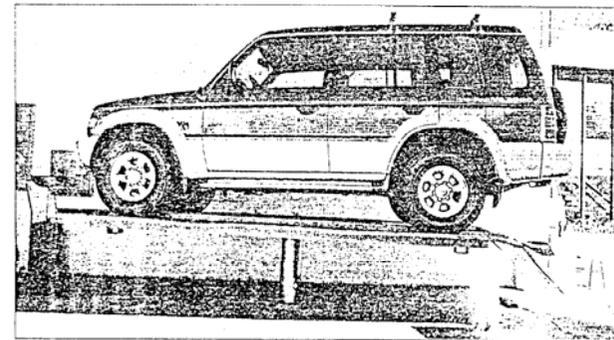


$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

A prensa hidráulica é um dispositivo que multiplica a intensidade de forças.

Apesar da verificação do aumento ou da diminuição na intensidade de forças, a prensa hidráulica não pode modificar a quantidade de energia envolvida, pois deve obedecer ao princípio da conservação de energia.

O princípio de Pascal é utilizado também em seringas de injeção, freios hidráulicos de carros, elevadores hidráulicos etc.



Elevador hidráulico

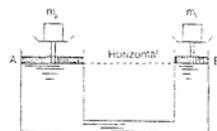
exercícios **repostos**

A figura mostra o esquema de um elevador hidráulico que equilibra um carro de 8 000 N de peso. Qual é a força que deve ser aplicada sobre o êmbolo menor de área 100 cm²?

Dado: área do êmbolo maior = 100 000 cm².



(Fuvest-SP) Considere o arranjo da figura a seguir, onde um líquido está confinado na região delimitada pelos êmbolos A e B, de áreas $a = 80 \text{ cm}^2$ e $b = 20 \text{ cm}^2$, respectivamente. O sistema está em equilíbrio. Despreze os pesos dos êmbolos e os atritos. Se $m_2 = 4,0 \text{ kg}$, qual o valor de m_1 ?



(ITA-SP) Na prensa hidráulica da figura, os diâmetros dos êmbolos são $d_1 = 50 \text{ cm}$ e $d_2 = 5,0 \text{ cm}$.



Qual é a relação entre as forças F_1 e F_2 ?

estes

(UFRS) 1 m³ de ar, a certa pressão e a certa temperatura, tem uma massa de 1,3 kg. Qual é a massa, em g, de um litro de ar, nessas condições?

- a) 1 300
- b) 130
- c) 13
- d) 1,3
- e) 0,13

(Fuvest-SP) Os chamados buracos negros, de elevada densidade, seriam regiões do Universo capazes de absorver matéria, que passaria a ter a densidade desses buracos. Se a Terra, com massa da ordem de 10²⁵ g, fosse absorvida por um buraco negro de densidade 10²⁴ g/cm³, ocuparia um volume comparável ao:

- a) de um nêutron.
- b) de uma gota d'água.
- c) de uma bola de futebol.
- d) da Lua.
- e) do Sol.

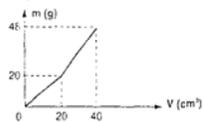
(Fafeod-MG) Considere que as densidades absolutas da prata e da platina sejam iguais a 10 g/cm³ e 20 g/cm³. Massas iguais desses metais são misturadas, forman-

do uma liga. Suponha que não houve contração de volume. A densidade absoluta da liga, em g/cm³, é aproximadamente igual a:

- a) 13.
- b) 14.
- c) 15.
- d) 17.
- e) um valor impossível de ser calculado com os dados fornecidos.

(Fuvest-SP) Duas substâncias, A e B, são colocadas num recipiente, uma após a outra. Durante o preenchimento, são medidos continuamente a massa e o volume contidos no recipiente. Com esses dados constrói-se o gráfico abaixo. As massas específicas (densidades) de A e B, em g/cm³, são, respectivamente:

- a) 1,0 e 1,2.
- b) 2,0 e 4,8.
- c) 1,0 e 1,4.
- d) 2,0 e 4,0.
- e) 2,0 e 3,0.



(PUC-MG) Uma faca está cega. Quando a afilamos, ela passa a cortar com maior facilidade, devido a um aumento de:

- a) área de contato.
- b) esforço.
- c) força.
- d) pressão.
- e) sensibilidade.

Um corpo homogêneo e cúbico de 2 m de aresta f apoiado sobre uma superfície horizontal. Qual a pressão, em N/m², exercida pelo corpo sobre a superfície?

- a) $7,8 \cdot 10^4$
- b) $7,8 \cdot 10^5$
- c) $1,56 \cdot 10^5$
- d) $3,9 \cdot 10^4$
- e) $3,9 \cdot 10^5$

(FMPA-MG) Uma pessoa encontrou num laboratório 3 recipientes iguais contendo o mesmo volume de líquidos. O recipiente X contém duas metades de líquidos não-miscíveis. Y contém o mesmo tipo de líquido que estava na metade superior de X. Z contém o mesmo tipo de líquido que estava na metade inferior de X. Essa pessoa poderá deduzir, então, que os três recipientes com os líquidos podem ser ordenados pelo valor crescente de seus pesos, por:



- a) XYZ.
- b) YZX.
- c) ZXY.
- d) XZY.
- e) YXZ.

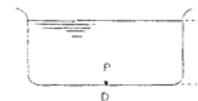
(FMPA-MG) Sobre os três líquidos citados na questão anterior (17), uma pessoa afirmou:

- I. A pressão no fundo do recipiente Y é maior do que no fundo de Z.
- II. Um corpo mergulhado no fundo de Z fica sujeito a uma pressão maior do que no fundo de Y.
- III. A densidade do líquido Y é menor do que a de Z.

Dessas afirmações, estão CORRETAS:

- a) somente III.
- b) I, II, III.
- c) somente I e II.
- d) somente I e III.
- e) somente II e III.

(FCC-SP) Na figura está representado um recipiente cilíndrico, cujo diâmetro da base é D, contendo um líquido de densidade d até uma altura h . Variando-se apenas a medida de uma dessas grandezas de cada vez, como podemos aumentar a pressão hidrostática em P?

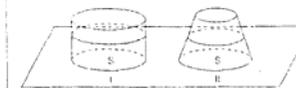


- a) Aumentando D.
- b) Diminuindo D.
- c) Aumentando h.
- d) Diminuindo h.
- e) Diminuindo d.

(Cesgranrio-RJ) Esta questão apresenta duas afirmações, podendo a segunda ser uma razão para a primeira. Marque:

- a) Se as duas afirmações forem verdadeiras e a segunda for uma justificativa da primeira.
- b) Se as duas afirmações forem verdadeiras e a segunda não for uma justificativa da primeira.
- c) Se a primeira afirmação for verdadeira e a segunda afirmação for falsa.
- d) Se a primeira afirmação for falsa e a segunda afirmação for verdadeira.
- e) Se a primeira e a segunda afirmações forem falsas.

Os dois recipientes mostrados na figura contêm água até a mesma altura. Embora os recipientes tenham formas diferentes, os fundos tem mesma área S.



1ª Afirmação

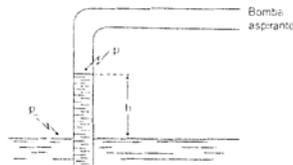
A pressão hidrostática no fundo do recipiente I é maior do que no fundo do recipiente II.

PORQUE

2ª Afirmação

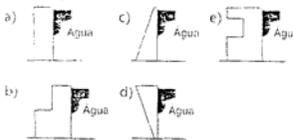
O peso da água no recipiente I é maior do que no recipiente II.

(Fatec-SP) Em São Paulo, a pressão atmosférica é aproximadamente $p_a = 700$ mm de Hg ou 9,0 metros de coluna d'água. O esquema abaixo representa um tubo vertical fixo, tendo a extremidade inferior imersa na água da represa Billings e a extremidade superior ligada a uma bomba aspirante. Dentro do tubo, acima da água, a bomba realiza certa pressão p , e a coluna d'água tem altura h . Então:



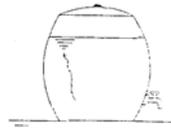
- a) a altura h não pode ultrapassar 9,0 metros.
- b) a pressão p não pode ser menor do que a pressão atmosférica.
- c) embora a água desprenda vapor, a pressão p pode ser nula.
- d) se a bomba aspirante for bem construída, ela pode aspirar água a qualquer altura.
- e) n.d.a.

(Unesp-SP) Ao projetar uma represa, um engenheiro precisou aprovar o perfil de uma barragem sugerido pelo projetista da construtora. Admitindo-se que ele se baseou na lei de Stevin, da Hidrostática, que afirma que a pressão de um líquido aumenta linearmente com a profundidade, assinale a opção que o engenheiro deve ter feito.



- a) cairia à metade.
- b) não se alteraria.
- c) quadruplicaria.
- d) duplicaria.
- e) cairia à quarta parte.

(FGV-SP) A figura representa uma talha contendo água. A pressão da água exercida sobre a torneira, fechada, depende:



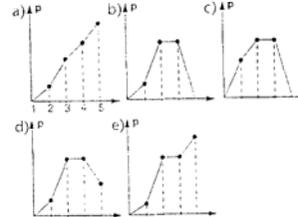
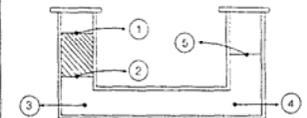
- a) do volume de água contida no recipiente.
- b) da massa de água contida no recipiente.
- c) do diâmetro do orifício em que está ligada a torneira.
- d) da altura da superfície em relação ao fundo do recipiente.
- e) da altura da superfície da água em relação à torneira.

(UFPA) Se um balão de borracha é imerso numa piscina, podemos afirmar que à medida que aumentamos a profundidade do balão, o seu volume:



- a) aumenta devido ao aumento da pressão hidrostática.
- b) diminui devido ao aumento da pressão hidrostática.
- c) aumenta devido à diminuição da pressão hidrostática.
- d) diminui devido à diminuição da pressão hidrostática.
- e) não aumenta nem diminui.

