

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

RIAMA COELHO GOUVEIA

**DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS SOBRE MEIO AMBIENTE
PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DE CONCEITOS FÍSICOS**

**SÃO CARLOS
2010**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

RIAMA COELHO GOUVEIA

**DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS SOBRE MEIO AMBIENTE
PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DE CONCEITOS FÍSICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas da Universidade Federal de São Carlos, para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Exatas.

Orientador: Prof. Dr. Adenilson José Chiquito

**SÃO CARLOS
2010**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

G719dp

Gouveia, Riama Coelho.

Desenvolvimento de projetos sobre meio ambiente para o ensino-aprendizagem de conceitos físicos / Riama Coelho Gouveia. -- São Carlos : UFSCar, 2011.
153p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2011.

1. Física - estudo e ensino. 2. Meio ambiente 3. Projetos. 4. Pedagogia crítica. I. Título.

CDD: 530.07 (20^a)

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Adenilson José Chiquito
DF - UFSCar



Prof. Dr. Rubens Francisco Ventrici de Souza
IFSP - USP



Prof. Dr. Victor Lopez Richard
DF - UFSCar

*“Posso saber pedagogia, biologia como astronomia,
posso cuidar da Terra como posso navegar.
Sou gente.
Sei que ignoro e sei que sei.
Por isso, tanto posso saber o que ainda não sei
como posso saber melhor o que já sei.
E saberei tão melhor e mais autenticamente
quanto mais eficazmente construa minha autonomia
em respeito à dos outros.”*

Paulo Freire, 1996.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal de São Carlos pela oportunidade de desenvolver os trabalhos para a obtenção do título de Mestre através do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas e ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo, *campus* Sertãozinho por permitir e contribuir com a aplicação das atividades da pesquisa.

Agradeço a todos os docentes, coordenadores e servidores do IFSP Sertãozinho que colaboraram direta ou indiretamente com as atividades dos projetos, em especial aos professores Marina Brustello, Aristeu Tininis, Fabiana Freitas, Alex Sandro Correa, Cláudia Trez e Giovana Siqueira Príncipe e ao servidor Altamiro Xavier de Souza, sem os quais o trabalho pedagógico coletivo seria impossível; e aos servidores Lilia Marques e Marcel Santos, que atenderam pronta e rapidamente às solicitações de documentos que permitiram traçar o perfil dos envolvidos para uma correta análise dos resultados. Agradeço também aos estudantes que participaram dos trabalhos pelo interesse e pela dedicação na realização das tarefas.

Agradeço ao meu orientador, prof. Chiquito, pelo apoio, pelo suporte, pelas preciosas sugestões e orientações e por me animar, incentivar e acalmar nos momentos de maior dificuldade. Agradeço ainda pela presteza, pela agilidade em responder às dúvidas e questionamentos, o que permitiu uma dinâmica de trabalho que favoreceu o alcance dos objetivos pretendidos.

Por fim, agradeço a minha família pela paciência que tiveram durante o período em que cursei minhas disciplinas e desenvolvi minha pesquisa e por aceitarem, sem reclamar, as ausências e o excesso de trabalho. Agradeço também à ajuda na transcrição de entrevistas e na revisão de textos, que auxiliaram no processo de análise de dados e na escrita desta dissertação.

RESUMO

O meio ambiente é um tema complexo, que envolve conhecimentos de diversas áreas da ciência. Os problemas ambientais tornam-se cada vez mais presentes na vida de todas as pessoas, tanto no enfrentamento direto de poluições ou desastres quanto através da mídia, quando esta divulga questões sobre o aquecimento global ou o buraco na camada de ozônio. Desta forma, além dos conhecimentos prévios que os estudantes adquirem no nível fundamental, a exposição constante dos jovens aos temas ambientais permite o uso de tais questões como contexto para a discussão de diversos conteúdos disciplinares de física. Sob outro ponto de vista, a discussão de temas ambientais em sala de aula atende à formação de cidadãos conscientes do mundo em que vivem, das relações que o homem estabelece com a natureza, e então capazes uma participação ativa e emancipatória. Aproveitando estas características dos assuntos relacionados ao meio ambiente foram desenvolvidos projetos com professores do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo *campus* Sertãozinho das disciplinas de física, química, biologia, língua portuguesa e sociologia, e estudantes das turmas de 1º e 2º anos do Ensino Médio integrado ao Ensino Técnico de Química e Automação Industrial. Os temas discutidos nos projetos, num total de oito distribuídos entre os anos de 2009 e 2010, foram escolhidos pelo grupo de estudantes e professores envolvidos e a metodologia adotada foi a pesquisa-ação, priorizando a participação e colaboração ativa de todos durante o processo, desde a organização das etapas até a análise dos resultados obtidos. O trabalho incluiu pesquisas em fontes bibliográficas, produção de textos, discussões em sala de aula, montagem de experimentos, confecção de *banners*, elaboração de seminários e apresentações finais em eventos no formato feiras de ciências. Os dados para análise foram coletados através de diversas fontes: registro diário da pesquisadora, registros fotográficos, questionários, entrevistas, documentos escolares e trabalhos produzidos pelos alunos. Os materiais e respostas dos estudantes aos questionamentos propostos em avaliações mostraram uma boa compreensão sobre os conceitos físicos envolvidos nos projetos e um maior engajamento em relação ao conhecimento escolar. Todo o grupo envolvido reconheceu o papel social do trabalho, no sentido de que uma melhor compreensão sobre os problemas ambientais além de contribuir para a formação pessoal, permite uma atuação mais consciente junto à comunidade. Destacaram-se ainda no desenvolvimento da pesquisa, outros aspectos como o caráter eminentemente interdisciplinar do tema meio-ambiente, abrindo perspectivas enquanto recurso didático-pedagógico e a motivação dos estudantes para a realização de pesquisas,

montagem de experimentos e apresentação ao público, característica necessária à efetivação do sistema de projetos. Por outro lado, evidenciaram-se as dificuldades do trabalho em grupo, tanto entre professores quanto entre estudantes o que, infelizmente, não está restrito a esta situação de aprendizagem nem ao sistema educacional, pois se faz presente em diversos momentos da vida em sociedade. De maneira geral os objetivos do projeto foram alcançados, ficando evidente a contribuição da inclusão de temas ambientais para o processo de ensino-aprendizagem, em especial no componente curricular de física, havendo no entanto, muito a se pesquisar no que se referem aos temas que podem ser explorados e principalmente em relação ao meio ambiente como proposta verdadeiramente interdisciplinar.

Palavras-Chave: Física. Meio ambiente. Projetos. Pedagogia crítica.

ABSTRACT

The environment is a complex issue that involves knowledge of several areas of science. Environmental problems are becoming increasingly important for people around the world, both in direct confrontation of pollution or disasters and through the media, when it releases the global warming or the hole in the ozone layer. The high school students establish contact with environmental issues, plus the prior knowledge they acquire at the fundamental level, so the environment which be use as context for the discussion of diverse subject matter of physics. From another point of view, discussion of environmental issues in the classroom meets the education of citizens aware of the world they live in, the relations men establish with nature, and so able an active participation seeking for emancipation. Taking advantage of these features of environment were developed projects involving teachers from the Federal Institute of Education, Science and Technology of São Paulo campus Sertãozinho, of physics, chemistry, biology, portuguese and sociology, and students of classes 1 and 2 years High School integrated with the Technical Education in Chemistry and Industrial Automation. The topics discussed in the projects, a total of eight distributed between the years 2009 and 2010, were chosen by the group of students and teachers involved and the methodology used was action research, emphasizing the participation and active cooperation of all during the entire process, since the organization of the steps to the analysis of results. The work included research in bibliographical sources, writing papers, discussions in the classroom, build experiments, making banners, preparation of seminars and presentations at events type science fairs. The data for analysis were collected through several sources: the researcher's daily log, photographic records, questionnaires, interviews, school documents and work produced by students. The materials and student responses to questions on proposed assessments showed a good understanding of the physics concepts treated in projects and a greater engagement about school knowledge. Every group involved has recognized the role of social work, in the sense that a better understanding of environmental problems contributes to the training staff and enables a more conscious action in the community. During the development of research other aspects appeared: the eminently interdisciplinarity of environmental problems as a teaching resource and the motivation of students to conduct research, make experiments and public presentation, characteristics that are necessary for the implementation of system projects. On the other hand, the activities showed the difficulties of teamwork, both among teachers and among students, what unfortunately is not restricted to this project or the educational system, but it is present in various moments of life in society.

Despite the difficulties the objectives were achieved, thus demonstrating the contribution of the inclusion of environmental issues for the teaching-learning process, particularly in the physical component of the curriculum. However, there is much to research, about the themes that can be explored and how to use the environment as a truly interdisciplinary proposal.

Palavras-Chave: Physics. Environment. Projects. Critical pedagogy.

PUBLICAÇÕES

Revista Iluminart

Artigo “Possibilidades Pedagógicas da Física do Meio Ambiente”

Publicado em março de 2009

XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física 2011

Trabalho “Meio ambiente como contexto para a discussão crítica de conceitos físicos”

Aceito para Comunicação Oral, a ser publicado nos anais do simpósio

Capítulo “Dispersão de Poluentes em Condições de Inversão Térmica”

No livro “O Meio Ambiente e a Sociedade Contemporânea”

Pela editora Suprema Cultura.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01	Laboratório de Informática do IFSP, <i>campus</i> Sertãozinho	10
FIGURA 02	Laboratórios de Ciências do IFSP, <i>campus</i> Sertãozinho.....	10
FIGURA 03	Projeções de Aumento do Nível do Mar até o final do século XXI	18
FIGURA 04	Esquema de funcionamento de um gerador elétrico.....	23
FIGURA 05	Processo de fabricação de biodiesel.....	31
FIGURA 06	Gráfico da intensidade radiação solar em função do comprimento de onda... 36	
FIGURA 07	Balanco energético da Terra sem a interferência humana.....	37
FIGURA 08	Gráficos da evolução do teor de gases na atmosfera.	39
FIGURA 09	Gráfico de concentração de ozônio na estratosfera	45
FIGURA 10	Espectro de absorção dos pigmentos fotossintéticos.....	47
FIGURA 11	Gráficos da pesquisa sobre interesse dos estudantes em temas ambientais. ...	52
FIGURA 12	Primeira apresentação de experimentos da turma 1A1-2009	54-55
FIGURA 13	Segunda apresentação de experimentos da turma 1A1-2009	56
FIGURA 14	Primeira apresentação de instrumentos e mapeamento da turma 1A2-2009... 57	
FIGURA 15	Painéis para apresentação da fuligem coletada pela turma 1A2-2009	58
FIGURA 16	Experimentos e materiais produzidos pelas turmas 1Q1-2009 e 1Q2-2009	61
FIGURA 17	<i>Banners</i> para apresentação elaborados pelas turmas 1Q1-2009 e 1Q2-2009..	62
FIGURA 18	Experimentos elaborados pela turma 2A-2009	63
FIGURA 19	Experimentos e maquetes elaborados pela turma 2Q-2009	64-65
FIGURA 20	Apresentação dos trabalhos na Semana de Ciência e Tecnologia.....	66
FIGURA 21	Organograma construído para divisão de grupos do trabalho de 2010	72
FIGURA 22	Exemplos de <i>banners</i> para apresentação elaborados pela turma 2A-2010.	78
FIGURA 23	Exemplos de <i>banners</i> para apresentação elaborados pela turma 2A-2010.	78
FIGURA 24	Apresentação de trabalhos na turma 2A-2010.....	79-80
FIGURA 25	Apresentação de trabalhos na turma 2Q-2010.....	80-81
FIGURA 26	Brindes elaborados pelos alunos para entrega durante a FESTCANA	81
FIGURA 27	Apresentação de trabalhos na FESTCANA.....	81-82
FIGURA 28	Desenho de barômetro incluído na avaliação bimestral da turma 1A2-2009..	90
FIGURA 29	Opinião dos estudantes sobre contribuição social dos trabalhos de 2009	98
FIGURA 30	Outras disciplinas envolvidas, segundo estudantes, nos projetos de 2010....	101

LISTA DE TABELAS

TABELA 01	Código de identificação para as turmas envolvidas no projeto	12
TABELA 02	Distribuição de estudantes do projeto por ano de nascimento.....	13
TABELA 03	Quadro-resumo da primeira etapa de planejamento do projeto.....	53
TABELA 04	Quadro-resumo da segunda etapa de planejamento do projeto	74-75
TABELA 05	Distribuição de notas em 2009: turmas 1A1-2009 e 1A2-2009.....	95
TABELA 06	Distribuição de notas em 2010: turmas 2A-2010 e 2Q-2010.....	96

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	01
2. FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS E CONTEXTO ESCOLAR.	05
2.1 PESQUISA-AÇÃO PARTICIPATIVA	05
2.2 MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA	07
2.3 O IFSP, <i>CAMPUS</i> SERTAOZINHO.	09
2.4 PERFIL DOS ESTUDANTES	12
3. TEMAS DE FÍSICA DO MEIO AMBIENTE.....	15
3.1 AUMENTO DO NÍVEL DO MAR.....	15
3.2 QUEIMADAS.....	19
3.3 GERAÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA.	22
3.3.1 Geração de Energia	22
3.3.2 Consumo de Energia	26
3.4 BIODISEL	30
3.5 CHUVA ÁCIDA	32
3.6 AQUECIMENTO GLOBAL	35
3.7 CAMADA DE OZÔNIO	41
3.7.1 O que é a camada de ozônio?	41
3.7.2 Como se forma a camada de ozônio?	41
3.7.3 De que forma essa camada protege a vida de seres humanos?	42
3.7.4 O que é e como se forma o buraco na camada de ozônio?	43
3.7.5 O que se pode fazer para diminuir esse “buraco”?	44
3.8 EFEITO GUARDA-SOL.....	45
4. DESENVOLVIMENTO DOS TRABALHOS.....	49
4.1 PLANEJAMENTO	49
4.2 AÇÃO E OBSERVAÇÃO.	53
4.2.1 Aumento do Nível do Mar - Turma 1A1-2009	53
4.2.2 Queimadas – Turma 1A2-2009	56
4.2.3 Biodiesel - Turmas 1Q1-2009 e 1Q2-2009	60
4.2.4 Geração e Consumo de Energia - Turmas 2A-2009 e 2Q-2009	62
4.2.5 Apresentação dos Trabalhos	65
4.3 REFLEXÃO.	67
4.4 RE-PLANEJAMENTO	71
4.5 NOVA AÇÃO E OBSERVAÇÃO.....	75
4.6 NOVA REFLEXÃO.....	83

5. CONSEQUENCIAS PARA O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM.	87
5.1 CONTEÚDOS DE FÍSICA	87
5.2 FORMAÇÃO PARA A CIDADANIA.	97
5.3 MULTIDISCIPLINARIDADE E INTERDISCIPLINARIDADE.	100
5.4 MOTIVAÇÃO E INTERESSE.	102
5.5 IMPRESSÕES DOS ESTUDANTES E PROFESSORES.	104
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	106
6.1 REFLEXÕES METODOLÓGICAS	107
6.2 REFLEXÕES SOBRE AS RELAÇÕES INTERPESSOAIS.	108
6.3 REFLEXÕES SOBRE O SISTEMA DE PROJETOS.	110
6.4 REFLEXÕES SOBRE AS POSSIBILIDADES INTERDISCIPLINARES.	111
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113
APÊNDICE A – Perfil dos estudantes	116
APÊNDICE B – Levantamento de conhecimentos prévios e interesses	121
APÊNDICE C – Pesquisa com estudantes após Semana de C & T 2009	132
APÊNDICE D – Pesquisa com estudantes após Festcana 2010.	139
APÊNDICE E – Roteiro para entrevistas após Semana de C & T 2009.	147
APÊNDICE F – Pesquisa com professores após FESTCANA 2010.	149

1. INTRODUÇÃO

Meio ambiente, segundo o dicionário Aurélio, é “*o conjunto de condições naturais e de influências que atuam sobre os organismos vivos e os seres humanos*” (Ferreira, 1986). De maneira análoga, mas especificando alguns pontos como a presença de aspectos físicos, a Lei Ambiental define meio ambiente como “*o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas*” (Lei 6.938, 1981)¹. As duas definições são bastante amplas e indicam a complexidade do tema e o grande número de variáveis e conhecimentos que estão envolvidos.