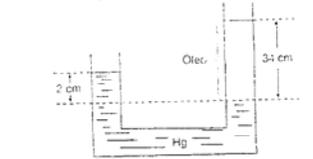
(Cesgranrio-RJ) O tubo em U, aberto, contém mercúrio e água. Qual dos gráficos melhor indica a variação da pressão entre os pontos 1, 2, 3, 4 e 5?



(Fatec-SP) Submerso em um lago, um mergulhador constata que a pressão absoluta no medidor que se encontra no seu pulso corresponde a $1,6 \cdot 10^5$ N/m². Um barômetro indica ser a pressão atmosférica local $1 \cdot 10^5$ N/m². Considere a massa específica da água sendo 10^3 kg/m³ e a aceleração da gravidade, 10 m/s².

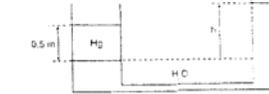
- a) 1,6 m.
- b) 6,0 m.
- c) 16 m.
- d) 5,0 m.
- e) 10 m.

(FESP-SP) Dois vasos comunicantes contêm, em equilíbrio, mercúrio ($d_{Hg} = 13,6$ g/cm³) e óleo. A superfície livre do mercúrio está 2 cm acima da superfície de separação entre os líquidos, e a do óleo, 34 cm acima da referida superfície. A densidade do óleo é, em g/cm³:



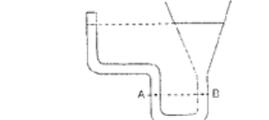
- a) 0,8.
- b) 0,9.
- c) 0,7.
- d) 0,3.
- e) 0,5.

(FEI-SP) O sistema a seguir encontra-se em equilíbrio. Sabendo-se que a densidade do mercúrio é $\rho = 13\ 600$ kg/m³ e a densidade da água é $\rho = 1\ 000$ kg/m³, qual é a altura h da coluna de água? Dado: pressão atmosférica local é 760 mmHg.



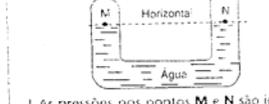
- a) $h = 0,5$ m
- b) $h = 10,3$ m
- c) $h = 6,8$ m
- d) $h = 17,4$ m
- e) $h = 27,2$ m

(Fatec-SP) No vaso representado abaixo, a pressão no ponto A do líquido é p . No ponto B a pressão será:



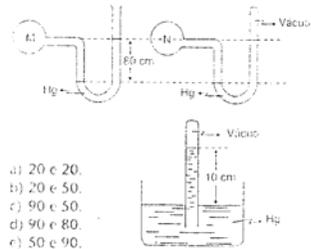
- a) maior que em A, pois o volume do líquido é maior.
- b) menor que em A, pois o volume do líquido é maior.
- c) igual a A, pois A e B estão à mesma profundidade.
- d) maior que em A, pois o peso do líquido acima de B é maior.
- e) menor que em A, pois a extensão do conduto acima de A é maior.

(FCMSC-SP) Considere as proposições I, II e III, sobre um tubo em U, transparente, com um dos ramos fechados e que contém água, em repouso, conforme o esquema.



- I. As pressões nos pontos M e N são iguais.
 - II. No ramo fechado, acima da água, há vácuo.
 - III. No ramo fechado, acima da água, a pressão é zero.
- Considerando-se as indicações do esquema:
- a) somente I é correta.
 - b) somente II é correta.
 - c) somente III é correta.
 - d) somente I e II são corretas.
 - e) I, II e III são corretas.

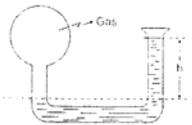
(FCMSC-SP) Os três aparelhos abaixo estão situados no interior da mesma sala. As pressões dos gases contidos em **M** e **N** são, respectivamente, iguais, em cm de Hg, a:



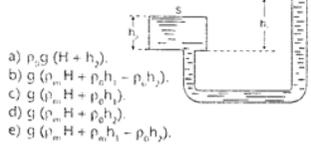
- a) 20 e 20.
- b) 20 e 50.
- c) 90 e 50.
- d) 90 e 80.
- e) 50 e 90.

(Unitau-SP) Para medir a pressão de um gás conecta-se seu recipiente com um tubo em U contendo mercúrio, obtendo-se a situação indicada na figura. Sendo p_0 a pressão atmosférica e d a massa específica do mercúrio, a pressão do gás será dada por:

- a) dgh .
- b) $p_0 + dgh$.
- c) p_0 .
- d) $p_0 + 2 dgh$.
- e) $p_0 - dgh$.

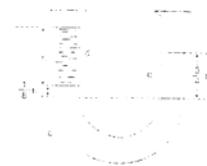


(ITA-SP) Um tanque fechado de altura h_1 e área de seção S comunica-se com um tubo aberto na outra extremidade, conforme a figura. O tanque está inteiramente cheio de óleo, cuja altura no tubo aberto, acima da base do tanque, é h_2 . São conhecidos, além de h_1 e h_2 , a pressão atmosférica local, a qual é equivalente a de uma altura H de mercúrio de massa específica ρ_m ; a massa específica ρ_o do óleo; a aceleração da gravidade g . Nessas condições, a pressão na face inferior da tampa **S** é:



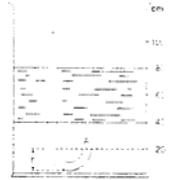
- a) $\rho_o g (H + h_2)$.
- b) $g (\rho_m H + \rho_o h_2 - \rho_o h_1)$.
- c) $g (\rho_m H + \rho_o h_2)$.
- d) $g (\rho_m H + \rho_o h_2)$.
- e) $g (\rho_m H + \rho_o h_1 - \rho_o h_2)$.

(Coscaea-SP) A figura mostra um tubo em U de extremidades abertas, contendo três líquidos não-miscíveis de densidades d_1 , d_2 e d_3 . Se a situação de equilíbrio for a da figura, as densidades estarão relacionadas pela expressão:



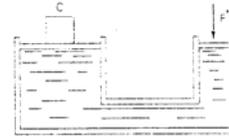
- a) $d_1 = 8 (0,75 d_2 - d_3)$.
- b) $d_1 = 8 (0,75 d_2 + d_3)$.
- c) $d_1 = \frac{1}{8} (d - 0,75 d_2)$.
- d) $d_1 = \frac{1}{8} (d - 0,75 d_3)$.
- e) n.d.a.

(Unicamp-SP) Dois líquidos não-miscíveis, de massas específicas 1,00 g/cm³ e 0,80 g/cm³, ocupam, em volumes iguais, um cilindro graduado em centímetros, conforme a figura. Nesse frasco e introduzindo um tubo **T**, curvo, cuja extremidade **A** está inicialmente fechada. A extremidade superior de **T** é aberta. A seção transversal de **T** é muito menor que a do cilindro, de modo que a superfície do líquido não se eleva significativamente com a introdução de **T**. Com **T** na posição indicada, é aberta a extremidade **A**. Pergunta-se: qual será a altura final do líquido no tubo **T**, a partir do fundo do cilindro?



- a) Não pode ser calculada pois não é dado h .
- b) 72 cm
- c) 40 cm
- d) 58 cm
- e) 70 cm

(PUC-RS) A figura esquematiza uma prensa hidráulica. Uma força F é exercida no pistão de área S , para se erguer uma carga **C** no pistão maior de área $5 S$. Em relação à força F , qual o valor da intensidade da força que vai ser aplicada no pistão de maior área?



- a) $\frac{F}{25}$
- b) $\frac{F}{5}$
- c) $4 F$
- d) $5 F$
- e) $25 F$

(UECE) Os diâmetros dos êmbolos de uma prensa hidráulica estão entre si como 2 : 1. Se o êmbolo de maior diâmetro se desloca a uma altura H , o deslocamento h do menor diâmetro será:

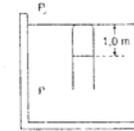
- a) $h = 4 H$.
- b) $h = 2 H$.
- c) $h = \frac{1}{4} H$.
- d) $h = \frac{1}{2} H$.
- e) n.d.a.

exercícios complementares

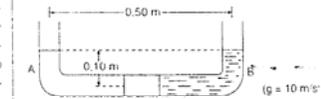
(Fuvest-SP) O organismo humano pode ser submetido sem consequências danosas a uma pressão de no máximo $4 \cdot 10^4$ N/m² e a uma taxa de variação de pressão de no máximo 10^3 N/m² por segundo. Nessas condições:

- a) qual a máxima profundidade recomendada a um mergulhador? Adote pressão atmosférica igual a 10^5 N/m².
- b) qual a máxima velocidade de movimentação na vertical recomendada para um mergulhador?

(ITA-SP) Um tubo cilíndrico de seção transversal constante de área S , fechado numa das extremidades e com uma coluna de ar no seu interior de 1,0 m, encontra-se em equilíbrio mergulhado em água cuja massa específica é $\rho = 1,0$ g/cm³ com o topo do tubo coincidindo com a superfície (veja figura). Sendo $P_0 = 1,0 \cdot 10^5$ Pa a pressão atmosférica e $g = 10$ m/s² a aceleração da gravidade, a que distância h deverá ser elevado o topo do tubo com relação à superfície da água para que os níveis de água dentro e fora do mesmo coincidam?



(Fuvest-SP) Um tubo em forma de U, de seção circular constante e igual a 10^{-4} m², contém dois líquidos diferentes, **A** e **B**, separados por um objeto leve, inicialmente preso por um pino, que impede a mistura dos dois líquidos, como mostra a figura. As densidades dos líquidos são: $d_A = 1 200$ kg/m³ e $d_B = 400$ kg/m³. Qual a intensidade da resultante das forças que os líquidos exercem sobre o objeto?