Questões ambientais estão presentes na vida de todos, seja pelo enfrentamento direto de problemas como enchentes, desmoronamentos, poluição do ar e de águas, seja por notícias veiculadas pela mídia, falada e impressa, sobre o aquecimento global, camada de ozônio, efeito estufa, aumento do nível do mar, entre outros. Desta forma, os estudantes em geral e os do ensino médio em particular, estabelecem de uma forma ou de outra, contato com temas ambientais inclusive através de estudos anteriores.

Este fato fica demonstrado com a observação dos resultados encontrados em uma pesquisa realizada com seis turmas do ensino médio do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), *campus* Sertãozinho, totalizando 102 alunos, em que todos já haviam ouvido falar sobre problemas ambientais de sua região ou do planeta de uma forma geral, sempre através de mais de uma fonte de informação: televisão, jornais, internet, revistas... Entre os estudantes questionados, 80 também afirmaram ter estudado sobre alguma questão ambiental no ensino fundamental. Os problemas ambientais da região de Sertãozinho mais mencionados foram as queimadas, por 54% dos entrevistados, e a poluição da água e do ar; entre os temas já estudados os mais lembrados são o aquecimento global, a poluição da água e do ar, o desmatamento e o problema da escassez de água potável.

Com uma base estabelecida pelos estudos prévios, no nível fundamental, os jovens chegam ao ensino médio com alguns conceitos desenvolvidos sobre as questões ambientais e com diversas curiosidades. Na pesquisa citada anteriormente os alunos afirmaram ter interesse no estudo de diversos temas ambientais, principalmente para os quais

¹ Lei assinada pelo Presidente da República Federativa do Brasil que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Pode ser acessada através do site http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm.

já possuem informações, mas também sobre fenômenos atmosféricos e naturais, bombas atômicas e descarte nuclear, resíduos hospitalares e efeitos da radiação.

O interesse, como afirma Lourenço Filho (2002) segundo a pedagogia proposta por John Dewey, podem servir de alicerce para o desenvolvimento de projetos educacionais estruturados em situações reais, propiciando uma aprendizagem que interage modos de pensar, sentir e agir. Nesta metodologia o problema é o foco e precede, portanto, os conceitos científicos que serão buscados pelo estudante, com a mediação do professor, constituindo uma experiência capaz de por a prova suas hipóteses e conclusões.

Sob outro ponto de vista, o fato de os estudantes estabelecerem contato com as questões ambientais em seu cotidiano é motivo suficiente para utilizar o assunto meio ambiente como contexto para a discussão de conteúdos escolares, conforme apontado por Paulo Freire: *“Por que não discutir com os alunos a realidade concreta a que se deva associar a disciplina cujo conteúdo se ensina (...)?”*(Freire, 1996). Os temas ambientais permitem o tratamento de diversos conceitos de física, além de assuntos relacionados à química, à biologia, à sociologia, à história, etc. A abordagem contextualizada dos conteúdos favorece o aprendizado, pois desperta o interesse dos estudantes para a ciência, estabelecendo uma ponte entre o senso comum e o conhecimento científico, além de permitir a problematização de questões reais e a busca de soluções que possam ser verdadeiramente aplicadas.

O tratamento de problemas ambientais também atende a uma solicitação da formação básica que está presente na Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938, 1981) e nas Diretrizes Curriculares Nacionais, qual seja, a de tornar toda a comunidade consciente do meio em que vive e capaz de atuar ativamente em sua defesa:

Espera-se que a escola contribua para a constituição de uma cidadania de qualidade nova, cujo exercício reúna conhecimentos e informações a um protagonismo responsável, para exercer direitos que vão muito além da representação política tradicional: emprego, qualidade de vida, meio ambiente saudável. (Brasil, 1999, p.72)

O cidadão, na sociedade contemporânea, não é mais um simples eleitor, mas também um consumidor que tem acesso a um grande número de informações, através dos diversos meios de comunicação disponíveis. Assim sendo, a cidadania, cuja compreensão exige reflexões sobre a organização social, a distribuição de riquezas e as relações de trabalho, deve ser transformada em ecocidadania, incluindo a discussão sobre direitos, deveres e responsabilidades individuais e coletivas na direção de uma sociedade sustentável.

Para o desenvolvimento da ecocidadania o estudante deve compreender que não há neutralidade na ciência (cf. Loureiro, 2006) e que a postura adotada frente ao meio-

ambiente é uma escolha que traz conseqüências ao futuro do planeta. A postura de dominação do homem sobre a natureza adotada pela sociedade de consumo tornou-se “*uma ação predatória e potencialmente ameaçadora da vida na Terra*” (Loureiro, 2008, p. 21). Uma relação saudável entre homem e natureza implica no reconhecimento de que a natureza possui uma dinâmica própria que deve ser respeitada, e em contrapartida permite interações e investigações capazes de produzir conhecimento e o avanço científico, resultando num desenvolvimento econômico e tecnológico equilibrado.

O papel da educação ambiental é reconhecido de forma explícita nos documentos oficiais que regem o ensino fundamental, de forma que o assunto é proposto como tema transversal: “*os conteúdos de educação ambiental se integram no currículo escolar, a partir de uma relação de transversalidade, de modo a impregnar a prática educativa, exigindo do professor uma readaptação dos conteúdos abordados em sua disciplina*”(Castro; Spazziani; Santos, 2006, p.168).

Nas disciplinas de química e biologia do ensino médio, também aparecem referências às questões ambientais, ainda que de forma um pouco menos incisiva do que no Ensino Fundamental. Uma das competências a serem desenvolvidas no estudo de biologia, por exemplo, é a de “*julgar ações de intervenção, identificando aquelas que visam à preservação e à implementação da saúde individual, coletiva e do ambiente*” (Brasil, 1999, p. 227). Na química, uma competência a ser atingida pelo estudante está relacionada com o reconhecimento de aspectos químicos presentes na interação do ser humano com o ambiente (cf. Brasil, 1999, p. 235).

Em relação à física, no entanto, os próprios Parâmetros Curriculares Nacionais parecem deixar a questão de lado, e apenas mencionam o assunto quando tratam das questões energéticas e de distribuição de água (cf. Brasil, 1999, p. 249), o que está longe de ser a exploração de todo o potencial que o tema permite dentro dos conhecimentos físicos. O estudo de questões ambientais, locais e globais, pode servir de base para a discussão de conceitos físicos como o calor, as transferências de calor, ondas eletromagnéticas, tipos de radiação, empuxo, densidade, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, sem mencionar os temas que mais facilmente se associam à física, como a geração e o consumo de energia.

Todas estas características - diversidade de temas, interesse dos estudantes e presença no cotidiano, bem como a necessidade de formar um cidadão ambientalmente consciente são razões suficientes para uma investigação sobre o potencial de projetos em física do meio ambiente como recurso didático pedagógico. A finalidade desta pesquisa é, portanto, a de verificar de que maneira as possibilidades oferecidas pelas questões ambientais

podem contribuir para o ensino-aprendizagem de física no ensino médio, tanto em relação aos conteúdos específicos desta ciência quanto para formação do estudante para a vida em sociedade.

A metodologia empregada, fazendo jus à proposta de participação e ação coletiva, foi a pesquisa-ação. Os métodos e técnicas de coleta de dados escolhidos foram diversificados para permitir informações quantitativas significativas e análises qualitativas profundas sobre todos os aspectos do processo educativo. Estes tópicos estão apresentados em detalhes no próximo capítulo, que inclui também uma descrição detalhada da instituição escolar onde o trabalho foi desenvolvido e dos professores, servidores e alunos que fizeram parte do processo.

No decorrer dos trabalhos diversos temas ambientais foram explorados. Os assuntos foram escolhidos levando em consideração os interesses de estudantes e professores e incluíram o aquecimento global, queimadas, efeito guarda-sol, camada de ozônio, energia, biodiesel, entre outros. Na abordagem receberam destaque os conceitos físicos, mas também foram inseridos os aspectos relacionados a outras áreas do saber, como a química e a biologia. Uma discussão sobre os temas tratados pelas turmas está apresentada no capítulo três.

No quarto capítulo há uma descrição completa sobre o desenvolvimento do trabalho junto aos professores e estudantes nos anos de 2009 e 2010, incluindo a etapa de planejamento, as pesquisas e montagens de experimentos, as apresentações e a análise dos aspectos metodológicos adotados. Os resultados obtidos estão apresentados no capítulo cinco, tanto os que se referem à compreensão de conceitos de física quanto os relativos à formação cidadã, incluindo também aspectos interdisciplinares e as impressões dos envolvidos sobre o trabalho.

O último capítulo, que contém as considerações finais, traz uma reflexão sobre a efetivação da metodologia escolhida, sobre os resultados encontrados, em todos os seus aspectos, e destaca algumas questões pedagógicas surgidas durante a pesquisa. Neste capítulo também existem reflexões sobre questões que ainda podem ser pesquisadas, dentro da perspectiva de inserção do meio-ambiente como recurso para discussão de conceitos científicos.

2. FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS E CONTEXTO ESCOLAR

Neste capítulo serão abordados tanto os aspectos teóricos da metodologia de pesquisa utilizada no trabalho quanto a realidade escolar em que as atividades didático-pedagógicas foram desenvolvidas, dando base à compreensão do processo e dos resultados obtidos na pesquisa.

A metodologia principal foi a pesquisa-ação participativa, tendo em vista que a pesquisa desenvolveu-se em conjunto com a prática do professor-pesquisador, envolveu um grupo de docentes e estudantes da instituição - com participação ativa dos mesmos no processo - e teve como objetivo a transformação da prática educativa e da atuação dos agentes do ensino-aprendizagem.

Para possibilitar reflexões sistemáticas sobre o trabalho, o acervo de dados da pesquisa foi composto por diversas fontes: questionários aplicados a estudantes e professores, registro escrito detalhado das atividades desenvolvidas, fotografias dos momentos de intervenção didática e das apresentações dos trabalhos, entrevistas com docentes e discentes, documentos escolares, trabalhos elaborados pelos alunos e respostas à questões propostas, provas utilizadas como avaliação de rendimento escolar, além da necessária pesquisa bibliográfica.

Em relação à realidade de cada escola, o conjunto de docentes, discentes e administradores, a estrutura física e de equipamentos, a localização e as condições econômicas e sociais de toda a comunidade escolar interferem diretamente e até mesmo delimitam o processo de ensino-aprendizagem, seus sucessos e dificuldades (Bucussi, 2005). Desta forma, para analisar a aplicação de uma nova proposta ou metodologia é imprescindível conhecer essa realidade: as características da cidade em que está situada; a estrutura física atual da escola; o corpo docente e o conjunto de servidores da instituição; e o perfil dos estudantes envolvidos no trabalho.

2.1 PESQUISA-AÇÃO PARTICIPATIVA

A pesquisa-ação tem sua origem nos trabalhos de Kurt Lewin que remontam à década de 1940 sobre mudanças de hábitos alimentares (cf. Kemmis; Wilkinson, 2002). Durante algumas décadas a metodologia ganha espaço em pesquisas relacionadas à gestão organizacional. A partir da década de 1980 a pesquisa-ação se une às concepções dialéticas e passa a fazer parte do referencial metodológico que busca a melhoria da prática educativa.

Desde o início, a pesquisa-ação está baseada em alguns princípios que acabam por determinar suas características. São esses princípios: *“a construção de relações democráticas; a participação dos sujeitos; o reconhecimento de direitos individuais, culturais e étnicos das minorias; a tolerância a opiniões divergentes; e ainda a consideração de que os sujeitos mudam mais facilmente quando impelidos por decisões grupais.”* (Franco, 2005). Entre as características resultantes destacam-se: ser um processo social, investigando contextos como a educação; ser participativa, envolvendo indivíduos que examinam seu próprio conhecimento; ser prática e colaborativa, de forma que os participantes interagem socialmente e analisam suas ações; ser emancipatória, auxiliando na libertação do indivíduo em relação às dinâmicas sociais estabelecidas; ser crítica, incentivando a reflexão sobre as condições sociais impostas; ser dialética, objetivando a investigação da realidade para sua transformação.

O processo da pesquisa-ação envolve uma espiral de ciclos que compreendem três fases. A primeira fase é o planejamento, que envolve a detecção de problemas e a adoção de meios para o estabelecimento de mudanças; em seguida vem a ação, que ocorre juntamente com a observação do processo de mudança e de suas conseqüências; por fim, da observação são retirados elementos para uma reflexão, tanto sobre a forma como foram executadas as etapas da ação quanto sobre as conseqüências que foram geradas. O ciclo reinicia com um novo planejamento, baseado nos resultados da etapa de reflexão.

A estrutura de ciclos é apenas um guia para a pesquisa, mas na prática as etapas não possuem um limite bem definido: *“Esses estágios sobrepõem-se e os planos iniciais rapidamente tornam-se obsoletos à luz do aprendizado a partir da experiência. Na verdade, o processo é provavelmente mais fluido, aberto e sensível.”* (Kemmis; Wilkinson, 2002, p. 43).

Os envolvidos na pesquisa-ação podem ser divididos em pesquisador e participantes. O papel do pesquisador é o de facilitador do processo de transformação, atuando em cada etapa do trabalho, estabelecendo comunicação com e entre os envolvidos, compreendendo e permitindo a compreensão sobre o desenvolvimento das atividades e seus resultados e mantendo o rigor científico e garantindo a fiel análise dos dados. Os participantes, por sua vez, devem ser sujeitos ativos do processo desde a detecção da problemática, passando pela pesquisa e pela ação, até a análise dos resultados; devem fazer parte das tomadas de decisão e estarem dispostos ao trabalho.

É notório o caráter prático e social da pesquisa-ação, que no caso educacional só pode se desenvolver dentro de um contexto escolar definido e com sujeitos que são agentes sociais cuja história determina os processos e os resultados.

2.2 MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

Para a obtenção de dados durante o processo e em relação aos resultados da pesquisa-ação são possíveis diferentes métodos e técnicas de pesquisa, com abordagens tanto qualitativas quanto quantitativas, sem a limitação a um método ou técnica específico. Análises quantitativas permitem traçar perfis, generalizar, estabelecer relações entre variáveis, mas não são capazes de traduzir ideologias e representações, motivações e ações. Desta forma, *“quando se procura uma compreensão mais abrangente da estrutura discursiva dos atores sociais e seu comportamento, as técnicas qualitativas se tornam mais apropriadas”* (Santos, 2009).

Nesta perspectiva, os questionários apresentaram questões fechadas objetivas (sim/não, muito/um pouco/muito pouco/não ou atribuição de nota) que permitem tratamento estatístico e análises qualitativas; e questões abertas, com espaço livre para as respostas dos participantes, as quais forneceram dados para identificação das percepções individuais e conclusões próprias de cada um. Foram aplicados um total de cinco questionários, quatro aos estudantes: perfil sobre formação e atividades extra-classe (Apêndice A), levantamento de conhecimentos prévios e interesse sobre questões ambientais (Apêndice B), impressões e conhecimentos adquiridos após a primeira apresentação de trabalhos (Apêndice C) e impressões e conhecimentos adquiridos após a segunda apresentação dos trabalhos (Apêndice D); e um aos professores envolvidos na segunda apresentação (Apêndice F), questionando sobre sua participação, suas impressões e os resultados obtidos. Para completar o perfil dos estudantes foi solicitada à secretaria de registros escolares uma listagem que contivesse dados sobre os participantes.

O registro escrito detalhado, no formato diário de bordo, juntamente com os registros fotográficos permitem a reconstrução minuciosa do processo da pesquisa, e dão condições a uma análise contextualizada de cada etapa do trabalho, bem como dos resultados. No diário foram anotadas tanto as discussões que ocorreram nas reuniões e encontros com os professores e coordenadores envolvidos quanto as intervenções da pesquisadora em sala de aula e fora dela com os estudantes: aulas teóricas, aulas destinadas à elaboração dos

experimentos e dos materiais de apresentação, discussões com as turmas sobre temas e organização do grupos, dúvidas dos estudantes nas aulas e em situações extra-classe.

Outra forma de análise usada foram as entrevistas que tiveram como objetivo aprofundar o estudo das participações individuais de estudantes e docentes no trabalho, bem como das impressões sobre o desenvolvimento e sobre o produto do projeto. Seguiram um padrão estruturado (Apêndice E), ou seja, apresentaram questões “*direcionadas e previamente estabelecidas, com determinada articulação interna*” (Severino, 2007, p.125). Foram realizadas entrevistas com dois professores, um coordenador e dezoito alunos que participaram da primeira implantação do trabalho, sendo selecionados a partir de todas as turmas que participaram das atividades.

Durante a execução dos projetos os estudantes empreenderam diversas atividades e o material produzido foi sendo coletado para auxiliar nas análises. Os trabalhos consistiram em pesquisas bibliográficas com entrega dos textos pesquisados juntamente com um resumo, respostas às questões proposta pelos professores, discussão de artigo científico com entrega de resumo, pesquisa de campo com coleta de material, organização e análise dos dados coletados em pesquisa de campo, elaboração de painéis e *banners* para apresentação, montagem de experimentos, produção de texto para inscrição na Olimpíada de Saúde e Meio Ambiente e realização de seminários para troca de informações entre os grupos. Além destes materiais, nas avaliações bimestrais foram inseridas questões relacionadas ao meio ambiente, enfatizando os conteúdos abordados pelos trabalhos da turma, e as respostas fornecidas pelos alunos também compõem o conjunto de dados da pesquisa.

Para dar suporte à organização e realização do projeto a pesquisa bibliográfica incluiu dois aspectos bastante distintos, quais sejam, referencial teórico em educação e educação ambiental; teorias sobre fenômenos naturais, com enfoque na física, que são necessárias à compreensão das questões ambientais trabalhadas. Como de costume foram pesquisados livros, artigos em periódicos científicos, dissertações e teses, mas foram também utilizados artigos publicados em revistas de divulgação científica e *sites* de instituições governamentais e de pesquisa.

A análise dos dados levou em consideração que o pesquisador, assim como os participantes, foram sujeitos durante todo o processo, inclusive das etapas de avaliação e que, portanto, suas visões de mundo, ideologias, valores e representações fizeram parte dos resultados. Por outro lado, esforçou-se por identificar mudanças objetivas, principalmente em termos do desempenho escolar e na compreensão dos conteúdos de física, resultantes da participação na pesquisa.

2.3 O IFSP, *CAMPUS SERTÃOZINHO*

Todo o trabalho de pesquisa foi desenvolvido no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), no campus de Sertãozinho, com professores e estudantes das turmas de primeiro e segundo anos do ensino médio integrado ao ensino técnico na modalidade regular.

Sertãozinho é uma cidade com aproximadamente 110.000 habitantes localizada no nordeste do Estado de São Paulo, distante menos de 20Km de Ribeirão Preto, o centro econômico dessa região. A atividade econômica principal é a indústria, com ênfase na produção de açúcar e álcool, possuindo um total de sete usinas de refino e destilaria; há também grande destaque para as atividades agrícolas, principalmente relacionadas à cana-de-açúcar. Em relação à educação a cidade conta 21 estabelecimentos públicos de educação infantil, 21 estabelecimentos de ensino fundamental e 15 de ensino médio, entre públicos e particulares, e 3 estabelecimentos de ensino superior particulares, além do IFSP.

A escola iniciou seu funcionamento no ano de 1996 na cidade de Sertãozinho, sendo a terceira unidade do então chamado Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo (CEFETSP), oferecendo inicialmente cursos de qualificação profissional. No ano de 1999 a instituição ofereceu vagas para o curso técnico em mecânica integrado ao ensino médio, mas logo no ano seguinte passou a oferecer apenas cursos técnicos concomitantes, ou seja, paralelos à formação média regular, na área de Automação Industrial. Em 2006 foram iniciadas as primeiras turmas de ensino médio integrado ao ensino técnico na modalidade EJA (Educação de Jovens e Adultos), com cursos na área de Mecânica e Gestão (posteriormente alterado para Administração).

No ano de 2008, mudando para novas instalações e seguindo a perspectiva de ampliação da rede federal de educação tecnológica, a unidade de Sertãozinho deixou de contar os cursos técnicos concomitantes e passou a oferecer, além dos cursos técnicos integrados ao ensino médio na modalidade EJA, cursos técnicos integrados ao ensino médio na modalidade regular, nas áreas de Automação Industrial e Química. Passou a oferecer também cursos superiores de tecnologia em Automação Industrial e Fabricação Mecânica; e licenciatura, especificamente na área de Química. Em 2009, com transformação da unidade em campus do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo, e em 2010, já na nova realidade, os cursos oferecidos foram os mesmos de 2008.

Atualmente a escola conta com seis salas de aula que comportam, em média, 35 alunos cada, um auditório para aproximadamente 150 pessoas, dois laboratórios de

Informática (Figura 01) com 18 computadores cada e outros laboratórios das várias áreas que, por possuírem mesas e cadeiras, são usados como sala de aula principalmente no período noturno.

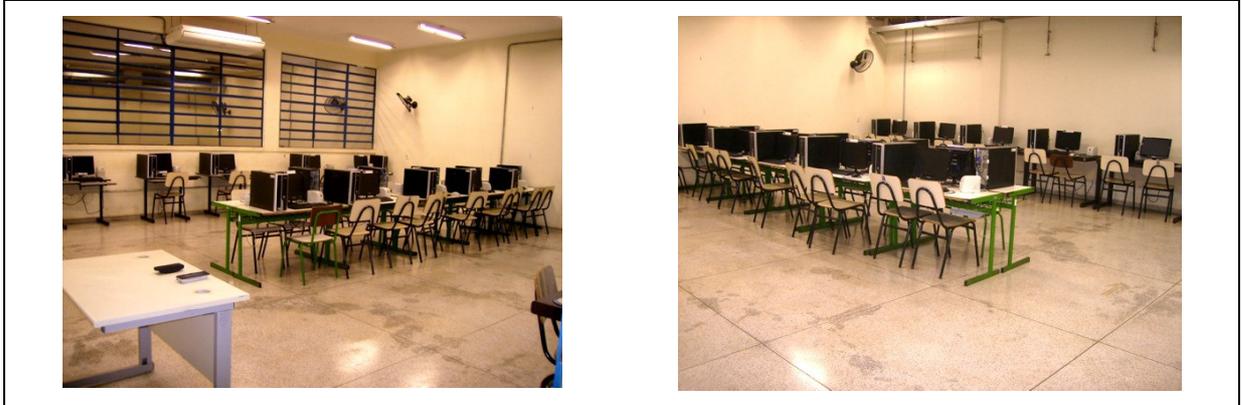


Figura 01 – Laboratório de Informática do IFSP, *campus* Sertãozinho.

Devido aos cursos técnicos e tecnológicos a escola possui laboratórios e equipamentos nas áreas de Mecânica (tornos, fresas, sistemas pneumáticos, traçador de perfil...), Automação Industrial (eletrônica, sistemas digitais, robótica...) e Química (capelas, estufa, aquecedores, vidrarias diversas...). Também conta com espaço para um laboratório de Física (Figura 02), com bancadas e armários, mas que possui, além de um *kit* didático de mecânica e outro de eletromagnetismo, apenas alguns poucos materiais produzidos pelos próprios professores.

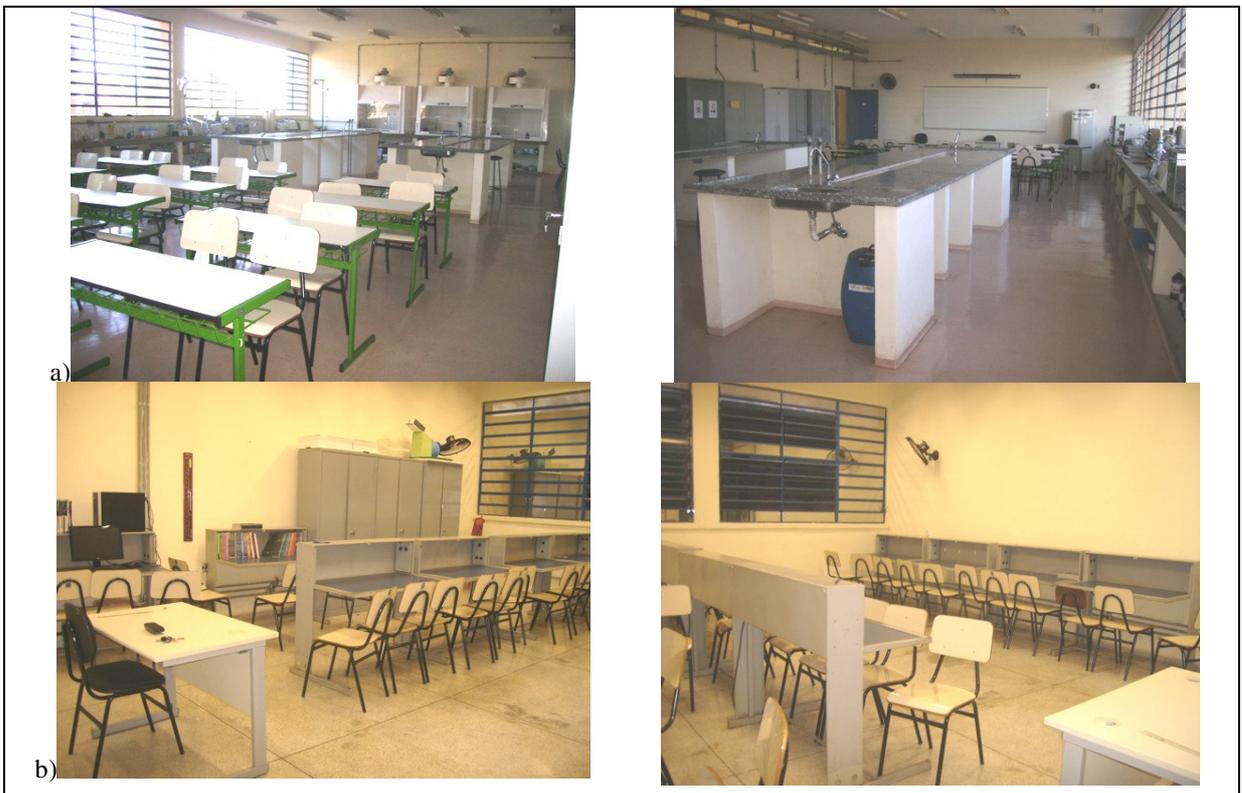


Figura 02 – Laboratórios de Ciências do IFSP, *campus* Sertãozinho. a) Química; b) Física.

Além dos instrumentos específicos de cada área, existem recursos didáticos disponíveis a todos os professores para uso em sala de aula, como equipamentos de projeção multimídia, num total de nove e ao menos três retroprojetores em funcionamento, sendo que as salas de aula, laboratórios e auditórios possuem telas para projeção. O acervo da biblioteca vem sendo ampliado rapidamente para atender a necessidade de reconhecimento dos cursos superiores, mas também possui material de consulta, na forma de livros didáticos, paradidáticos e revistas, para os estudantes de ensino médio. Também estão localizados na biblioteca três computadores para uso dos estudantes, fora do horário de aulas, geralmente bastante disputados.

O quadro de servidores do IFSP *campus* Sertãozinho, incluindo técnico-administrativos e servidores, ainda não está completo, visto ser um *campus* relativamente novo, em processo de rápida expansão. Os docentes estão divididos em quatro áreas distintas: Química e Ciências, Gestão e Humanidades, Automação Industrial e Mecânica. Na área de Química e Ciências encontram-se os professores de Física, Química, Matemática e Biologia; em Gestão e Humanidades estão professores de Letras, Geografia, História, Sociologia, Filosofia, Administração, entre outros. Cada área conta, em média, com doze professores efetivos e mais 10 professores substitutos distribuídos entre elas.