(Fuvest-SP) Na questão anterior, retirando-se o pino, o objeto poderá deslocar-se livremente e sem atrito, até estabelecer-se o equilíbrio. Determine as alturas dos líquidos quando o sistema atingir o equilíbrio.

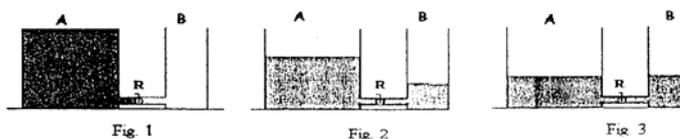
Roteiro para Atividade Experimental.

CONSTRUÇÃO DE UM CONJUNTO DE VASOS COMUNICANTES

Nessa montagem você irá construir um conjunto de vasos comunicantes baseado na teoria vista anteriormente sobre o Princípio de Pascal.

Material necessário: a) uma tesoura; b) uma garrafa PET 2litros, c) uma garrafa PET 600 ml, d) 20 cm de mangueira fina, e) massa de modelar, f) água.

- 1) Inicialmente você deve cortar com a tesoura a parte superior das duas garrafas.
- 2) Após, você deverá fazer um furo na base das garrafas conforme for o diâmetro da mangueira.
- 3) Ligue as garrafas com a mangueira e vede os furos com a massa de modelar.
- 4) Você tem agora um conjunto de vasos comunicantes como mostra a figura abaixo.



Encha um dos vasos com água, observe atentamente o que ocorre, relacione com os tanques e tubulações existentes na estufa da UEP de Agricultura I e discuta no grupo o que ocorre.

- Por que a ligação dos vasos deve ser feita na base dos mesmos?
- Quando dizemos que os vasos entram em equilíbrio?
- Como é a pressão no fundo dos vasos?
- Cite outras situações semelhantes a esta que você tem conhecimento em outros setores da escola.

ANEXO XIII

AD-13 ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM TEXTOS (ADT)

Dinâmica:

1. Dividir a turma em grupos de quatro alunos e distribuir um texto diferente para cada grupo;
2. O professor dará um tempo de 15 minutos para leitura individual dos textos em cada grupo;
3. Após a leitura, os grupos apresentarão uma síntese oral do texto para os demais colegas da turma.
4. Realização dos exercícios do anexo XIII de números 01 a 07 e correção dos mesmos.

I - Aprendizagens Esperadas:

AC 13 - Conceituar 'Pressão Atmosférica';

AC 23 - Descrever como funciona o aparelho de medir pressão.

AP 02 - Interpretar observações de situações do cotidiano;

AP10 - Analisar criticamente os efeitos dos vários tipos de radiações e suas características;

AP24 - Argumentar consistentemente sobre os conteúdos conceituais da Física;

AP27 - Compreender a transformação do oxigênio em ozônio e sua posição na atmosfera;

AA05 - Conscientizar-se dos efeitos do mau uso dos aerossóis.

Com esta ADRP, pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam as habilidades 04, 13 e competência IV – ENEM.

Contraíu, subiu
Os músculos enrijecidos fazem os pêlos levantarem.



1 Quando levamos um susto, a glândula supra-renal derrama o hormônio adrenalina na corrente sanguínea. Ao chegar à pele, ele provoca uma contração muscular.

2 Os músculos espremem os bulbos de onde saem os pêlos. Apertados, eles se eriçam.

Pêlo arrepiado só serve para denunciar seu medo

? Por que os pêlos ficam arrepiados quando tomamos um susto?

! Quando você toma "aquele" susto, seu corpo é inundado por adrenalina, um hormônio que tem a função de preparar o organismo para o perigo. A substância, liberada pela glândula chamada supra-renal e despejada na corrente sanguínea, afeta vários órgãos. Na pele, provoca a contração dos músculos que ficam em volta dos pêlos (veja infográfico ao lado), arrepiando-os. "Ao contrário das ou-

tras reações provocada pela adrenalina, a ereção dos pêlos não tem função nenhuma para o homem de hoje", diz o fisiologista Nilton Cantaras, da Universidade de São Paulo. "É uma herança de nossos ancestrais macacos que perde completamente a função", acrescenta César Ades, especialista em comportamento animal da Universidade de São Paulo. Para animais peludos, no entanto, o pêlo em pé é importante. "Arrepiados, eles parecem maiores e mais assustadores", diz Ades. ■

© Infográficos Luz Iluz/Rogério Ma-

SUPER DEZEMBRO 1998

O apertão do médico faz o sangue parar

? Como funciona o aparelho de medir pressão?

! Aquele torniquete que o médico coloca no seu braço tem um nome complicado — esfigmomanômetro — mas o funcionamento não guarda segredos. Apertando o braço de fora para dentro, o aparelho descobre qual a pressão que vem de dentro para fora, ou seja, aquela que o sangue faz

nas artérias (veja o infográfico). "Por meio desse princípio, conseguimos saber qual é a pressão tanto na sístole, o momento em que o coração se contrai, quanto na diástole, quando ele relaxa, se enche de sangue e prepara-se para bombear de novo", explica Maria Teresa Zanella, médica especializada em hipertensão da Universidade Federal de São Paulo. ■

Trânsito interrompido

Para dizer que sua pressão é 12 por 9, a mais normal, o médico fecha o caminho para o sangue.

1 Primeiro, o doutor infla o aparelho até bloquear a artéria. Em seguida, encosta um estetoscópio nela e libera o ar. O som do primeiro batimento avisa que pressão de dentro se igualou à do aparelho e o sangue voltou a correr. Então, a pressão sistólica, que ocorre quando o coração bombeia (o 12 do exemplo acima), aparece no marcador.

2 Quando o médico pára de ouvir o sangue correndo na artéria, olha de novo o marcador do aparelho. Ele sabe que aquele é o momento em que está ocorrendo a pressão mínima (diastólica), que no exemplo acima corresponde a 9.



10

Por que o ozônio, mais denso, está acima do oxigênio na atmosfera?

*Maria Beatriz L. B. Santos, Botucatu, SP
Tânia Rodrigues Thomaz, Indaiatuba, SP*

Porque ele se forma em regiões mais altas da atmosfera. As moléculas de oxigênio (O_2) que estão a cerca de 25 quilômetros acima da superfície da Terra reagem sob a ação dos raios ultravioleta do Sol, rearranjando-se e transformando-se em ozônio (O_3). "Como o ozônio é mais pesado e denso, começa a descer", diz o químico Atilio Vanin, da Universidade de São Paulo. Mas ele não avança muito porque é instável e se decompõe espontanea-

mente ao atingir camadas mais baixas da atmosfera, transformando-se novamente em oxigênio. Esse ciclo nunca termina. Enquanto o ozônio está descendo e se decompondo, há oxigênio subindo e se transformando em ozônio. O oxigênio que está abaixo de 25 quilômetros não se transforma em ozônio porque a camada que se formou acima dele absorve os raios ultravioleta do Sol, barrando-os, e impedindo a reação química.

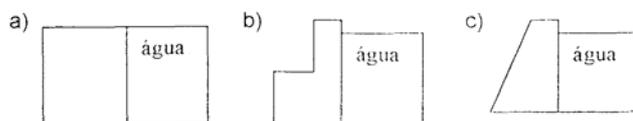
EXERCÍCIOS

- 1) ENEM 2000 - A adaptação dos integrantes da seleção brasileira de futebol à altitude de La Paz foi muito comentada em 1995, por ocasião de um torneio como pode ser lido no texto abaixo.

"A seleção brasileira embarca hoje para La Paz, capital da Bolívia, situada a 3.700 metros de altitude, onde disputará o torneio Interamérica. A adaptação deverá ocorrer em um prazo de 10 dias, aproximadamente. O organismo humano, em altitudes elevadas, necessita desse tempo para se adaptar, evitando-se, assim, risco de um colapso circulatório." (Adaptado da Revista *Placar*, edição fev.1995)

A adaptação da equipe foi necessária principalmente porque a atmosfera de La Paz, quando comparada à das cidades brasileiras, apresenta:

- (A) menor pressão e menor concentração de oxigênio.
 - (B) maior pressão e maior quantidade de oxigênio.
 - (C) maior pressão e maior concentração de gás carbônico.
 - (D) menor pressão e maior temperatura.
 - (E) maior pressão e menor temperatura.
- 2) Lembrando que o ar é composto por partículas em constante movimento, explique como o ar exerce pressão nos corpos com os quais está em contato.
- 3) O ar que está embaixo da sua carteira empurra-a para cima com força suficiente para levantar um elefante. Por que sua carteira não sai voando?
- 4) Ao projetar uma represa, um engenheiro precisou aprovar o perfil de um barragem sugerido pelo projetista da construtora. Admitindo que ele se baseou na Lei de Stevin, da hidrostática, que a pressão de um líquido aumenta linearmente com a profundidade, assinale a opção que o engenheiro deve ter feito.



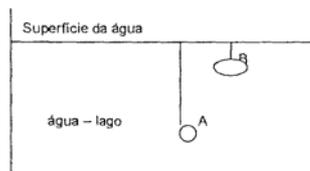


- 5) Dois recipientes cilíndricos, de eixos verticais e raios R_1 e R_2 , contêm água até a altura H_1 e H_2 respectivamente. No fundo dos recipientes existem dois tubos iguais horizontais, de diâmetro pequeno comparado com a altura das colunas de água. Os tubos são vedados por êmbolos E, que impedem a saída da água, mas podem deslizar sem atrito no interior dos tubos.