Para ingresso no Instituto Federal os professores, tanto efetivos quanto substitutos, passam por processo seletivo na forma de concurso. A maioria dos professores efetivos trabalha em regime de Dedicção Exclusiva, e uma pequena parte em regime de 40h semanais, sendo que apenas os professores substitutos são contratados por aula. Dos efetivos 24% possuem título de Doutores e 48% são Mestres em suas áreas de atuação, 15% cursaram alguma especialização e apenas 13% possuem apenas a graduação. Muitos dos professores que não possuem pós-graduação estão dando continuidade em suas formações acadêmicas através de cursos de Mestrado ou Doutorado, conforme o caso.

Além das atividades em sala de aula estes professores assumem outras responsabilidades como as Coordenações de Área, Coordenações de Cursos, Coordenações de Estágio, Gerências Acadêmicas e de Ensino e até mesmo a direção do *campus*. Todos os professores em regime de dedicação exclusiva devem desenvolver projetos dentro da instituição, voltados à melhoria do ensino ou à pesquisa e divulgação científica.

Os servidores técnico-administrativos, num total de 25, distribuem-se em diversos setores: secretaria, administração, manutenção, etc. Os setores diretamente relacionados com as atividades pedagógicas são a Secretaria, que conta com quatro servidores

e é responsável por organizar as notas dos estudantes e emitir documentos como históricos e declarações; a Coordenação de Ensino, com três servidores e mais quatro inspetores de empresa terceirizada, responsável pela elaboração e controle do horário de aulas e pelos problemas disciplinares nas turmas; a Coordenação Técnico-Pedagógica, com cinco servidores, dentre eles pedagogos, uma psicóloga e uma assistente social, responsável pelo acompanhamento das notas e faltas dos estudantes, pelos conselhos de classe e por uma diversidade de questões que surgem nas relações professor-aluno; e a Coordenadoria de Extensão, com um servidor e um estagiário, responsável pela organização das atividades de estágio, cursos extra-curriculares e visitas técnicas.

2.4 PERFIL DOS ESTUDANTES

Levando em consideração os objetivos do projeto e a realidade dos cursos oferecidos pelo IFSP, diferentes turmas foram escolhidas para o desenvolvimento do trabalho: em 2009, todas as turmas do ensino médio integrado ao ensino médio na modalidade regular, o que corresponde às turmas de primeiro e segundo anos dos cursos de Química e Automação Industrial; em 2010, as turmas de segundo ano do curso técnico integrado ao ensino médio regular, dos cursos de Química e Automação Industrial.

Para facilitar a identificação das turmas neste trabalho elas serão tratadas por um código, conforme discriminado na Tabela 01.

Curso	Série	Ano	Nº Alunos	Código
Automação Industrial	1º Ano	2009	22 26	1A1-2009 1A2-2009
Automação Industrial	2º Ano	2009	25	2A-2009
Automação Industrial	2º Ano	2010	36	2A-2010
Química	1º Ano	2009	23 19	1Q1-2009 1Q2-2009
Química	2º Ano	2009	25	2Q-2009
Química	2º Ano	2010	45	2Q-2010

Tabela 01 – Código de identificação para as turmas envolvidas no projeto.

Para preencher as 40 vagas de cada uma das turmas de ensino médio integrado ao ensino técnico na modalidade regular os candidatos participam de um processo seletivo semelhante a um vestibular, que avalia os conhecimentos previamente adquiridos no ensino

fundamental. Para as turmas que ingressaram em 2008 e que, portanto, cursavam o segundo ano em 2009, a relação de candidatos por vaga no vestibular foi de 2,775 para Química e 3,975 para Automação Industrial. Em 2009 a concorrência foi de 2,68 candidatos por vaga para Automação Industrial e 1,70 para Química. No ano de 2010 a relação de candidatos por vaga para o curso de Automação Industrial foi de 3,45 e para o curso de Química de 3,625. Devido a essa concorrência o processo seletivo privilegia as famílias mais interessadas, os alunos mais aplicados ou aqueles que tiveram melhores oportunidades de formação.

Os estudantes do ensino médio integrado ao ensino técnico na modalidade regular que participaram das atividades deste projeto possuem datas de nascimento que se concentram nos anos de 1992 a 1994, com algumas exceções espalhadas pelas décadas de 1970, 1980 e início dos anos 1990, como pode ser observado na Tabela 02.

Ano Nascimento	Nº Estudantes	Porcentagem
1970 a 1979	4	3%
1980 a 1989	2	1%
1990	1	1%
1991	8	6%
1992	39	28%
1993	47	33%
1994	40	28%

Tabela 02 – Distribuição de estudantes do projeto por ano de nascimento.

A grande maioria desses estudantes cursou o ensino fundamental em escolas da rede pública municipal e/ ou municipal, mais especificamente 84% entre os que participaram das atividades deste trabalho. Entre os 16% restantes, 6% dividiram o ensino fundamental entre escolas públicas e particulares e 3% estudaram no SESI, com bolsa de estudos, de forma que apenas 7% desses alunos cursaram o ensino fundamental totalmente em escolas da rede privada.

Entre os 113 estudantes pesquisados, 106 possuem computador em casa e os outros 7 tem acesso a computador na casa de parentes ou na escola; 85 possuem acesso à Internet de alta velocidade (banda larga) na própria residência, e outros 22 acessam em outros locais, como casa de parentes, *lan-house* ou na escola. Além de frequentar o ensino fundamental 81% dos estudantes pesquisados fizeram algum curso, principalmente informática, inglês e alguns tipos de esporte, como natação e lutas marciais. Enquanto cursa o ensino médio a maioria dos estudantes não faz qualquer outro curso, sendo que apenas 25%

dos estudantes ainda cursam inglês, música, entre outros. Em seu tempo livre os alunos se dedicam principalmente à música, televisão e filmes, e no computador desenvolvem os trabalhos escolar e utilizam *softwares* de comunicação (*msn, skype...*). Quase que por unanimidade, excetuando-se apenas 3 alunos, os estudantes desejam ingressar em uma faculdade, principalmente na área de exatas, com destaque para química e engenharias.

Nas duas turmas que ingressaram em 2008 houve grande número de desistências, por diversos motivos. Alguns estudantes já haviam cursado o ensino médio e estavam interessados apenas no diploma do curso técnico, mas não tiveram motivação suficiente para cursar todos os componentes curriculares novamente, visto que não há previsão para dispensa. Por se tratar de uma modalidade de ensino relativamente nova para a cidade - curso técnico integrado ao ensino médio - alguns estudantes cursavam o IFSP ao mesmo tempo em que freqüentavam o ensino médio em outra escola da rede pública ou particular e não conseguiram acompanhar de forma satisfatória os dois cursos, abandonando o do IFSP. Além disso, houve grande número de alunos que não atingiram as condições suficientes para passar ao segundo ano e tiveram que cursar novamente a primeira série.

Como conseqüência as turmas do segundo ano em 2009 (2A-2009 e 2Q-2009) contavam apenas com apenas 25 alunos cada uma, incluindo alguns alunos que foram recebidos como transferência de outras escolas. Por outro lado, as turmas de primeiro ano em 2009, além dos 40 alunos ingressos pelo vestibular, incluíam os alunos repetentes que se matricularam novamente no primeiro ano, e ultrapassaram os 50 estudantes cada uma. Para permitir um trabalho satisfatório em termos de ensino-aprendizagem essas turmas foram divididas (1A1-2009, 1A2-2009, 1Q1-2009 e 1Q2-2009), ficando com o número de alunos variando entre 19 e 26, resultando num total de seis turmas para o desenvolvimento dos trabalhos durante esse ano.

Durante o ano de 2009 alguns alunos do primeiro ano desistiram, pelos mesmos motivos expostos acima e por outros, mas a soma de estudantes que chegaram ao final em cada curso ainda era superior aos 40 alunos por turma. Levando em consideração que alguns alunos não atingiram as condições para seguirem no curso, sendo reprovados e que a escola recebeu transferência de alunos para o segundo ano, um total de 80 alunos ficou distribuído entre as duas turmas no ano seguinte, Química e Automação Industrial (2A-2010 e 2Q-2010).

3. TEMAS DE FÍSICA DO MEIO AMBIENTE

O meio ambiente é, por si só, um tema multidisciplinar ou interdisciplinar, uma vez que seu estudo envolve questões biológicas: animais, vegetais, biomas, ecossistemas; químicas: composição da atmosfera, contaminação do solo, chuva ácida; físicas: radiações, efeito estufa, fenômenos atmosféricos; geográficas: relevo, clima; sociológicas: meios de produção, sociedade de consumo; históricas: revolução industrial, entre outras.

São muitos os aspectos do meio ambiente que merecem atenção, mas não seria possível explorar todos num único trabalho. Para esta dissertação foram, portanto, selecionados alguns temas relacionados a questões ambientais e escolha foi feita com base no interesse dos estudantes, nas relações que podiam ser estabelecidas com a disciplina de Física e com conteúdos estudados em sala de aula, nas possibilidades de conexão com os cursos técnicos de Química e Automação Industrial e nos conhecimentos específicos dos professores envolvidos.

No total, incluindo os trabalhos de 2009 e 2010, foram discutidos oito temas: aumento do nível do mar, queimadas, geração e consumo de energia, biodiesel, aquecimento global, chuva ácida, camada de ozônio e efeito guarda-sol. Cada um destes temas será abordado a seguir, com destaque para aspectos que se relacionam aos conteúdos curriculares de Física do Ensino Médio.

3.1 AUMENTO DO NÍVEL DO MAR

O aquecimento global, tão controverso e discutido na mídia, traz diversas conseqüências para o meio ambiente e uma delas é o aumento do nível das águas oceânicas, que pode ocorrer por meio de três processos distintos: a dilatação térmica, o derretimento de geleiras e o deslizamento de gelo.

Com o aumento global médio da temperatura atmosférica há uma elevação da temperatura das águas superficiais, que vai se propagando lentamente para as águas mais profundas do oceano. O aquecimento, que corresponde a uma maior agitação da estrutura da substância, provoca aumento de volume, o que é chamado de dilatação ou expansão térmica. Esse aumento de volume (ΔV) tem relação direta com o volume inicial (V_0), com uma constante que depende da substância (δ) e com a variação de temperatura (ΔT), de forma que

$$\Delta V = V_0 \cdot \delta \cdot \Delta T . \quad (01)$$

A variação de temperatura devida ao aquecimento global é relativamente pequena, com previsão para até o final do século XXI de crescimento médio entre 1,4°C e 5,7°C (Kandel, 2007, p. 12). Ainda assim esta é a principal forma de elevação dos mares, devido ao grande volume de água. Sozinha a contribuição devida à dilatação térmica representa, hoje em dia, um aumento de 1mm a 2mm por ano. As estimativas são feitas com base nas variações de temperatura observadas no oceano, mas existem incertezas devido à dificuldade de monitoração de águas profundas e distantes.

O derretimento das geleiras, ou seja, a mudança de estado da água da fase sólida para a líquida, ocorre nos locais onde o aquecimento global eleva a temperatura acima do ponto de fusão. O gelo derretido, na forma de água, não fica preso ao continente e flui para os oceanos aumentando o volume de água neles contido. Apesar das polêmicas e do destaque que recebe dos meios de comunicação, este não é um fator que gera grandes preocupações reais para o futuro imediato. Mesmo com a enorme massa de água no estado sólido, principalmente na Groenlândia e na Antártica, atualmente o processo de derretimento contribui apenas com 0,8mm por ano de crescimento e essa taxa não deve se alterar bruscamente nas próximas décadas. Esse pequeno índice se justifica por três motivos distintos:

- no interior do continente Antártico as temperaturas não devem chegar à 0°C, mesmo com um forte aquecimento global, e a quantidade de água sólida que é levada ao continente através da neve supera a quantidade de gelo que se derrete no litoral;
- o derretimento da Groenlândia, e de outras grandes montanhas cobertas de gelo, é um processo bastante lento, que deve demorar vários séculos, sem grandes impactos durante o século XXI;
- os gelos flutuantes, como os do pólo ártico ou ao redor do continente antártico, quando derretidos não influenciam no nível do mar, uma vez que, conforme o Princípio de Arquimedes, enquanto flutuam eles já deslocam água equivalente ao seu volume quando na fase líquida.

Aprofundando um pouco este último tópico, relacionando-o com o conceito de Empuxo pode-se fazer a seguinte análise: o empuxo (E) é a força que um fluido exerce sobre

um corpo nele mergulhado e é, em módulo, igual ao peso (P) da massa (m) de fluido que foi deslocada, ou seja

$$E = m_{\text{fluidodeslocado}} \cdot g \quad (02)$$

Em situação de equilíbrio, no caso de um *iceberg* que bóia, por exemplo, o empuxo deve ser numericamente igual ao peso do *iceberg*:

$$\frac{m_{\text{fluidodeslocado}} \cdot g}{g} = \frac{m_{\text{gelo}} \cdot g}{g},$$

$$m_{\text{fluidodeslocado}} = m_{\text{gelo}} \quad (03)$$

Como as massas são semelhantes, se ambos estiverem no mesmo estado e, portanto, com a mesma densidade, ocuparão o mesmo volume não havendo aumento do nível do mar devido a esse tipo de processo:

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow m = d \cdot V,$$

$$d_{\text{fluidodeslocado}} \cdot V_{\text{fluidodeslocado}} = d_{\text{gelo}} \cdot V_{\text{gelo}} \quad (04)$$

Chega-se enfim ao deslizamento de gelo. Este fenômeno ocorre quando atividades tectônicas deixam escapar calor do interior da Terra; esse calor atinge a superfície de continentes cobertos por gelo, como o continente Antártico e ali se acumula. O calor não é suficiente para derreter todo o gelo que está acima, mas é capaz de provocar o derretimento de uma pequena parcela de gelo da base. Se a espessura de gelo que está acima não é tão grande e não exerce tanto peso, o gelo derretido forma uma camada fluida suficiente para que a geleira acima deslize, formando esteiras transportadoras chamadas de *ice streams*, que carregam a massa de gelo até o oceano (Bendschadler; Bentley, 2003). Quando o gelo entra no oceano desloca uma certa quantidade de água que corresponde a uma elevação dos níveis oceânicos.

Um exemplo famoso desse processo ocorreu em 2002, com a banquisa Larsen no continente antártico, provocando preocupação geral e investimento em pesquisas. Sabe-se atualmente que esse mecanismo realmente transporta grande quantidade de gelo ao oceano,

mas que esse transporte é compensado pela neve produzida, que volta na forma sólida ao continente. O aquecimento global pode desestabilizar esse equilíbrio, aumentando a contribuição deste processo que é hoje relativamente pequena.

Somando as três contribuições para o aumento do nível do mar, estudos feitos pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas estimam um crescimento de 0,21m a 0,48m até o final deste século (cf. Gregory, 2008), conforme apresentado no gráfico da Figura 03. Esses valores podem mudar de acordo com a ação humana, especialmente no que se refere à emissão de dióxido de carbono e metano, como será abordado na seqüência.