As forças F_1 e F_2 , necessárias para manter os êmbolos em equilíbrio, serão iguais uma à outra quando:

- a) $H_1 R_1 = H_2 R_2$, b) $H_1 / R_1 = H_2 / R_2$, c) $R_1^2 H_1 = R_2^2 H_2$,
 d) $R_1 = R_2$, e) $H_1 = H_2$

- 6) Um mergulhador persegue um peixe a 5,0 metros abaixo da superfície de um lago. O peixe foge da posição A e se esconde em uma gruta na posição B, conforme mostra a figura a seguir. A gruta está a 2,5 metros da superfície da água. A pressão atmosférica na superfície da água é igual a $p = 1,0 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$



- a) Qual a pressão sobre o mergulhador?
 b) Qual a variação de pressão sobre o peixe nas posições A e B?

- 7) A água sobe por um canudinho de refrigerante ao ser sugada, pois:

- a) a pressão aumenta no corpo, b) a pressão diminui no corpo.
 c) a pressão aumenta na boca, d) a pressão aumenta dentro do canudinho.
 e) a pressão diminui dentro do canudinho.

ANEXO XIV

AD-14 ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM EXPERIMENTO (ADE)

I) Orientações para o(a) professor(a):

Texto de referência:

GRAF: Grupo de Reelaboração do Ensino de Física: (1998). **Leituras de Física**. Eletromagnetismo, Instituto de Física da USP. São Paulo/BRA.

Objetivo

Com essa Atividade Didática pretendemos que o aluno construa conhecimentos mínimos necessários para a compreensão do funcionamento de motores elétricos para atender as necessidades do presente tema, visto que em outras etapas de sua vida escolar terá oportunidades de aprofundar os estudos com relação a motores elétricos.

Dinâmica

1. Os alunos devem formar grupos com quatro integrantes e receberão do professor os dois textos de referência;
2. Os alunos realizam a leitura do texto sobre Motores Elétricos e posteriormente, montagem do motor elétrico;
3. O professor solicitará aos componentes de cada grupo que anotem suas dúvidas, as quais serão discutidas no grande grupo.
4. Será feito o fechamento desta aula pelo professor, incluindo considerações básicas sobre o motor.

Aprendizagens Esperadas:

AC 06 - Identificar os elementos necessários de um 'circuito elétrico simples';

AC 07 - Compreender o princípio de funcionamento dos motores elétricos;

AP 02 - Interpretar observações de situações do cotidiano;

AA 04 - Cooperar na elaboração dos trabalhos em equipe;

AA 08 - Assumir as responsabilidades inerentes ao momento profissional.

Com esta ADE pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam a habilidade 01 e competência II – ENEM.

14

Motores elétricos

Nesta aula você
vai observar internamente
um motor para
saber do que eles
são feitos

Grande parte dos aparelhos elétricos que usamos têm a função de produzir movimento. Isso nós verificamos no início desse curso. Você se lembra disso? Olhe a figura e refresque sua memória. Vamos começar a entender como isso é feito!



(o que mais eles têm em comum ?)

14 Motores elétricos

Neste momento vamos retomar o levantamento e a classificação, realizados no início deste curso.

Lá, identificamos um grande número de aparelhos cuja função é a produção de movimento a partir da eletricidade: são os motores elétricos. Dentre eles estão: bateeira, ventilador, furadeira, liquidificador, aspirador de pó, enceradeira, espremedor de frutas, lixadeira,..., além de inúmeros brinquedos movidos à pilha e/ou tomada, como robôs, carrinhos...

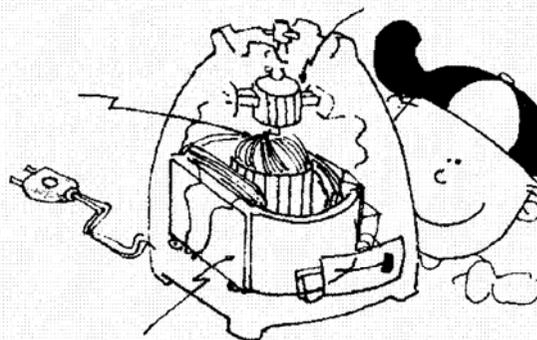
A partir de agora, vamos examinar em detalhes o motor de um liquidificador. Um roteiro de observação encontra-se logo abaixo.

O motor de um liquidificador

A parte externa de um liquidificador é geralmente de plástico, que é um material eletricamente isolante. É no interior dessa carcaça que encontramos o motor, conforme ilustra a figura ao lado.

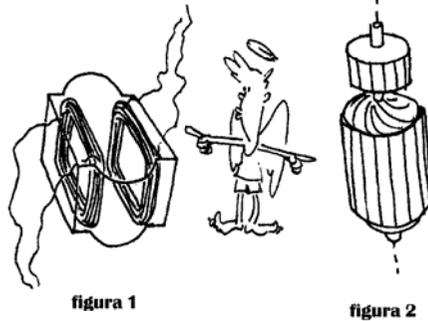
ROTEIRO

1. Acompanhe os fios do plugue em direção à parte interna do motor. Em qual das partes do motor eles são ligados?
2. Gire o eixo do motor com a mão e identifique os materiais que se encontram na parte que gira junto com o eixo do motor.
3. Identifique os materiais que se encontram na parte do motor que não gira com o eixo do motor.
4. Verifique se existe alguma ligação elétrica entre estas duas partes que formam o motor. De que materiais eles são feitos?
5. Identifique no motor as partes indicadas com as setas na figura ao lado.



Nos motores elétricos, encontramos duas partes principais: uma fixa, que não se move quando ele entra em funcionamento e uma outra que, em geral, gira em torno de um eixo quando o motor é ligado.

A parte fixa é constituída de fios de cobre, encapados com um material transparente formando duas bobinas (fig. 1). Já na parte fixada ao eixo, os fios de cobre são enrolados em torno do eixo (fig.2)



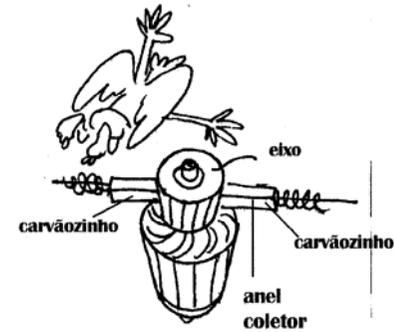
A observação da parte móvel de um motor de liquidificador mostra que ela também apresenta, acoplada ao eixo, um cilindro metálico, formado de pequenas placas de cobre, separadas entre si por ranhuras, cuja função é isolar eletricamente uma placa da outra. O circuito elétrico da parte móvel é formado por vários pedaços de fio de cobre independentes coberto de um material isolante transparente e cujas extremidades são ligadas às placas de cobre.



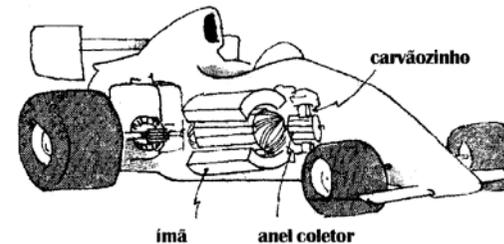
Esta peça de formato cilíndrico acoplada ao eixo é denominada de **anel coletor** e sobre as plaquinhas deslizam dois **carvãozinhos**.

Quando o motor elétrico é colocado em funcionamento passa a existir corrente elétrica nas bobinas fixas e também no circuito elétrico fixado ao eixo e que se encontra em contato com os **carvãozinhos**. Nesse momento, o circuito do eixo fica sujeito a uma força e gira o eixo e um outro circuito é ligado, repetindo o procedimento anterior.

O resultado é o giro completo do eixo, que é característico dos motores elétricos.



Em alguns casos, tais como pequenos motores elétricos utilizados em brinquedos, por exemplo, a parte fixa é constituída de um ou dois ímãs em vez de bobinas. Isso não altera o princípio de funcionamento do motor uma vez que uma bobina com corrente elétrica desempenha a mesma função de um ímã.



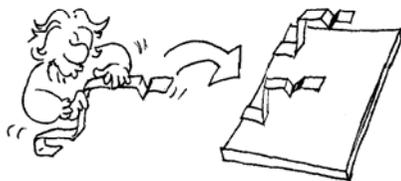
Após essa investigação, pense e responda: por que surge movimento nesses aparelhos?

atividade extra: construa você mesmo um motor elétrico

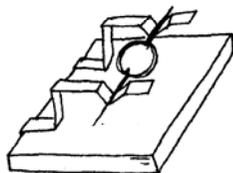
Para construir um pequeno motor elétrico vai ser necessário 90 cm de fio de cobre esmaltado número 26 para fazer uma bobina. Ela será o eixo do motor, por isso, deixe aproximadamente 3 cm em cada extremidade do fio.



A bobina será apoiada em duas hastes feitas de metal, presilhas de pasta de cartolina, por exemplo, dando-lhes o formato indicado na figura e, posteriormente, encaixadas num pedaço de madeira.



A fonte de energia elétrica será uma pilha comum que será conectada à bobina através de dois pedaços de fio ligados nas presilhas.



A parte fixa do motor será constituída de um ímã permanente que será colocado sobre a tábua, conforme indica a figura. Dependendo do ímã utilizado será necessário usar um pequeno suporte para aproximá-lo da bobina.



Para colocar o motor em funcionamento, não se esqueça que o esmalte do fio da bobina é isolante elétrico. Assim, você deve raspá-lo para que o contato elétrico seja possível. Além disso, em um dos lados você deve raspar só uma parte deixando uma parte ao longo do comprimento e não esqueça que esse motor precisa de um 'impulso' inicial para dar a partida.

atenção

- veja se os contatos elétricos estão perfeitos
- observe se a bobina pode girar livremente
- fixe os fios de ligação na pilha com fita adesiva

Feitos estes ajustes necessários, observe:

1. o que acontece quando o ímã é retirado do local?
2. inverta a pilha e refaça as ligações. O que acontece o sentido de giro do motor?

ANEXO XV

AD-15 ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM TEXTO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA (ADT)

I) Orientações para o(a) professor(a):

Texto de referência

VERGARA, Rodrigo: (2002). '**O que está havendo com o clima?**'.
In: *Superinteressante*, São Paulo/BRA, Ed. Abril, Edição 173, p. 45-51.