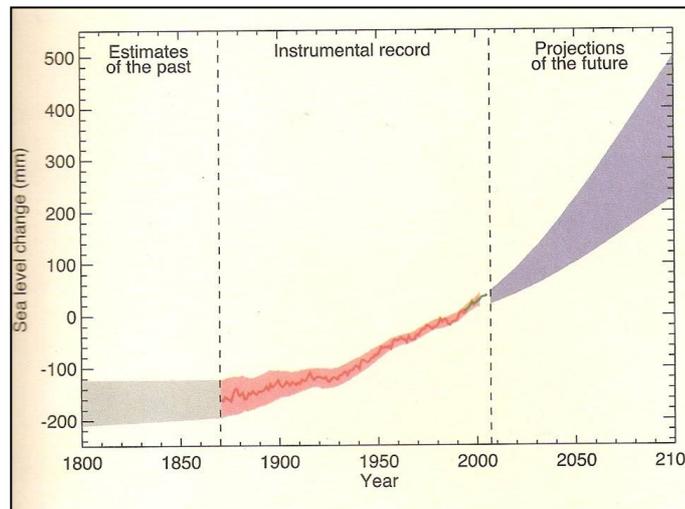


Figura 03 – Projeções de Aumento do Nível do Mar até o final do século XXI.

Fonte: Gregory, 2008, p. 27.

O aumento do nível do mar deve trazer diversas conseqüências, tanto geográficas quanto biológicas. A conseqüência mais direta talvez seja a alteração dos mapas litorâneos, com reconfiguração das paisagens costeiras. Essa alteração, por sua vez, trará mudanças para animais e vegetais, e dificultará ou mesmo impossibilita a existência de cidades nessas regiões.

Outras conseqüências, menos fáceis de perceber são: riscos de enchentes por excesso de água durante as tempestades em locais desprotegidos e ilhas; aumento das marés altas de equinócio, trazendo complicações a cidades como Veneza; infiltrações de água salgada nos lençóis freáticos litorâneos, agravando o problema de abastecimento de água potável das cidades; invasão de terras úmidas por água salgada, destruindo ecossistemas.

As conseqüências do aumento das águas não serão as mesmas em todo o planeta, e a única coisa que os modelos de previsão concordam, neste aspecto, é que a elevação será menor no hemisfério sul: “... is smaller sea level rise than average in the Southern Ocean”(Gregory, 2008, p. 25).

Ainda que não seja um desastre completo se analisarmos apenas um século de história, um aumento progressivo dos níveis oceânicos pode gerar grandes catástrofes, mudando a distribuição populacional do globo e reduzindo a quantidade de terras produtivas e de água para consumo animal e humano. Esse aumento progressivo ocorrerá mesmo com a estabilização da temperatura atmosférica nos próximos anos, uma vez que as águas profundas demoram a sentir os efeitos do aquecimento; por outro lado pode ser minimizado com ações globais para redução de emissão de gases do efeito estufa.

3.2 QUEIMADAS

O Brasil e mais especificamente o Estado de São Paulo, é um grande produtor de açúcar e de álcool a partir do cultivo da cana-de-açúcar. Uma das fases desse cultivo - a pré colheita, envolve a queima da palha da plantação para eliminar o excesso de folhas e espantar os animais peçonhentos com o objetivo de facilitar a colheita manual e proteger o trabalhador; com esse processo o rendimento da colheita aumenta significativamente.

Como consequência da queima de cana-de-açúcar, que é na verdade a combustão de matéria orgânica, são liberados para a atmosfera grande quantidade de poluentes - gases e material particulado. Na realidade *“As queimadas são consideradas a principal fonte de emissão de material particulado (MP) no mundo (...) No Brasil, as queimadas de cana-de-açúcar contribuem sem dúvida com emissões de material particulado”* (Magalhães; Bruns; Vasconcellos, 2007). Uma equação genérica que representa o processo de combustão é a seguinte:



Os gases formados na combustão são, em geral, inodoros, invisíveis ao olho humano ou estão presentes em quantidade tão pequena que são imperceptíveis sem instrumentos de laboratório apropriados. Já o material particulado é mais fácil de perceber e, portanto, de estudar.

Em todos os processos de combustão com a presença de ar há produção de óxido de nitrogênio (NO). Isso ocorre uma vez que o nitrogênio (N₂) e o oxigênio (O₂) são os gases que estão presentes em maior concentração na atmosfera terrestre, mantendo uma proporção de 78% e 21%, respectivamente:



Outros gases produzidos na combustão dependem do combustível queimado. Se o combustível é formado por carbono, hidrogênio e oxigênio, como é o caso da palha da cana, o produto é o dióxido de carbono (CO₂) e o vapor de água (H₂O).

Material particulado é o conjunto de partículas de sólidos e líquidos suspensos no ar que podem ser vistos sob a forma de fumaça; as sólidas são denominadas poeira ou fuligem e as líquidas dão origem à névoa ou neblina. As partículas podem apresentar composições químicas distintas e tamanhos variados, entre 2nm e 0,1mm de comprimento. Apesar de nem todas serem esféricas é comum caracterizá-las pelo diâmetro: as grossas são as maiores que 2,5µm e as finas as menores que 2,5µm.

Após serem lançadas pelas queimadas as partículas permanecem na atmosfera por um certo tempo, até serem depositadas no solo pela força gravitacional da Terra. O tempo de permanência de uma partícula define o seu raio de ação, ou seja, define a distância que esta partícula irá atingir antes de se depositar. Conforme estudos de Stokes, que tratam do movimento de partículas em fluidos como o ar, “(...) a velocidade, em distância por segundo, na qual as partículas sedimentam aumenta com o quadrado de seu diâmetro.” (Baird, 2002, p. 136), ou seja, uma partícula duas vezes maior se deposita de maneira quatro vezes mais rápida, e seu raio de ação será menor. Dessa forma a velocidade pode ser escrita como:

$$v = \frac{2}{9} \frac{r^2 g (\rho_p - \rho_{ar})}{\eta}, \quad (07)$$

na qual v é a velocidade de deposição; r é o raio da partícula; g é a aceleração da gravidade; ρ_p é a densidade da partícula; ρ_{ar} é a densidade do ar e η é a viscosidade do ar.

As condições meteorológicas influenciam no raio de ação das partículas, uma vez que alteram fatores como a densidade do ar, densidade da partícula e viscosidade do ar. Essas condições são monitoradas por estações meteorológicas² que verificam variações de umidade relativa do ar, temperatura, pressão, direção e velocidade dos ventos, dentre outras. Esses conceitos físicos e formas de reproduzir instrumentos de medição, simulando uma estação meteorológica, serão brevemente discutidos a seguir.

² Existem endereços eletrônicos, como o do Centro de Previsão e Estudos Climáticos do INPE (<http://www.cptec.inpe.br/>) ou o do The Weather Channel – O Canal do Tempo (<http://www.weather.com/>), que fornecem dados atualizados sobre as condições meteorológicas de várias cidades, inclusive de Sertãozinho. No caso do endereço do INPE é possível visualizar também os focos de queimada em todo o Brasil.

O conceito de umidade relativa do ar está relacionado à quantidade de vapor de água presente na atmosfera em relação ao máximo de vapor de água que esta comporta sem a ocorrência de condensação. O higrômetro é o instrumento utilizado para verificar variações na umidade relativa do ar. Um exemplo simples desse instrumento pode ser construído tomando como base a propriedade do cabelo humano de contrair ou dilatar com a variação da umidade local. A contração ou dilatação do fio de cabelo movimentará uma escala, devidamente calibrada, indicando a variação na umidade (Chiquito; Silva; Vieira, 2005, p.20).

A temperatura de um corpo ou substância está relacionada com a agitação molecular, mais especificamente com a distribuição de velocidade das moléculas e suas conseqüentes energias cinéticas. A base de funcionamento dos termômetros mais comuns é a propriedade dos líquidos de aumentarem de volume com o aumento da temperatura, o que ocorre pelo aumento das velocidades moleculares que leva ao distanciamento intermolecular.

O movimento das moléculas de um gás, além de caracterizar a sua temperatura, provoca colisões com as superfícies dos corpos que estejam imersos nele o que caracteriza a sua pressão. Quando esse gás é o ar atmosférico trata-se, então, da pressão atmosférica. O instrumento que mede a pressão atmosférica é o barômetro. Um exemplo simplificado desse aparelho pode ser construído com um recipiente de vidro tampado por uma bexiga e seu funcionamento está baseado na diferença de pressão entre o ar atmosférico e o ar dentro do recipiente: quando a pressão atmosférica estiver maior que a pressão do ar dentro do recipiente a bexiga afundará; quando a pressão atmosférica estiver menor que a pressão do ar do recipiente a bexiga inflará (Chiquito; Silva; Vieira, 2005, p.20).

Os ventos têm origem nas diferenças de aquecimento dos corpos, substâncias e locais da superfície terrestre, que provocam diferenças de densidade do ar e sua conseqüente movimentação. As diferenças de aquecimento são causadas pela variação de incidência da radiação solar conforme a rotação da Terra e as latitudes; e também pela diferença nas propriedades das substâncias quanto à absorção de calor. Para indicar a direção dos ventos o instrumento utilizado é a biruta, que também serve para verificar se os ventos estão fracos, moderados ou fortes, apesar de não fornecer a velocidade dos mesmos.

A poluição das queimadas provoca diversos problemas ambientais: além de reduzir a visibilidade e de contribuir com a chuva ácida, atinge diretamente as populações das regiões que cultivam cana-de-açúcar através de problemas de saúde. A fuligem produzida pela queima da cana é considerada uma das principais causas de doenças respiratórias e diversos estudos indicam riscos à saúde, principalmente em crianças, idosos e asmáticos (Ribeiro, 2008). As partículas inaláveis, que possuem dimensão inferior a $10\mu\text{m}$, ficam retidas nas vias

respiratórias provocando irritações; as que são menores que $2,5\mu\text{m}$ podem atingir os pulmões, sendo mais prejudiciais ainda.

Substituir a colheita manual pela mecânica, com o uso da colheitadeira e sem a necessidade da queimada é necessário para a redução da poluição e para a melhoria das condições de saúde dos que residem nas áreas canavieiras. No Estado de São Paulo existem, desde o ano de 2002³, medidas governamentais que visam essa transformação. Algumas prefeituras e órgãos de controle, como a CETESB, reforçam estas medidas de acordo com as condições climáticas e meteorológicas, proibindo a queimada em determinados períodos do dia ou até mesmo completamente em certas épocas do ano.

As implicações sociais dessas medidas devem ser analisadas com cuidado, para que os trabalhadores rurais, cortadores de cana, que já não possuem condições favoráveis de sobrevivência, não sejam ainda mais prejudicados. Como aponta Helena Ribeiro, é necessário que *“programas para sua re-qualificação e absorção sejam desenvolvidos e aplicados com urgência”*. (Ribeiro, 2008).

3.3 GERAÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA

Do ponto de vista da Física é estranho que o título de uma seção seja Geração e Consumo de Energia, uma vez que uma das mais importantes leis da Física – a Lei da Conservação da Energia, afirma justamente que *“A energia total de um sistema isolado é conservada”* (Keller; Gettys; Skove, 1997, p.231). Quando se fala no cotidiano sobre a geração e o consumo de energia o que está se dizendo, em termos científicos, é que a energia está sendo transformada de um tipo em outro. Num veículo automotor, por exemplo, a energia química do combustível está sendo transformada em energia mecânica. Numa usina nuclear a energia dos núcleos dos átomos de urânio é transformada em calor, energia mecânica numa turbina e depois em energia elétrica. Um ferro de passar roupas transforma a energia elétrica da rede de distribuição em energia térmica, que ajuda a desamassar os tecidos.

3.3.1 Geração de Energia

O tipo de energia mais utilizado, principalmente nas cidades modernas, e o mais associado à idéia de geração e consumo, é a energia elétrica. Os vários tipos de energia

³ Lei Estadual 11.241 de 19 de Setembro de 2002 que dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar e dá providências correlatas.

podem ser convertidos em energia elétrica, por meio de diferentes processos, o que corresponde ao que se chama no cotidiano de geração de energia. Na maioria das vezes a transformação passa pela conversão de energia mecânica – do movimento, em energia elétrica através de um gerador eletromagnético.

O gerador é composto por um enrolamento de fios móvel - uma bobina - colocada no centro de um ímã ou eletroímã que gera um campo magnético (B). Algum mecanismo faz a bobina girar em torno de seu eixo; quando isso ocorre o fluxo magnético (Φ_B), que atravessa área da bobina (S) varia, conforme ilustrado no esquema abaixo. A variação do fluxo magnético ($\Phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{S}$) pode ser observada pela quantidade de linhas de campo que atravessam a bobina em cada momento, como mostra a Figura 04.

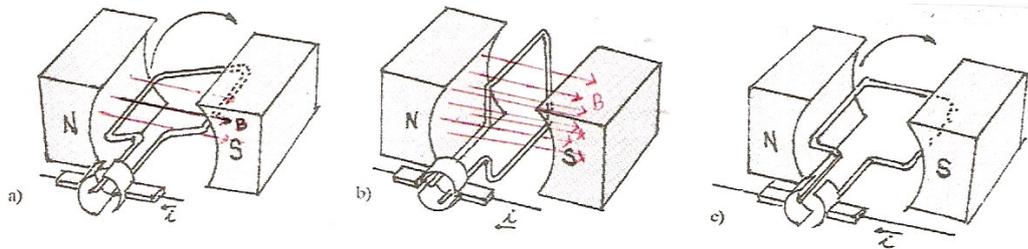


Figura 04 – Esquema de funcionamento de um gerador elétrico. a) Leve inclinação da bobina: início do funcionamento. b) Espira perpendicular ao campo: fluxo magnético máximo. c) Espira paralela ao campo: fluxo magnético mínimo. Fonte: adaptado de GREF, 2002, p. 173.

Pela Lei de Faraday, uma variação do fluxo magnético que atravessa um anel condutor com o passar do tempo (t) induz uma corrente (i), esta é captada por terminais metálicos que entram em contato com escovas estacionárias ligadas à rede elétrica para distribuição. A corrente induzida pode ser calculada através da seguinte equação:

$$i = \frac{1}{R} \frac{d\Phi_B}{dt} , \quad (08)$$

ou de forma simplificada ⁴

$$i = \frac{1}{R} \frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} . \quad (09)$$

⁴ R é a resistência do condutor calculada através da equação $R = \frac{\rho L}{A}$, onde ρ é uma constante característica do material, L é o comprimento do condutor e A sua área de secção transversal.

Como se pode perceber, a taxa com que o fluxo varia ou, de maneira mais prática, a velocidade com que a bobina gira, determina a intensidade da corrente induzida e, conseqüentemente a energia mecânica transformada em eletricidade. O mecanismo de giro é característico de cada tipo de usina de geração, e a seqüência de tipos de energia que estão envolvidos também, como se pode observar a seguir:.

a) Usina hidrelétrica: Na usina hidrelétrica é a energia potencial gravitacional da água de uma cachoeira ou corredeira que se transforma em energia cinética durante a queda, movimenta as pás de uma turbina, transformando-se em energia elétrica. As vantagens da usina hidrelétrica são o baixo custo da substância de trabalho, pois utiliza diretamente um recurso natural renovável, e a ausência de emissão de poluentes durante a transformação. Como desvantagem, no entanto, está presente o alto custo de construção da usina e grande impacto ambiental nesse momento, afetando a fauna e a flora da região.

b) Usina eólica: A fonte primária da energia eólica é o Sol: a radiação solar aquece o solo e a água de diferentes formas, em diferentes horários e locais da Terra; o solo e a água aquecidos esquentam o ar que está logo acima; as diferenças de aquecimento provocam diferenças nas densidades do ar, gerando correntes de convecção, neste caso mais conhecidas como ventos. Na usina eólica é a energia cinética dos ventos que movimenta as pás da turbina, girando o gerador e produzindo eletricidade. O sistema é muito parecido com o da usina hidrelétrica, e também possui as vantagens de trabalhar com um bem natural renovável e não emitir poluentes, além de possuir um custo menor de construção. Em compensação as usinas eólicas necessitam de locais com ventos intensos e constantes, o que não é fácil de encontrar, e causam impacto ambiental, principalmente no que se trata de migração de aves.

c) Usinas termoelétricas: As usinas termoelétricas transformam a energia química dos combustíveis fósseis em calor, em energia cinética de movimentação de gases e, então, em energia elétrica. Elas podem ser divididas em dois tipos: a gás, movida pelos gases resultantes da queima de combustíveis fósseis e a vapor, movidas pelo vapor de água em alta temperatura. No primeiro caso o próprio gás resultante da queima de combustível, que se encontra a temperatura elevada e alta pressão, é direcionado para as pás de uma turbina ligada ao gerador, fazendo-a girar; no segundo caso a queima de combustível gera o calor necessário para aquecer água até o ponto de ebulição, e o vapor de água em alta pressão movimenta as pás da turbina. Existem ainda as usinas com ciclo combinado, com melhor rendimento que as demais; nestas os gases da combustão movem uma turbina e, na seqüência, aquecem a água

cujo vapor irá girar outra turbina. A vantagem da usina termoelétrica é a facilidade de instalação, pois não ocupam grandes áreas e nem exigem condições naturais específicas, como a existência de cachoeiras ou ventos constantes. Mas as desvantagens, em termos de impactos ambientais, são muito grandes: aquecimento de rios e do ar nas proximidades da usina, alterando os ecossistemas; emissão de dióxido de carbono (CO_2), um dos principais causadores do aquecimento global; emissão de óxidos de nitrogênio (NO_x) que além de tóxicos são catalisadores de diversas reações prejudiciais na atmosfera; emissão de dióxido de enxofre (SO_2), principalmente quando o combustível é o carvão mineral, que sofre reações na atmosfera provocando posteriormente a chuva ácida.

d) Usina nuclear: Átomos como o urânio possuem isótopos instáveis, ou seja, que não mantêm sua estrutura com o passar do tempo; eles se rompem em fragmentos menores, liberando energia e esse processo é conhecido como fissão nuclear. A fissão ocorre espontaneamente num certo intervalo de tempo, mas pode ser estimulada pelo choque de um nêutron com o núcleo. No caso do urânio (isótopo 235), cada fissão libera três nêutrons, portanto, dentro do reator da usina o processo se dá em cadeia; o controle do processo é feito por barras de absorção de nêutrons colocadas dentro do reator. A energia liberada na fissão é convertida em calor que é usado para aquecer água até produzir vapor e movimentar a bobina do gerador (energia nuclear – energia térmica – energia mecânica – energia elétrica). A vantagem da usina nuclear é sua capacidade de produção: apenas 1g de urânio produz o equivalente a 3 toneladas de carvão; mas existem impactos ambientais e riscos bastante desagradáveis: descarte de lixo radioativo que, dependendo do átomo, continua ativo e causando prejuízos ao ser humano, animais e vegetais durante séculos; possibilidade de acidentes de grandes proporções, como o ocorrido em Chernobyl, Ucrânia, no ano de 1986; aumento da temperatura da água do rio ou do oceano que é utilizada para resfriamento do reator, afetando as condições de vida dos vegetais e animais que ali vivem.

Um outro tipo de energia muito importante para a geração de energia elétrica é a energia solar, cujo processo de transformação pode ou não envolver um gerador eletromagnético como o que foi apresentado. A energia solar pode ser aproveitada diretamente para o cozimento de alimentos ou para o aquecimento de água apenas com a utilização de espelhos ou lentes convergentes, que direcionam os raios luminosos; ou com a pintura apropriada, em cores que absorvem radiação, de alguns materiais isolantes, que armazenam o calor. O aquecimento da água, por sua vez, pode gerar vapor em movimento para fazer girar as pás da turbina de um gerador, como já estudado.

O mais comum, no entanto, é a utilização das células fotovoltaicas. Elas são construídas com materiais semicondutores de maneira semelhante aos diodos, componentes bastante conhecidos da eletrônica. Num cristal de silício são adicionadas impurezas: átomos com cinco elétrons na última camada formam material tipo N; átomos com três elétrons na camada de valência formam material tipo P; na junção PN os elétrons desemparelhados se combinam com as lacunas criando uma barreira de potencial ou *gap*. Para que haja condução e, neste caso, geração de corrente elétrica, algo deve fornecer energia aos elétrons para ultrapassar a barreira, neste caso a luz solar.

Quando a radiação solar incide na célula elétrons e lacunas tornam-se livre e têm, então, energia suficiente para vencer a barreira de potencial e conduzir a corrente. *“Para que este processo ocorra, somente uma radiação com energia $h\nu > E_g$ ⁵ será efetivamente aproveitada: energias menores que a energia do gap não conseguem excitar elétrons da banda de valência para a de condução...”* (Silva et. al. , 2004, p. 380).

A vantagem da energia solar é bastante óbvia: está à disposição todos os dias e, a transformação a partir de células fotovoltaicas não emite poluentes ou produz impactos ambientais significativos e a fonte é completamente renovável. Como afirma Christopher Mims, em reportagem da revista Scientific American Brasil, *“O maior obstáculo para o melhor aproveitamento da energia solar é o dinheiro”* (Mims, 2010, p. 32), uma vez que o custo de instalação das células fotovoltaicas ainda é bastante elevado.

Cada maneira de transformar energia em energia elétrica apresenta vantagem e desvantagens: econômicas, de rendimento e principalmente em relação ao meio ambiente. Não há uma solução única para todos os casos, uma vez que características geográficas e de disponibilidade de recursos naturais também influencia as decisões. O certo é que as pesquisas científicas nesta área são fundamentais para aumentar os rendimentos, baratear os custos e minimizar os impactos ambientais; além disso é necessário conscientização sobre o papel de cada cidadão em relação ao consumo da energia elétrica produzida.

3.3.2 Consumo de Energia

O consumo da energia ou, de maneira mais precisa, a transformação da energia elétrica em outras formas de energia, ocorre de diversas maneiras, mesmo quando se trata de uma única residência. O funcionamento dos equipamentos elétricos residenciais pode ser

⁵ O termo $h\nu$ corresponde à energia da radiação, o que será melhor discutido em 2.5; o termo E_g se refere à energia da barreira de potencial.

dividido em algumas categorias, para facilitar a compreensão: resistências, iluminação, motores, refrigeradores e eletrônicos. Entre os eletrônicos estão os aparelhos de televisão, som, computador, etc; na maioria dos casos o consumo de energia por parte desses equipamentos é pequeno e o estudo de seus funcionamentos não fará parte deste texto.

Nesta classificação as resistências se referem aos aparelhos que têm como finalidade o aquecimento. Estão entre estes o ferro de passar roupas, a torradeira, o aquecedor, o chuveiro, etc. Em todos estes casos o que está acontecendo é a aplicação direta do Efeito Joule - a conversão de energia elétrica em calor: a movimentação dos elétrons através da resistência provoca colisões entre os elétrons e a estrutura molecular, as colisões fazem com que a energia seja “*dissipada sob a forma de calor*” (Nussenzveig, 1997, p.120).

A relação entre os elementos de um circuito resistivo foi descoberta por George Ohm e é conhecida como Lei de Ohm: a resistência é proporcional à tensão aplicada (V) e inversamente proporcional à corrente que a atravessa. Essa lei pode ser equacionada da seguinte forma:

$$R = \frac{V}{i} . \quad (10)$$

Em relação aos equipamentos de iluminação, pode-se dividi-los em vários tipos. Os mais tradicionais são as lâmpadas incandescentes constituídas de um filamento localizado dentro de um bulbo de vidro com gás rarefeito (Gref, 2002); quando percorrido pela corrente o filamento se aquece até emitir luz visível. Já as lâmpadas fluorescentes, ou lâmpadas frias, são constituídas por um cilindro contendo gás (neônio, argônio e mercúrio); em uma extremidade do cilindro encontra-se o anodo e na outra o catodo; quando a lâmpada é acionada cria-se uma diferença de potencial entre os terminais, que movimenta os elétrons; em seu trajeto os elétrons ionizam o gás, criando um plasma; a corrente fluindo pelo plasma excita alguns átomos de mercúrio, que passam a emitir luz ultravioleta; um revestimento de fósforo no cilindro que compõe a lâmpada transforma a luz ultravioleta em luz visível (Damasio; Calloni, 2008).

Os motores têm seu funcionamento baseado no eletromagnetismo, assim como os geradores de energia elétrica. O esquema de um motor elétrico é idêntico ao de um gerador: uma bobina móvel imersa no campo magnético (B) gerado por um ímã ou eletroímã. No caso do motor, no entanto, uma corrente elétrica (i) - movimento de cargas em um condutor, que passa pela bobina móvel gera uma força magnética (F) dada por:

$$F = \int \vec{i} \cdot dL \times \vec{B} \quad (11)$$

ou, de forma mais simples e para uma espira num campo uniforme ⁶:

$$F = i.A.B.\text{sen}\theta \quad (12)$$

Essa força magnética faz a bobina girar movimentando o que estiver ligado a ela, seja a hélice de um liquidificador ou as pás de um ventilador. Quanto maior a corrente maior será a força para movimentação da bobina e mais potente o equipamento.

Por último os sistemas refrigeradores, nos quais se enquadram a geladeira e o ar condicionado. O funcionamento destes aparelhos está ligado ciclos de trabalho termodinâmicos. Como em todo ciclo termodinâmico há uma fonte quente, que pode ser o interior da geladeira ou um cômodo da casa; uma fonte fria para onde será transferido o calor; e uma substância de trabalho, atualmente alguns HCFCs (hidroclorofluorocarbonetos) ou HFCs (hidrofluorocarbonetos) que substituíram os antigos CFCs (clorofluorocarbonetos) por conta de seu impacto ambiental.

O ciclo dos refrigeradores é composto por: um processo de estrangulamento e expansão, onde um fluido em alta pressão atravessa uma pequena válvula e passa para uma região de baixa pressão; um processo de compressão, em que um compressor realiza trabalho sobre o fluido, mantendo a diferença de pressão na válvula. A válvula é colocada na entrada do compartimento de refrigeração; quando o fluido a atravessa, evapora, reduzindo sua temperatura e passando a absorver calor daquele local; o compressor joga o fluido para fora do compartimento de refrigeração com temperatura elevada, condensador, e este transfere o calor ao ambiente externo.

As residências, por mais simples que sejam, possuem diversos equipamentos entre os que foram descritos acima, e ainda outros. Todos estão associados de alguma forma recebendo a energia que chega através da rede elétrica. Existem dois tipos de associações que podem ser efetuadas num circuito elétrico, a ligação em série e a ligação em paralelo. Na associação em série os elementos do circuito são dispostos em seqüência; há corrente única atravessando todos os componentes e a tensão total de alimentação se divide entre os elementos. Esse tipo de associação não pode ser utilizado nas instalações residenciais ou

⁶ Nesta equação θ é o ângulo formado entre direção da corrente e a direção das linhas do campo magnético.

prediais uma vez que todos os equipamentos são projetados para receber a tensão total da rede elétrica, seja esta 110V ou 220V, e que o desligamento de um dos elementos impede o funcionamento dos demais. Já a associação em paralelo é caracterizada justamente pelo fato de que cada elemento do circuito é ligado diretamente à alimentação; cada um recebe sua própria corrente e o funcionamento de cada componente é independente. Por estes motivos as ligações residenciais são paralelas.

Cada equipamento tem uma capacidade própria de converter a energia elétrica em outra forma de energia: calor, luz, movimento... Essa capacidade de transformar energia com o passar do tempo indica a potência do equipamento (P) que pode ser calculada por:

$$P = V.i \quad (13)$$

Geralmente a potência dos aparelhos eletrodomésticos vem indicada na embalagem, no manual ou em uma placa indicativa na parte posterior. As lâmpadas incandescentes, por exemplo, possuem potências comerciais que vão de 15W a 200W; já os chuveiros possuem potências mais elevadas, entre 3000W e 5000W em média.

Para chegar ao consumo de energia que vem expresso nas contas de energia cobradas pelas companhias de distribuição é necessário verificar, além da potência dos aparelhos, o tempo de uso dos mesmos, uma vez que a energia (E) é calculada como:

$$E = P.\Delta t \quad (14)$$

A unidade de energia no Sistema Internacional de Unidades é o Joule (J), que corresponde à um Watt (W) durante um segundo (s):

$$1J = 1W.1s \quad (15)$$

Utilizando essa unidade as contas de energia residenciais viriam com valores muito grandes, difíceis de analisar. Para que os valores das contas sejam expressos de maneira mais adequada o consumo é apresentado em quilowatts-hora (kWh).

Ainda que o consumo da energia não traga problemas ambientais diretos sua geração provoca os impactos ambientais já discutidos. Neste sentido, atitudes simples como a redução do tempo de banho, não deixar a porta da geladeira aberta, apagar as lâmpadas deixar um ambiente vazio... podem fazer a diferença.

3.4 BIODIESEL

Biodiesel é o nome dado aos combustíveis e aditivos produzidos a partir de fontes renováveis como óleos vegetais ou gordura animal. Exemplos de fontes de óleo vegetal são o dendê, a mamona, a canola, o girassol e a soja. A gordura animal pode ser obtida a partir de sebo bovino, óleos de peixes, óleo de mocotó e banha de porco. Também podem ser utilizados óleos residuais de frituras, a matéria graxa proveniente dos esgotos municipais e as águas residuais de indústrias alimentícias.

Óleos podem ser utilizados diretamente como combustíveis, mas para o uso comercial seriam necessárias adaptações nos motores dos veículos e maquinários devido a algumas características físico-químicas como o ponto de névoa, que corresponde à temperatura de cristalização, e que é mais alto nos óleos vegetais do que nos combustíveis tradicionais. Por outro lado, os óleos e gorduras podem ser manipulados para adquirir características similares às do diesel proveniente do petróleo, transformando-se em biodiesel, para que possam ser utilizados sem modificações nos motores já existentes.