O texto que será abordado refere-se à questão climática e procura questionar sobre nossa pouca preocupação com o aumento da temperatura que estamos presenciando nas últimas décadas e suas conseqüências.

1 - Objetivos do trabalho com o texto

Identificar as principais mudanças que estão ocorrendo no clima;
Identificar, caracterizar e discutir os principais fatores/causas do aquecimento global;
Conscientizar os alunos sobre a importância da preservação do meio ambiente.

2 - Núcleo conceitual

Calor, Temperatura, Convecção, Capacidade Calorífica.

3 - Dinâmica de trabalho com o texto

Para orientar o desenvolvimento da Atividade Didática com o uso de Texto de Divulgação Científica, o professor deverá seguir as seguintes orientações:

a - Antes da Leitura do TDC

Após a leitura do título e uma breve passagem de olhos pelo texto, os alunos deverão responder as questões no caderno:

- 1 - Qual o assunto do texto?
- 2 - O que eu sei sobre isso?
- 3 - O que eu quero saber sobre isso?

4 - O professor deverá sistematizar no quadro as respostas dos alunos.

b - Durante a Leitura do TDC

Durante a leitura do texto os alunos deverão responder as questões abaixo:

- 1 - Qual(is) a(s) idéia(s) principal is do texto?
- 2 - Quais as informações que as sustentam?

Após deverá ser realizada a discussão do texto no grande grupo, para apontamento das passagens e aspectos considerados mais relevantes, bem como dos trechos que apresentaram dificuldades de compreensão.

c - Após a Leitura do TDC

Após a realização da leitura e a discussão do texto no grande grupo, os alunos deverão responder, no caderno, as seguintes perguntas:

- 1 - O que eu aprendi?
- 2 - O que eu pretendia saber com a leitura do texto foi atingido?

Os alunos deverão realizar uma síntese de compreensão do texto.

O professor deverá recolher o material produzido pelos alunos, para posterior avaliação.

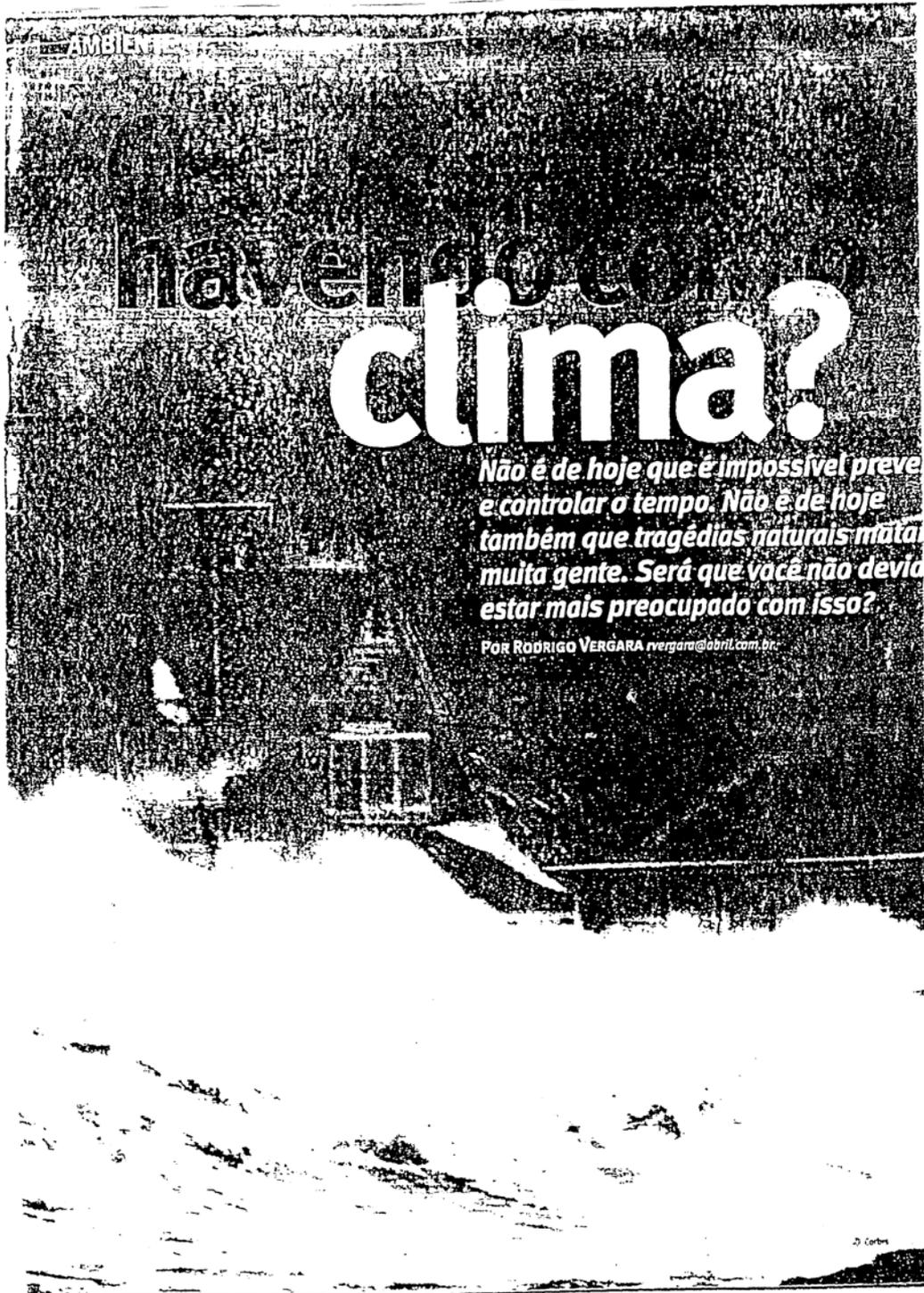
5 - Pontos principais dos textos a serem destacados e esclarecidos pelo professor durante o debate com os alunos

- Posição da Terra em relação ao Sol. Mudanças da Terra e principais conseqüências (pág. 49),
- A temperatura da água se eleva, ela perde a capacidade de reter gases e os libera para a atmosfera que irão atuar como agente do efeito estufa,
- A temperatura elevada aumenta a evaporação da água. O vapor d'água é um dos gases que causa o Efeito Estufa,
- As calotas polares derretem,
- Causa do atual aquecimento global: Efeito Estufa,
- Conseqüências do Efeito Estufa.

II) Aprendizagens Esperadas

- AC 24 - Identificar as principais mudanças que estão ocorrendo no clima;
- AC 25 - Identificar, caracterizar e discutir os principais fatores/causas do aquecimento global;
- AP01 - Explicitar suas idéias quando for solicitada sua opinião em questionamentos;
- AP 23 - Ler enunciados com atenção e registrar os dados fornecidos;
- AP 24 - Argumentar consistentemente sobre os conteúdos conceituais da Física;
- AA 01 - Opinar e agir em situações sociais que envolvam temas relevantes e polêmicos como, por exemplo, desperdício de energia, poluição do meio ambiente, uso de novas tecnologias, tipos de radiações e seus efeitos;
- AA 06 - Conscientizar as pessoas sobre o papel do cidadão na preservação de rios e córregos. Preservação da natureza e de toda vida que possa existir na água ou que dependa da mesma.

Com esta ADT pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam a habilidade 13 e competência II – ENEM.



AMBIENTE

Na ventania do clima?

Não é de hoje que é impossível prever e controlar o tempo. Não é de hoje também que tragédias naturais matam muita gente. Será que você não devia estar mais preocupado com isso?

Por RODRIGO VERGARA rvergara@abril.com.br

© Corbis

Chuvia no Nordeste, seca no Rio Grande do Sul e nevascas no Egito. Invernos quentes e verões frios. O clima no mundo parece ter enlouquecido. No ano de 1999, o número de catástrofes climáticas bateu um recorde histórico: foram 755. O recorde anterior, 702, havia sido estabelecido em 1998. E pesquisas recentes atestam que os eventos climáticos extremos, que fogem à normalidade, foram mais frequentes nas últimas três décadas. Comparados ao comportamento "normal" do clima, aquele baseado no relato de nossos avós e bisavós, esses acontecimentos parecem inéditos. Mas não são. A história do clima, como você verá, é bem mais atribulada.

Os primeiros colonos ingleses na América do Norte se instalaram em 1587 na ilha de Roanoke, Virginia, costa leste dos Estados Unidos. Era uma gente corajosa. Eles sabiam que, como a Inglaterra estava em guerra, tão cedo não haveria barcos para vi-

No ano 2100, teremos a maior temperatura em 3,6 milhões de anos

sitá-los. Teriam que viver com os frutos da terra. O novo mundo parecia promissor e a tarefa não soou impossível. No entanto, quando o primeiro navio de suprimentos voltou, três anos depois, sua tripulação teve uma surpresa: os colonos haviam sumido. Não sobrará ninguém para contar o que houve. Ninguém, exceto as árvores do local. Foi há apenas dez anos, observando a espessura de seus troncos, alguns com 800 anos de idade, que os cientistas decifraram o que houve em Roanoke quatro séculos atrás. A tragédia, concluíram, foi causada pelo clima: entre 1587 e 1589 ocorreu a maior seca dos últimos mil séculos em Roanoke. Os colonos haviam chegado bem no começo da estiagem. Morreram de fome.

Não foi a primeira vez que uma mudança climática exterminou uma população humana. Os maias, que do-

minaram a América Central até o século VIII, sumiram do mapa durante uma forte seca, segundo nos contam sedimentos depositados no fundo dos lagos da região. Os acadianos, que formaram a primeira cidade na Mesopotâmia, há 4 100 anos, também foram vítimas do clima, devido a uma seca provocada pelo esfriamento das águas do Atlântico Norte. Como os cientistas descobriram isso? Primeiro, encontraram, nos sedimentos do Golfo de Omã (entre o Golfo Pérsico e o Mar da Arábia), grandes quantidades de poeira vinda da Mesopotâmia naquela época. Ou seja, o clima estava árido. Sabe-se também que, naquela época, houve um esfriamento no Atlântico Norte, que reduziu a temperatura das águas entre 1°C e 2°C. Os instrumentos de medição atuais mostram que, quando o Atlântico Norte esfria, diminui o suprimento de água na Mesopotâmia.

Essas desgraças do passado permitem duas conclusões. A primeira é que não há nada de inédito nas tragédias que vivemos hoje. Os desastres dos maias e dos acadianos foram causados por eventos de uma intensidade que o homem moderno nunca viu, mas é 100% certo que tais catástrofes ocorrerão novamente, segundo Peter deMenocal, da Universidade de Columbia, Estados Unidos, um dos maiores especialistas em clima no mundo. "Secas com duração de vários séculos são raras, mas fazem parte da variabilidade natural." A seca que assolou os Estados Unidos nos anos 30 – há apenas 70 anos! – e causou um grande êxodo de agricultores que viviam nas planícies do sul, foi um grande flagelo para a potência mundial, mas não passou de algo corriqueiro e mediano na história da Terra. O estrago pareceu imenso, mas estiagens como aquela ocorreram, em média, uma vez por século nos últimos 400 anos na América, segundo estudo do governo americano.

A segunda conclusão é que, embora naturais, esses eventos climáticos radicais são, de fato, ameaçadores e podem causar grandes danos. Estamos, então, correndo o risco de

Um dos efeitos do aquecimento global é tornar mais frequente e mais intenso o El Niño. Na costa leste dos Estados Unidos, isso trará mais tempestades tropicais, como a que atingiu a Flórida em 1994.



Até 2025, só restarão 10% da neve que havia nos Alpes em 1925. Avalanches, como a que cobriu cidades suíças em 2001, serão comuns



extinção? Nem tanto. Mas, sem dúvida, há com o que se preocupar. "Sociedades complexas são capazes de se adequar a alterações climáticas, mas não são infinitamente adaptáveis", diz deMenocal.

Porém, há no horizonte uma mudança climática importante que foge à variabilidade natural do clima: a Terra está esquentando. Os cientistas divergem sobre as causas e os efeitos da alteração, mas sua existência é um consenso, como atestou, no ano passado, o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), um consórcio de cientistas que estuda o tema há mais de uma década. Segundo o grupo, em 100 anos, os termômetros subirão 0,5°C, em média.

Não é pouco. Durante a última era glacial, que terminou há 10 000 anos, a temperatura do planeta era apenas 3°C mais baixa que hoje, mas o gelo ártico chegava à Grã-Bretanha. Por conta desse meio grau a mais, 1998 ▶



Veleiro jogado em uma rua de Miami em 1992: a frequência das tempestades aumentou 10% nos últimos 30 anos

ETerno RETORNO *Saiba o que impulsiona e o que ameaça as correntes marítimas*

LUTA ETERNA As águas se movem ao tentar equilibrar as diferenças de salinidade e temperatura dos oceanos. Um ciclo dura 1.000 anos.

ABONDA A água quente corre pela superfície (vermelho). A fria, pelo fundo (azul). O Mar do Labrador é o único lugar do mundo onde a água esfria e afunda. Isso impulsiona o sistema.

O PERIGO Tem-se que o aquecimento derrete o gelo demais e impede o afundamento. A Corrente do Golfo, cujo volume é 800 vezes maior que o do Amazonas, não chegaria à Europa. O continente esfriaria, porque as correntes quentes liberam energia nas regiões frias

HISTÓRIA DO CLIMA

4,6 BILHÕES* O planeta se forma. A atmosfera tem muito dióxido de carbono e quase nenhum oxigênio. A temperatura na superfície é de 1 000°C

4,4 BILHÕES A crosta da Terra endurece. Nascem os oceanos

4 BILHÕES fim da chuva de meteoros que assolou o planeta

3,5 BILHÕES Nos oceanos vivem bactérias que fazem fotossíntese e substituem o CO₂ do ar por oxigênio

2,2 BILHÕES Pela primeira vez há oxigênio livre no ar. O nível de CO₂ cai e o clima esfria. Começa a glaciação

550 MILHÕES O nível de oxigênio no ar sobe. Surgem os seres multicelulares e diferenciados

450 MILHÕES Uma glaciação mata 55% das espécies

250 MILHÕES A maior extinção da história. Hipóteses para o fato: impacto de um meteoro, erupções vulcânicas, gás venenoso saído do oceano. Morrem 90% das espécies marinhas

140 MILHÕES Reinado dos dinossauros. A temperatura é a maior desde a grande extinção (5°C a 10°C mais alta que hoje)

65 MILHÕES A poeira erguida pelo choque de um meteoro tapa o Sol, esfria o globo e mata os dinossauros

3,6 MILHÕES O gelo cresce no Norte. O planeta esfria. A África seca e bônem as matas onde viviam os hominídeos. Dessa crise surge o gênero *Homo*, adaptado para caminhar nos campos

900 000 O globo esfria e nasce um padrão: glaciações de 100 000 anos com pausas de 8 000 a 40 000 anos

22 000 Começa a glaciação mais recente da história

18 000 A glaciação atinge seu auge. O gelo chega à Grã-Bretanha

10 000 Acaba a glaciação. As civilizações humanas se desenvolvem

7 000 A 5 000 Ocorre o período mais quente dos últimos 10 000 anos. Florescem as civilizações humanas. Os oceanos eram 3 m mais altos que hoje

1 000 A Terra se aquece de novo e permite cultura de uvas na Inglaterra

600 A 150 O Hemisfério Norte esfria. Em 1898, o Rio Tâmisa, na Inglaterra, congela pela última vez

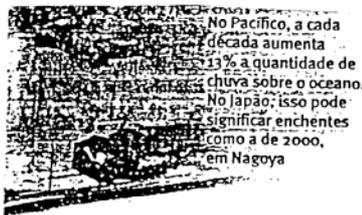
150 ANOS ATÉ HOJE A temperatura se eleva e preocupa os cientistas

* Em anos



Outro efeito do El Niño são as chuvas intensas no sul da América do Sul, como as que atingiram a Argentina em 2000

As populações pobres (como na África) devem ser as mais afetadas pelo aquecimento, porque não têm como reagir



No Pacífico, a cada década aumenta 13% a quantidade de chuva sobre o oceano. No Japão, isso pode significar enchentes como a de 2000, em Nagoya



➤ Foi o ano mais quente da década mais quente do século mais quente dos últimos 600 anos (essa aferição é feita pela análise de troncos de árvores ao redor do mundo, como em Roanoke). Carlos Nobre, chefe do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC-Inpe), vai além. Para ele, os indícios confiáveis à disposição, que regredem no tempo 6 000 anos, não registram temperaturas tão altas como hoje.

Nos últimos 50 milhões de anos, todos os vaivéns do clima, o início e o fim das eras glaciais, foram disparados pelo Sol. É que, embora não se perceba, a posição do Sol em relação à Terra varia levemente ao longo de milhares de anos e isso muda a quantidade e a distribuição da energia que o astro emite sobre o planeta. Uma das mudanças, por exemplo, é no eixo de inclinação da Terra em relação ao Sol, que varia a cada 41 000 anos. Isso

altera a incidência de luz solar sobre certas áreas do globo, o que acarreta mudanças por aqui. Faz muita diferença se a área mais iluminada é um oceano ou terra nua, por exemplo.

Na Terra, três fenômenos acompanham esse balé solar. São eventos independentes, ocorrem de forma simultânea e se intensificam mutuamente.

O primeiro ocorre nos oceanos. Quando a água esquentada, ela perde a capacidade de reter gases, entre eles o gás carbônico (também conhecido como CO₂ ou dióxido de carbono) dissolvido. Cerveja quente não faz mais espuma? Pois então: aquelas borbulhas também são gás carbônico. E há gás de sobra para ser liberado. Há, hoje, dissolvido nos mares, 50 vezes mais CO₂ que a quantidade existente na atmosfera. E daí? Daí que, na atmosfera, o dióxido de carbono é um dos mais importantes agentes do efeito estufa. Agindo nas camadas superiores, o CO₂ aprisiona a energia do Sol e aquece a Terra (leia quadro na página 50). Por conta disso, a concentração de CO₂ sempre acompanhou o clima: nos períodos mais quentes, havia muito gás carbônico no ar; nos tempos mais frios, pouco.

Assim, quando o oceano libera o dióxido de carbono, o resultado é mais aquecimento. O calor aumenta a evaporação de água, disparando o segundo gatilho, pois o vapor de água é um gás do efeito estufa ainda mais potente que o gás carbônico. Conclusão: ainda mais calor. Por fim, derretem-se as calotas polares, que refletem 70% da luz solar que recebem. Qualquer superfície que as substitua – água, terra ou vegetação – refletirá menos luz (mais fervura). Esse círculo vicioso só pode ser interrompido por uma nova mudança do ciclo astronômico.

A novidade é que, pela primeira vez, está havendo uma mudança climática global em que o Sol não é o ator principal. "A maior parte do aquecimento observado nos últimos 50 anos se deve ao aumento da concentração de gases estufa", diz o relatório deste ano do IPCC. Ou seja, o aqueci-

mento atual não foi disparado pelos ciclos astronômicos, mas pelo gás carbônico, cuja concentração atual no ar é – seguramente – a maior dos últimos 400 000 anos e, possivelmente, a maior em 25 milhões de anos, segundo Carlos Nobre. Tudo graças à queima de combustíveis fósseis (carvão, petróleo), que, desde o início da Revolução Industrial, aumentou 600 vezes a emissão de CO₂ na atmosfera, de 10 milhões de toneladas por ano para 6 bilhões de toneladas anuais. Quando queimamos petróleo e carvão, devolvemos à atmosfera uma reserva de carbono que vem se acumulando há bilhões de anos e que, sem nossa ajuda, não voltaria ao ciclo natural.