A produção do biodiesel é composta por diversas etapas, conforme apresentado por Paulo Lima e esquematizado na Figura 05: “*preparação da matéria-prima, reação de transesterificação, separação de fases, recuperação e desidratação do álcool, destilação da glicerina e purificação do biodeiesel*” (Lima, 2004, p. 17). No caso dos óleos vegetais a preparação da matéria-prima consiste na produção do grão, na colheita e na secagem; para a gordura animal a preparação consiste, caso necessário, na neutralização. A transesterificação é a reação do lipídio presente no óleo ou na gordura com um álcool, formando ésteres e glicerina; os álcoois utilizados são o etanol ou metanol e a reação é auxiliada por um catalisador, em geral hidróxido de sódio. Quando a reação de transesterificação é bem sucedida o produto apresenta duas fases líquidas – éster e água com álcool, e uma fase sólida – o glicerol, o objetivo da separação de fases é a obtenção do éster com o maior grau de pureza possível e a baixo custo. A recuperação do álcool é feita através da evaporação da fase água com álcool e sua liquefação em um condensador; a desidratação é feita por destilação. A destilação da glicerina, que lhe confere valor comercial, é feita em destilador à vácuo. Os ésteres retirados na separação de fases são lavados por centrifugação e desumidificados, garantindo a pureza do biodiesel.

Apesar das similaridades nas propriedades físico-químicas do biodiesel assim obtido em relação ao óleo diesel tradicional, principalmente no que diz respeito à densidade, existem algumas diferenças: a viscosidade é maior, variando de 1,3 vezes a 7,1 vezes a do

diesel dependendo da fonte de óleo ou gordura; o valor calorífico é levemente menor; o teor de enxofre é baixíssimo, podendo ser considerado zero para algumas fontes. As diferenças nas propriedades trazem conseqüências quando do uso prático do biocombustível.

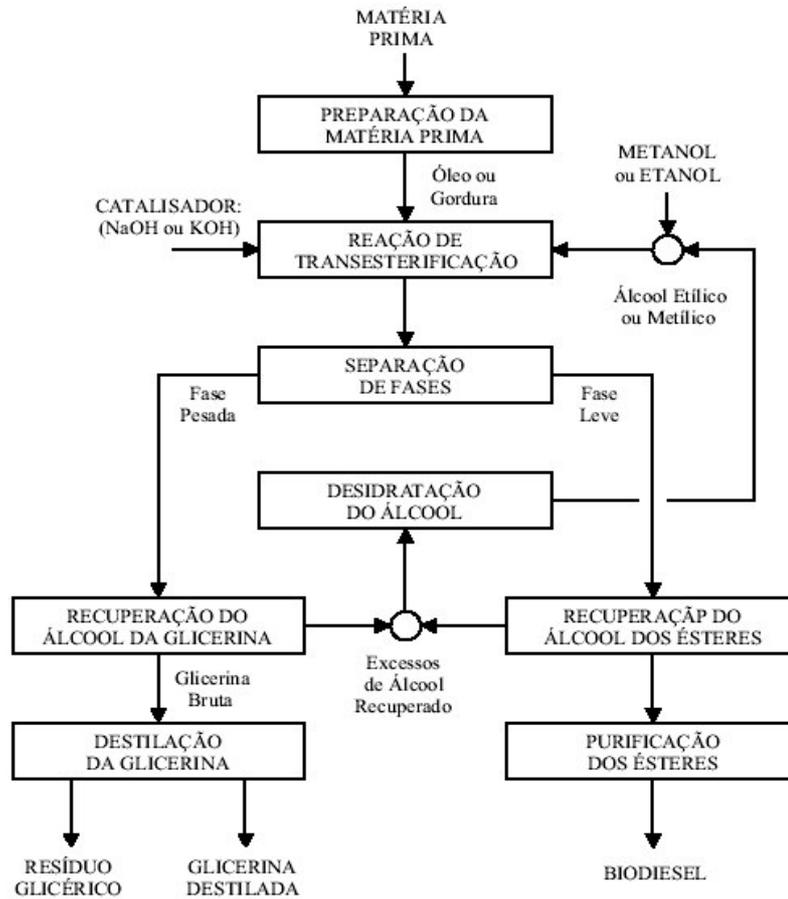


Figura 05 – Processo de fabricação de biodiesel. Fonte: Lima, 2004, p. 18.

Além do biodiesel puro, podem ser utilizadas nos motores misturas de biodiesel e diesel de petróleo em diferentes proporções. Os resultados em termos de potência, eficiência e consumo de combustível apresentam diferenças, tanto em relação à fonte do biocombustível quanto em relação à proporção da mistura. A potência do motor tanto pode aumentar quanto diminuir, e pesquisas realizadas fornecem valores que vão de -10% a 8% (Rabelo; Hatakeyama; Cruz, 2001 e Maziero et al, 2006). Em relação ao consumo de combustível, a maioria dos resultados mostra valores maiores para o biodiesel, mas na condição específica de baixas rotações o consumo pode ser inferior ao do diesel (Rabelo; Hatakeyama; Cruz, 2001). Quanto à eficiência ou rendimento (η), com o uso do biodiesel os motores tendem a apresentar melhor relação entre a energia total fornecida pelo combustível (E_T) e a que é efetivamente transferida aos eixos realizando trabalho (W), o que é expresso pela equação:

$$\eta = \frac{W}{E_T} \quad (16)$$

A maior vantagem do biodiesel está relacionada com a poluição ambiental. O uso do biodiesel reduz em mais de 30% as emissões de monóxido de carbono, hidrocarbonetos e material particulado, reduzindo também a emissão de dióxido de carbono. Os óxidos de nitrogênio são emitidos em maior quantidade, mas o aumento é inferior a 10%. O maior impacto está relacionado com os óxidos de enxofre, que não são emitidos pelos motores quando usam biodiesel, o que resulta na diminuição considerável da fumaça.

No Brasil, os primeiros resultados em relação à produção de biodiesel datam da década de 1970 e foram obtidos por pesquisadores da Universidade Federal do Ceará. Atualmente algumas cidades já utilizam o biodiesel em suas frotas de ônibus urbanos, como Ribeirão Preto - SP, através de convênio entre a Universidade de São Paulo, a prefeitura e a rede americana de alimentação McDonald's.

Na cidade de Curitiba foram realizados testes com biodiesel de óleo residual de frituras, na proporção de 20% de biodiesel e 80% de diesel de petróleo, em ônibus da frota de transporte coletivo, com resultados positivos. Apesar de um leve odor de óleo de fritura expelido pelo escapamento, não houve perda de potência considerável nem aumento significativo do consumo, mas uma redução de 41,5% na emissão de fumaça (Zagonel et. al., 2000).

Apesar dos testes bem sucedidos, cujos resultados constataam a viabilidade técnica da utilização do biodiesel como combustível e suas vantagens em relação ao meio ambiente os elevados custos de produção, principalmente no que se refere à obtenção das matérias primas, ainda impedem seu uso em escala comercial.

3.5 CHUVA ÁCIDA

A chuva é um fenômeno natural bastante corriqueiro, que faz parte do ciclo da água. A água de rios, lagos e oceanos evapora, por ser aquecida pelo Sol; a velocidade com que se dá essa evaporação depende da temperatura média local, da umidade relativa do ar e da intensidade dos ventos. O vapor de água se acumula na atmosfera até que fique quase saturada, ou seja, contenha o máximo de vapor de água possível para uma determinada temperatura; nesse ponto o vapor de água se condensa, precipitando-se na forma de chuva.

Algumas partículas e substâncias, como o dióxido de enxofre ou o cloreto de sódio, facilitam a condensação do vapor de água - e por esse motivo são chamadas de núcleos de condensação, acelerando a ocorrência da precipitação. As águas das chuvas repõem diretamente o nível dos lagos, mares e rios e também se infiltram pelo solo, abastecendo os lençóis subterrâneos.

Mesmo sem a interferência das atividades humanas a chuva não é formada simplesmente da substância água (H_2O). Além da água estão presentes nas gotas de chuva partículas, microorganismos, sais e ácidos. Esses ácidos são provenientes de reações que ocorrem durante a estadia do vapor de água na atmosfera, principalmente com o dióxido de carbono, liberado naturalmente pela respiração animal e pela etapa escura da fotossíntese:



Para medir a acidez de uma substância utiliza-se a escala de pH. Essa escala está baseada na concentração de íons H^+ presentes na substância, justamente o íon cuja presença, em solução aquosa, caracteriza a substância como ácido conforme definição de Arrhenius (Feltre, 1985, p.111). Para facilitar a mensuração, uma vez que as concentrações são da ordem de 10^{-14} a 10^0 , é adotada uma função logarítmica:

$$pH = -\log[H^+]. \quad (18)$$

Quando o valor do pH de um composto é igual a 7, a substância é neutra; valores de pH menores que 7 correspondem a substâncias ácidas, e quanto menor o pH, mais ácida a substância. O pH da chuva não poluída é de cerca de 5,6 (Tolentino; Rocha-Filho; Silva, 2004, p. 80), consideravelmente abaixo na neutralidade, mas não é isso que se considera chuva ácida. A presença humana, principalmente na sociedade contemporânea, tem alterado condições atmosféricas que acabam por influenciar propriedades da água da chuva, inclusive seu pH. Quando o pH da chuva encontra-se abaixo de 5 ela é considerada chuva ácida.

Os veículos automotores, devido aos motores à combustão, são responsáveis por uma fração significativa da emissão de compostos que, reagindo com o vapor de água na atmosfera, vão interferir na acidez das chuvas. O motor à combustão, à álcool ou gasolina, funciona com base em princípios termodinâmicos e seu ciclo é composto pelas seguintes

etapas: admissão, em que a mistura ar-combustível entra no cilindro; compressão, em que o pistão diminui o volume ocupado pelo combustível, aumentando a pressão e temperatura; explosão, quando a vela solta uma centelha que provoca uma combustão muito rápida cujo produto são gases aquecidos e com pressão muito alta; expansão, em que a alta pressão dos gases empurra o pistão produzindo o movimento do automóvel; escapamento, quando os produtos da explosão são liberados para a atmosfera e o cilindro está pronto para outro ciclo.

Como já visto no item 2.2, qualquer combustão na presença de ar e em altas temperaturas, o que ocorre no interior dos automóveis, libera óxido de nitrogênio (NO), que se oxida na atmosfera transformando-se em dióxido de nitrogênio (NO₂). O dióxido de nitrogênio reage com o radical HO presente na atmosfera formando ácido nítrico:



Na combustão de gasolina e óleo diesel, que contém enxofre em sua composição, além do óxido de nitrogênio é liberado para a atmosfera dióxido de enxofre (SO₂). Na atmosfera esse óxido reage com gotículas de água formando ácido sulfúrico, que desce ao solo juntamente com a chuva:



O dióxido de enxofre também é lançado à atmosfera pela combustão de carvão, nas usinas termoelétricas ou em fenômenos naturais como as erupções vulcânicas. Ainda que os vulcões sejam fenômenos naturais alguns gases emitidos por ele contribuem com a quantidade de ácido na atmosfera, trazendo os mesmos prejuízos que as emissões por fontes não naturais, ou seja, antrópicas.

Outra contribuição humana à chuva ácida está relacionada à combustão que ocorre nas fábricas, no incêndio de florestas e plantações e em outras formas de queima de combustíveis fósseis. Em todos esses casos é liberado dióxido de carbono, aumentando a quantidade dessa substância na atmosfera, o que implica no aumento da quantidade de ácido carbônico que precipita com a chuva.

Como os resultados da interferência humana o pH das chuvas na Europa e nos Estados Unidos já chegou a valores inferiores a 3,0 (Andrade; Sarno, 1990); na América do Sul têm sido registradas chuvas com pH médio de 4,7 (Ambiente Brasil, 2010); e o pH da

chuva já atingiu valores como 2,4, em abril de 1974 na Escócia (Baird, 2002, p.129). No Brasil, além das grandes metrópoles – São Paulo e Rio de Janeiro, são significativamente atingidas pela chuva ácida a região de Cubatão, incluindo a Mata Atlântica adjacente; a região de Paulínia, no interior de São Paulo; a área industrial de Ipatinga, em Minas Gerais e o pólo petroquímico de Camaçari, na Bahia (Jesus, 1996).

São muitas as conseqüências negativas da chuva ácida para o meio ambiente. Nas águas, ocorre a acidificação de rios, lagos e oceanos, o que prejudica a vida de animais e vegetais, matando os peixes, por exemplo, ou impedindo sua procriação. No solo, há a perda de nutrientes por sua dissolução nos ácidos, o que o torna pobre e até improdutivo; além das reações dos ácidos da chuva com os minerais que contém alumínio, liberando-o na forma de um cátion (Al^{+3}) que é tóxico para a maioria das plantações. As plantas, além das conseqüências indiretas que sofrem através do solo, são atingidas diretamente pela chuva ácida que dissolve os nutrientes das folhas, o que as enfraquece, levando até a morte. Nas construções feitas com calcário, cimento, mármore ou metais, onde se incluem casas, edifícios, pontes, monumentos, etc., a chuva ácida provoca corrosão, enfraquecendo as estruturas e reduzindo ou destruindo sua beleza, como no caso da Acrópole, em Atenas.

Os governos federais de diversos países implantaram, desde a década de 1980, leis para redução da emissão de dióxido de enxofre, um dos maiores vilões da chuva ácida uma vez que o ácido sulfúrico é um ácido forte. Os resultados já são visíveis e na União Européia, por exemplo, os níveis de emissão reduziram de 50 a 70% em 2003, em relação aos valores de 1980 (Baird, 2002, p. 128).

As alternativas encontradas e que ainda devem ser melhor trabalhadas, são a substituição do carvão por petróleo nas usinas termoelétricas, já que o petróleo possui menor concentração de enxofre; a melhoria na tecnologia dos motores a combustível aumentando seu rendimento e reduzindo, portanto, a emissão dos óxidos de nitrogênio, enxofre e carbono; melhoria nos próprios combustíveis, inserindo nele substâncias absorventes que capturem os poluentes a medida que são formados; troca de combustíveis pelos que não possuam enxofre em sua composição; aproveitamento de outras fontes de energia menos poluentes na obtenção de energia elétrica e principalmente para a movimentação dos veículos.

3.6 AQUECIMENTO GLOBAL

A temperatura da superfície terrestre está diretamente relacionada com a energia proveniente do Sol, a estrela que está localizada no centro do sistema planetário onde

está localizado o planeta Terra. Essa energia se propaga do Sol até a Terra através da radiação eletromagnética, composta por ondas eletromagnéticas.