Bem, e quando começam os efeitos do aquecimento? Para alguns, as malufices climáticas atuais já são consequência do calor extra. Mas a maioria dos cientistas é mais cautelosa em suas conclusões. Diz-se que o estudo do clima é complexo, envolve muitas variáveis e que uma verdade hoje pode ser um fiasco amanhã. Por

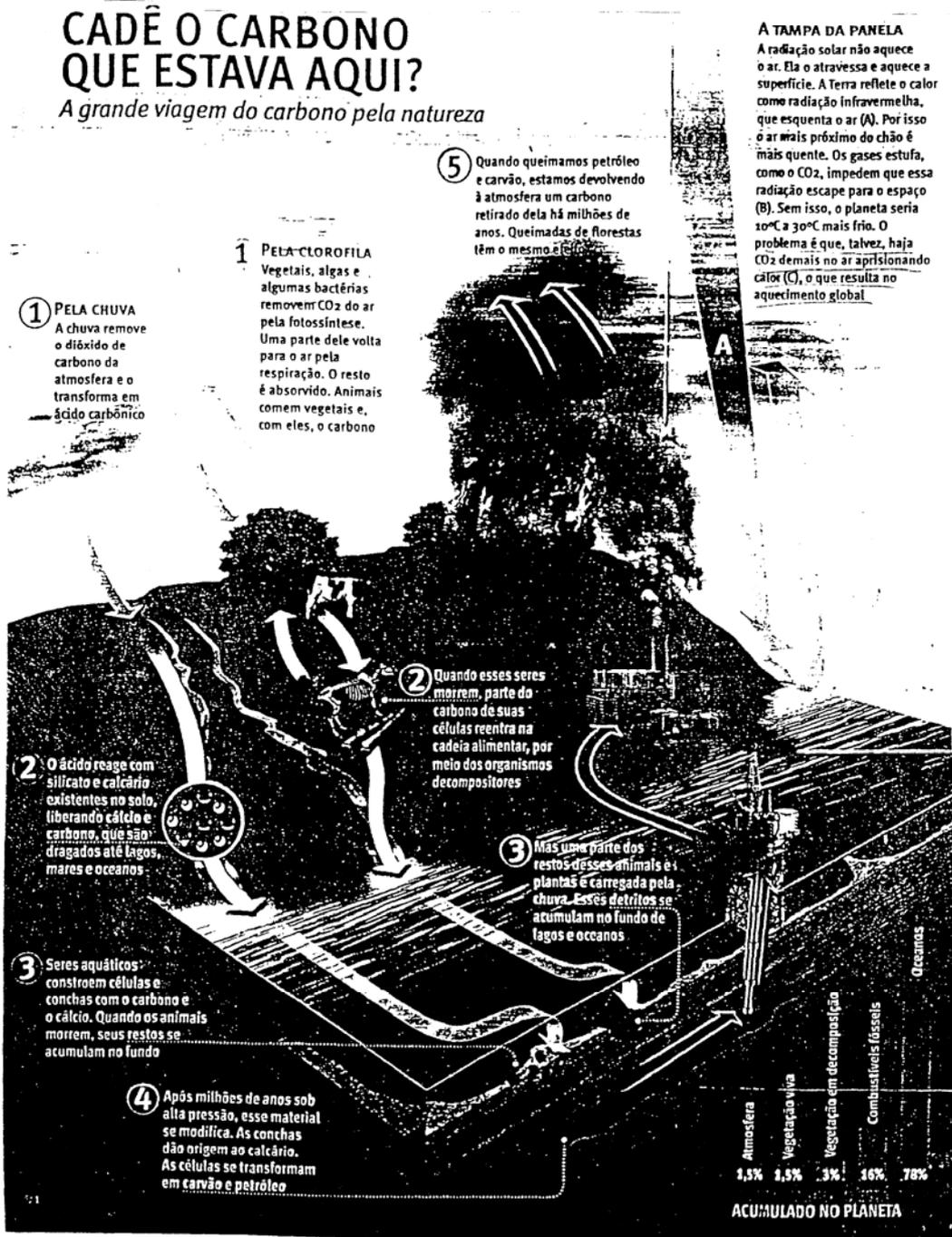
A humanidade roubou do Sol o papel de ator principal do clima

enquanto, os especialistas só admitem o óbvio, como a elevação da superfície dos oceanos, que foi de 10 a 25 centímetros no século passado. Mas há outros sinais mais sutis. A nebulosidade, por exemplo, aumentou. Por sua vez, a cobertura de neve diminuiu, ao menos no Hemisfério Norte, onde o assunto já foi pesquisado: uma queda de 10% nas décadas de 70 e 80. Ainda no Norte, na década de 80 o outono chegou mais tarde, o que ampliou em 12 dias o período de crescimento vegetal. Resultado: o Norte ficou 10% mais verde no verão em comparação com a década anterior. Ou seja, em certas áreas, o aquecimento pode significar um aumento da cobertura vegetal em vez de devastação e desertificação, como é de supor à primeira vista.

Diante de tantas mudanças, a pergunta mais óbvia é: podemos controlar o clima e evitar essa mudança? ▶

CADÊ O CARBONO QUE ESTAVA AQUI?

A grande viagem do carbono pela natureza



1 PELA CHUVA
A chuva remove o dióxido de carbono da atmosfera e o transforma em ácido carbônico

1 PELA CLOROFILA
Vegetais, algas e algumas bactérias removem CO₂ do ar pela fotossíntese. Uma parte dele volta para o ar pela respiração. O resto é absorvido. Animais comem vegetais e, com eles, o carbono

5 Quando queimamos petróleo e carvão, estamos devolvendo à atmosfera um carbono retirado dela há milhões de anos. Queimadas de florestas têm o mesmo efeito

2 Quando esses seres morrem, parte do carbono de suas células reentra na cadeia alimentar, por meio dos organismos decompositores

2 O ácido reage com silicato e calcário existentes no solo, liberando cálcio e carbono, que são dragados até lagos, mares e oceanos

3 Mas uma parte dos restos desses animais e plantas é carregada pela chuva. Esses detritos se acumulam no fundo de lagos e oceanos

3 Seres aquáticos constroem células e conchas com o carbono e o cálcio. Quando os animais morrem, seus restos se acumulam no fundo

4 Após milhões de anos sob alta pressão, esse material se modifica. As conchas dão origem ao calcário. As células se transformam em carvão e petróleo

A TAMPADA DA PANELA
A radiação solar não aquece o ar. Ela o atravessa e aquece a superfície. A Terra reflete o calor como radiação infravermelha, que esquenta o ar (A). Por isso o ar mais próximo do chão é mais quente. Os gases estufa, como o CO₂, impedem que essa radiação escape para o espaço (B). Sem isso, o planeta seria 10°C a 30°C mais frio. O problema é que, talvez, haja CO₂ demais no ar aprisionando calor (C), o que resulta no aquecimento global

Atmosfera	Vegetação viva	Vegetação em decomposição	Combustíveis fósseis	Oceanos
1,5%	1,5%	3%	16%	78%
ACUMULADO NO PLANETA				

Não. O progresso científico dos últimos 400 anos dá a falsa impressão de que a humanidade domou a natureza, mas isso não corresponde à realidade. O máximo que conseguimos é fazer chover em áreas isoladas, quando muito. A tecnologia mais moderna consiste em despejar, sobre nuvens carregadas de umidade, grandes quantidades de flocos de uma substância que aglomera os minúsculos pingos de água em suspensão. Muito útil para limpar o céu no dia de um espetáculo ao ar livre, mas só.

O que se pode fazer é prever, ainda que de maneira muito precária, o que acontecerá daqui para a frente. As previsões sobre o futuro do clima devem ser tomadas com cautela, mas é verdade também que são dramáticas. Segundo o relatório do ano passado do IPCC, no ano de 2100 a temperatura média será 1,4°C a 5,8°C mais alta. Na primeira hipótese, o planeta atingiria a mais alta temperatura em 1 milhão de anos. "Mas, se o cenário pessimista se concretizar, teríamos um aquecimento inédito em 3,6 milhões de anos", afirma Thomas J. Crowley, paleoclimatologista da Universidade do Texas. Ou seja, a temperatura atingiria patamares nunca vistos sequer por ancestrais remotos do homem (o gênero *Homo* surgiu há "apenas" três milhões de anos). Os oceanos subiriam mais ainda: entre 18 centímetros e 95 centímetros, inundando áreas onde vivem hoje 118 milhões de pessoas. E alguns fenômenos globais que envolvem a atmosfera e o oceano, como o El Niño, seriam mais frequentes e mais intensos.

Algumas mudanças devem ocorrer subitamente. No Mar do Labrador, na costa leste do Canadá, ocorre a Formação de Águas Profundas, um fenômeno que impulsiona as correntes marítimas ao redor do mundo (veja quadro na página 47). Pois bem: segundo Ilana Wainer, professora de Oceanografia da Universidade de São Paulo (USP), o fenômeno pode acabar. Pior: isso ocorreria em algumas décadas, segundo o meteorologista Syukuro Manabe, diretor do Sistema de Pesquisa sobre a Mudança Global, em Tóquio, Japão. A mudança alteraria o clima no mundo porque são as correntes que distribuem o calor solar incidente nos

tropicais. Nos pólos, elas fornecem uma energia equivalente a 30% do calor que incide ali. A água tépida da Corrente do Golfo, por exemplo, só alcança a Europa por causa dessa circulação. Se o empurrão faltar, a Europa teria um clima parecido com o do Canadá.

Quando ocorrem grandes mudanças ambientais, sobrevivem as espécies com maior capacidade de adaptação. A raça humana, que já sobreviveu a uma era glacial, tem grandes chances de superar mais essa mudança, mas alguns ficarão pelo caminho: os mais pobres. O aquecimento, por exemplo, deve mudar o regime de chuvas, causar fome e quebras de safra, segundo o jornalista americano William Stevens, autor do livro *The Change in The Weather* (A mudança no clima, inédito no Brasil). Na África subsaariana, onde milhões vivem da agricultura de subsistência, isso seria uma tragédia. Mas não nos países ricos, onde os recursos permitem comprar comida, erguer diques ou abrir frentes agrícolas rapidamente.

Para muitas espécies, no entanto, o trauma deve ser maior. Entre outras mudanças, o aquecimento está empurrando as zonas climáticas em direção aos pólos, ou seja, áreas hoje ocupadas por florestas temperadas poderiam ter clima propício para matas tropicais. Na Europa, a área de ocorrência de algumas espécies de borboletas moveu-se para o norte no século XX. O menor deslocamento foi de 35 quilômetros. O maior, 240 quilômetros. Prevê-se que, ao final deste século, no Hemisfério Norte, o deslocamento das zonas climáticas seria de 160 a 560 quilômetros. No passado, isso levou espécies a evoluir. Mas a situação atual é diferente: a ação humana isolou os ecossistemas naturais. Florestas cercadas por cidades ou lavouras não podem migrar. "Sem ter para onde ir, essas formas de vida simplesmente deixarão de existir, em uma perda importante de biodiversidade e um enfraquecimento da rede da vida", diz o jornalista William Stevens. Os ecossistemas seriam simplificados. Os parques e as reservas naturais, imobilizados em suas fronteiras

atuais, restariam inúteis.

Mas tudo isso são hipóteses. No atual estágio do estudo do clima, não é possível fazer mais que isso. É verdade que os centros de meteorologia possuem os mais avançados computadores, capazes de realizar 2,5 trilhões de cálculos por segundo, assim como equipamentos ao redor do mundo. Só o serviço de meteorologia americano mantém quatro satélites, 121 estações com radar e seis centros de pesquisa com supercomputadores. Mas o sistema segue falível. No ano passado, por lá, as previsões de precipitação com um dia de antecedência foram corretas em 69% dos casos e o limite para previsões locais por computador é de uma semana.

É que prever o clima depende de dados de milhões de anos e faltam registros detalhados sobre o passado. A temperatura só começou a ser registrada sistematicamente há 150 anos e com grandes falhas. Em uma varredura dos dados existentes, dois pesquisadores britânicos jogaram fora a

O aquecimento global pode reduzir a biodiversidade na Terra

maior parte dos registros. Os dados confiáveis nos últimos 150 anos se resumem a 1 548 estações no Hemisfério Norte e 293 no Hemisfério Sul. Esse é o banco de registros humanos na história da meteorologia. Os satélites foram um grande avanço, mas só existem a partir de 1979. Os balões meteorológicos, a partir de 1950. Só nos resta, portanto, confiar nos vestígios deixados pelo clima, fiarmo-nos em nossa limitada capacidade de prever o futuro e procurar evitar os perigos que ele nos reserva. ☐

PARA SABER MAIS

NA LIVRARIA
The Change in The Weather,
William K. Stevens, Delta Book, Estados Unidos, 1999
Weather - How It Works and Why It Matters,
Arthur Upgren e Jürgen Stock, Pegasus Publishing,
Estados Unidos, 2000

NA INTERNET
www.wmo.ch
www.cisvar.org

ANEXO XVI

AD - 16 - ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM EXPERIMENTO (ADE)

I - Orientações para o(a) professor(a):

1 - Título: Diabrete de Descartes (Ludião)

2 - Objetivo: Discutir o movimento dos peixes e dos submarinos.

3 - Material utilizado:

- uma garrafa “pet” com capacidade para dois litros;
- um tubo de ensaio pequeno ou um tubo de caneta sem a sua carga;
- água;
- fio de arame.

4 - Preparação da Atividade

4.1 - Montagem do Diabrete de Descartes:

Para montar o Ludião o professor utiliza uma pequena tampa de caneta esferográfica (tipo BIC) que tenha uma abertura em uma das extremidades.

Amarra-se um pequeno arame na extremidade próxima ao orifício da tampa da caneta para mantê-la em equilíbrio estável. Coloca-se uma certa quantidade de água dentro da tampa até que o Ludião fique equilibrado com uma pequena parte submersa e coloca-se esta tampa dentro de uma garrafa “pet” cheia de água e fecha-se a garrafa com a sua tampa.

O professor deverá fazer a demonstração da atividade para que os alunos possam observá-la. Com isso, algumas questões serão levantadas sobre o aparato experimental.

Para isso, o professor pressiona a garrafa no lado externo. Podemos apontar algumas observações que os alunos poderão fazer: O volume de ar dentro do ludião diminui, devido ao aumento de pressão (que aumenta em todos os pontos, conforme o Princípio de Pascal). Isto se justifica pelo fato da redução do volume de líquido deslocado pelo ar diminuir o empuxo e fazer com que o ludião desça acelerado (Princípio de Arquimedes). Se soltarmos a garrafa, as

condições anteriores se restabelecem e o ludião sobe acelerado até permanecer em equilíbrio.

4.2 – O professor solicita aos alunos que se dividam em pequenos grupos de no máximo três componentes, sendo que cada grupo fica responsável por trazer seu próprio material.

II - Observação/Previsão

1. O professor deverá levar para a sala de aula uma montagem do Diabrete de Descartes para servir de referência aos alunos, o qual será usado para apresentar a eles o aparato experimental.
2. O professor deve realizar a demonstração do efeito observado. Em seguida, o professor deverá apresentar aos alunos as seguintes questões:
 - A - Como vocês acham que ocorre o processo de imersão do 'Diabrete de Descartes'?
 - B - Quais os fatores que influenciam nesse processo de imersão?
3. A seguir, o professor divide a turma em grupos para discutirem as questões e registrarem as respostas.

III - Realização/Formalização

1. O professor deve solicitar que cada grupo monte o seu 'Diabrete de Descartes' com o material trazido de casa.
2. Nesse momento, a atividade será realizada pelos grupos de alunos, sendo que eles devem anotar quais as variações que ocorrem quando pressionam a garrafa e tentar explicar por que isto acontece.

IV. Comparação/Análise

1. O professor deve sistematizar/organizar no quadro o conjunto das respostas dos grupos. Nesse momento, o professor promove uma discussão

procurando coletivamente identificar as semelhanças e as diferenças entre os modelos explicativos surgidos.

2. Depois disso, o professor apresenta outra questão para os grupos responderem. A coleta e organização das respostas serão registradas no quadro.
3. Faça uma comparação com a movimentação do submarino e o que ocorre no movimento do Diabrete?
4. O professor conduz uma discussão coletiva sobre essas respostas, fazendo uma retomada dos pontos a serem destacados com a realização dessa atividade.

B - Orientações para os alunos

Utilizando-se um pequeno tubo (de ensaio, de vidro ou plástico transparente, ou ainda uma tampa de caneta “bic”) que tenha abertura em uma das extremidades, amarra-se um pequeno arame na extremidade próxima ao orifício do tubo, para mantê-lo em equilíbrio estável.

Coloca-se uma quantidade de água dentro do tubo, para mantê-lo em equilíbrio com uma pequena parte emersa. Coloca-se este tubo dentro de uma garrafa “pet” cheia de água e fecha-se a garrafa. Apertando-se a garrafa no lado externo, verifica-se que o volume de ar dentro do ludião diminui.

Essa redução de volume de líquido deslocado pelo ar diminui o empuxo da água, fazendo com que o ludião desça acelerado. Se diminuirmos gradativamente a força exercida pelas mãos sobre as paredes externas da garrafa, as condições anteriores se restabelecem e o ludião sobe acelerado até permanecer em equilíbrio.

Após a montagem do experimento pelos alunos, as constatações e os questionamentos realizados pelo professor, os alunos devem responder em seus pequenos grupos as perguntas abaixo e, após, essas respostas, devem ser expostas para o grande grupo, no qual serão comentadas pelo professor, realizando uma síntese do estudo realizado.

Algumas perguntas para os alunos:

- 1 - O que você observa no ludião ao apertar e/ou soltar a garrafa no lado externo? Explique.

2 – Como podemos relacionar o processo de imersão e emersão de um submarino com o comportamento do ludião dentro da garrafa?

3 – Descreva que fenômenos físicos ocorrem dentro da garrafa ao apertarmos e afrouxarmos a mesma?

C - Expectativa de resposta (para o professor):

1-Apertando a garrafa, o ludião vai para o fundo com movimento acelerado. Afrouxando a garrafa, o ludião sobe com movimento acelerado.

2-O ludião desce porque entra um pouco mais de água dentro dele, assim acontece com o submarino quando submerge. O ludião sobe porque sai um pouco de água de dentro dele, assim acontece com o submarino quando emerge.

3-Apertando a garrafa há um aumento da pressão interna no líquido e, como consequência, aumento da pressão do ar dentro do ludião com diminuição do volume deste ar (a pressão aumenta em todos os pontos do líquido, conforme o Princípio de Pascal);

Ou: Apertando a garrafa haverá um aumento da pressão no líquido dentro da garrafa. Afrouxando a garrafa haverá uma diminuição da pressão do líquido e também da pressão do ar dentro do ludião com aumento do volume deste ar.

D-Aprendizagens Esperadas:

AC-21 - Enunciar o 'Teorema de Pascal';

AC-26 - Enunciar o Princípio de Arquimedes.

AP-28 - Explicar a movimentação de peixes e submarinos fundamentado no Princípio de Arquimedes.

AA-04 - Cooperar na elaboração dos trabalhos em equipe;

Com esta ADE pretendemos contribuir para que os alunos desenvolvam a habilidade 1 e competência II – ENEM.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)