Como todas as ondas, as eletromagnéticas possuem período, frequência, amplitude e comprimento de onda. O período (T) é a duração de um ciclo completo da onda – uma ondulação, e a unidade do Sistema Internacional de Unidades (SI) para essa grandeza é o segundo. A frequência (ν) é a quantidade de ciclos por unidade de tempo, ou seja, quantas ondulações ocorrem em, por exemplo, um segundo; sua unidade no SI é o Hertz, cujo símbolo é Hz. A amplitude (A) é a intensidade da onda e sua unidade varia de acordo com o tipo de onda; no presente caso, a amplitude corresponde à intensidade da variação dos campos elétrico e magnético. O comprimento de onda (λ) é a distância entre o início de um ciclo e o início do próximo ciclo, ou seja, o “tamanho” de um ciclo, e sua unidade é o metro.

Além destas características as ondas eletromagnéticas possuem também uma velocidade própria de propagação (c). No vácuo esta velocidade é de aproximadamente 3×10^8 m/s, e varia em outros meios, sendo praticamente a mesma no ar. As características frequência e comprimento de onda relacionam-se com a velocidade de propagação através da seguinte equação:

$$c = \lambda \nu \quad (21)$$

O Sol emite radiação com diferentes frequências e, conseqüentemente, diferentes comprimentos de onda. A composição de todas essas frequências é chamada de espectro eletromagnético. Uma distribuição dos comprimentos de onda de acordo com a intensidade emitida pelo Sol está apresentada no gráfico da Figura 06:

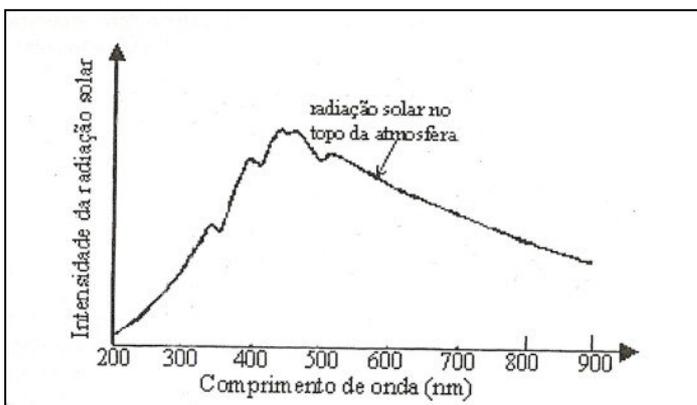


Figura 06 – Gráfico da intensidade radiação solar em função do comprimento de onda. Fonte: Okuno; Vilela, 2005, p.28.

Chegando na atmosfera terrestre, algumas dessas ondas são refletidas direto para o espaço sem interagir com a atmosfera; outras são absorvidas pela atmosfera, provocando reações químicas e aquecendo-a e uma parte atinge a superfície terrestre. Essa parte que atinge a superfície nos permite enxergar, é utilizada para a fotossíntese pelas plantas, produz os ventos e as correntes de ar e, em última análise, aquece o solo e o que nele se encontra.

Quando aquecidos todos os materiais - sólidos, líquidos ou gases, emitem energia na forma de radiação térmica. A radiação térmica nada mais é do que a parcela das ondas eletromagnéticas que possui comprimento de onda entre $0,7\mu\text{m}$ e $1,5\text{mm}$. Essas ondas são chamadas de radiação infravermelha. Parte da radiação infravermelha emitida pela superfície terrestre e pelos objetos e seres que estão sobre ela volta diretamente para o espaço, e outra parte é absorvida pela atmosfera. A atmosfera aquecida também emite radiação infravermelha, que vai para o espaço interestelar.

Sem a interferência humana há um equilíbrio no balanço energético, ou seja, a quantidade de energia que incide na atmosfera é igual à quantidade de energia emitida para o espaço na forma de radiação infravermelha, sem acréscimo ou redução do total de energia ligado ao nosso planeta, como pode ser observado na Figura 07.

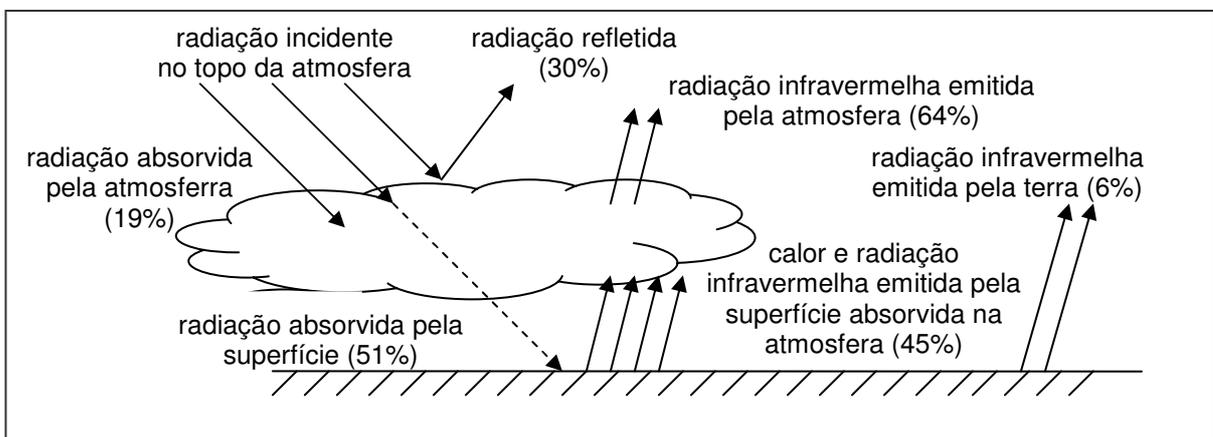


Figura 07 – Balanço energético da Terra sem a interferência humana.

O homem, no entanto, está interferindo nesse balanço desestabilizando-o e provocando o famoso aquecimento global. Para entender esse processo é necessário analisar a forma como a radiação térmica ou infravermelha interage na atmosfera.

Na atmosfera terrestre estão presentes diversos gases. Alguns deles possuem moléculas tri-atômicas ou poli-atômicas, como o dióxido de carbono (CO_2), o vapor de água (H_2O), o metano (CH_4), entre outros. As ligações químicas entre os átomos desses gases não

são estáticas, elas apresentam movimentos de vibração e rotação. Como essas moléculas apresentam vários átomos, possuem diversas possibilidades de vibração e rotação, e cada uma dessas possibilidades está relacionada com certa quantidade de energia.

A radiação eletromagnética que incide na atmosfera, por sua vez, também está relacionada a certa quantidade de energia (E), dependendo de sua frequência ou comprimento de onda ⁷:

$$E = h \cdot \nu \quad \text{ou} \quad E = h \cdot \frac{c}{\lambda} \quad (22)$$

Quando a energia da onda eletromagnética de uma determinada frequência coincide com a energia de um dos modos de vibração ou rotação de uma molécula ela é absorvida, alterando a vibração entre os átomos ou suas rotações. A molécula de água, por exemplo, é capaz de absorver ondas eletromagnéticas com comprimentos de onda de 2,66µm, 2,73µm, 6,30µm e outros acima dos 20µm. Já a molécula de dióxido de carbono absorve radiação com comprimento de onda de 4,3µm, 7,4µm, 15µm, entre outros. Todos esses comprimentos de onda estão localizados na faixa do infravermelho.

Pelo comportamento desses gases em relação à radiação eletromagnética eles são chamados de gases de efeito estufa: deixam passar uma parte das ondas eletromagnéticas até a superfície (luz visível, por exemplo), mas não deixam a radiação térmica escapar para o espaço, e a energia absorvida provoca um aumento da temperatura.

Quando o sistema está em equilíbrio, a energia absorvida na forma de ondas eletromagnéticas infravermelhas serve somente para manter a temperatura da Terra em seus valores médios, a saber, 15°C ou 288K (Tolentino, Rocha-Filho, Silva, 2004). Se o homem altera a composição da atmosfera, inserindo ou retirando uma quantidade significativa de gases de efeito estufa, a situação se modifica.

Após a Revolução Industrial, com a utilização maciça de máquinas térmica nos processos de produção, o homem passou a lançar para a atmosfera uma quantidade expressiva de dióxido de carbono, fruto da queima de combustíveis que contém átomos de carbono, como os derivados de petróleo, carvão e gás natural. Os veículos automotivos também contribuem com essa emissão e também todos os processos que envolvam a combustão de matéria orgânica.

⁷ O h da equação é a constante de Planck, que vale $6,63 \times 10^{-34}$ Js.

O desenvolvimento agropecuário também é responsável pelo aumento dos gases de efeito estufa na atmosfera. O metano, que é produzido nos pântanos e regiões alagadas como as plantações de arroz ou no aparelho digestivo de animais ruminantes, é um exemplo. Esse mesmo gás está presente nos lixões das grandes cidades, gerado pela decomposição microbiana de matéria orgânica em condições anaeróbicas.

A queima de áreas verdes, principalmente florestas, é outro fator de contribuição para o efeito estufa, por meio de dois processos: o primeiro é a emissão pela queima da madeira, uma matéria orgânica, que gera CO_2 ; a outra é a redução da cobertura vegetal que realiza fotossíntese retirando CO_2 da atmosfera e transformando-o em O_2 , um gás diatômico que não absorve radiação infravermelha.

Os números da interferência humana na cobertura gasosa do planeta não são nada satisfatórios, como se pode notar observando os gráficos apresentados na Figura 08. Em 1765 a concentração de dióxido de carbono na atmosfera era de 279ml/m^3 , passou a 296ml/m^3 em 1900 e atingiu os 376ml/m^3 no ano de 2003, com estimativas para duplicação do valor pré-industrial até meados do século XXI (Tolentino; Rocha-Filho; Silva, 2004, p.38). Para o metano o aumento foi de aproximadamente $0,75\text{mL/m}^3$ em 1800 para $1,75\text{mL/m}^3$ no ano 2000, o que representa um crescimento de mais de 100%.

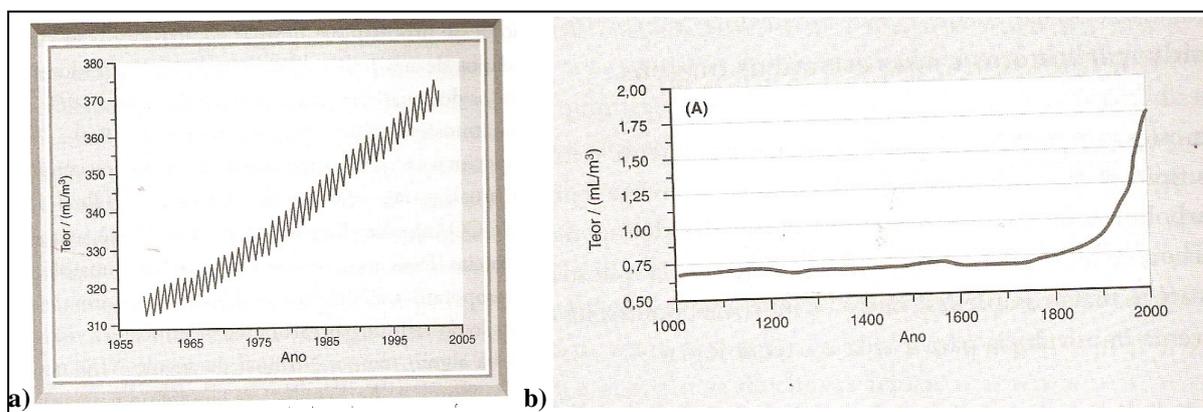


Figura 08 – Gráficos da evolução do teor de gases na atmosfera. a) Dióxido de Carbono; b) Metano. Fonte: Tolentino; Rocha-Filho; Silva, 2004, p. 40; 64.

Como resultado da ação humana e segundo estimativas do Painel Internacional sobre Mudanças Climáticas já é possível constatar um aumento da temperatura média global da ordem de $0,6^\circ\text{C}$ durante o século XX, podendo chegar até 1°C nos anos da década de 2030 (Rocha; Rosa; Cardoso, 2009, p. 123).

A preocupação com esse problema está presente no meio científico e é constantemente divulgado através dos meios de comunicação, devido aos impactos que pode

trazer para a vida no planeta. O balanço energético controla o clima, as estações do ano, as precipitações; um desequilíbrio provoca catástrofes, como as que já estão sendo observadas:

- Intensificação dos picos de temperatura, com invernos mais rigorosos e verões escaldantes;
- Aumento das secas em determinadas regiões e excesso de chuvas em outras, provocando alagamentos e desmoronamentos;
- Maior ocorrência de fenômenos atmosféricos como tufões e furacões, afetando regiões habitadas e levando à morte grande número de pessoas.

Numa tentativa de reduzir a crescente emissão dos gases de efeito estufa foram realizados encontros internacionais e assinados tratados. A primeira discussão ocorreu em 1992, no Rio de Janeiro, no encontro conhecido como Eco-92. Como os efeitos do aquecimento ainda não eram tão visíveis à época houve grande oposição à preocupação ambiental e nenhuma proposta prática foi aprovada. Já em 1997, na conferência de Kyoto, maior número de pesquisas científicas apontavam o problema do aquecimento e um primeiro tratado foi assinado – o Protocolo de Kyoto, com compromisso de redução da emissão de gases estufa pelos países desenvolvidos de, em média, 5,2% em relação aos níveis de 1990.

Outras alternativas para redução aquecimento global foram e estão sendo propostas, principalmente na área de geoengenharia, tendo em vista que os países desenvolvidos não se comprometeram verdadeiramente com o Protocolo de Kyoto, e muito poucos cumpriram sua parte do acordo.

Uma dessas idéias é a instalação de um “guarda-sol” no espaço, localizado exatamente no ponto entre o Sol e a Terra em que as ações gravitacionais são numericamente equivalentes. Esse guarda-sol seria formado por trilhões de naves em forma de disco, feitas de nitrato de silício, cada uma com 60cm de diâmetro (Kunzig, 2008, p. 46). O equipamento bloquearia parte da radiação solar que chega à Terra, alterando o balanço energético no que se trata da energia recebida pela atmosfera. Apesar de ser em teoria uma solução válida, o custo e as conseqüências da idéia, como o desperdício de parte da energia vinda do Sol que poderia ser convertida em energia útil, tiram o projeto dos focos de aplicação.

Uma solução mais permanente é a conscientização da população em relação à emissão dos gases de efeito de estufa e do papel de cada um nesse processo. Reduzir o consumo de energia elétrica direta e o consumo de bens que necessitam de energia para sua produção, que acaba por vir da queima de combustíveis fósseis; diminuir as queimadas e denunciar a prática ilegal desta; minimizar o uso dos automóveis particulares em privilégio do

transporte público; evitar o desperdício de alimentos, cuja produção também emite gases poluentes; entre outras medidas simples, se adotadas por todos, podem resolver de fato o problema, garantindo a sobrevivência do planeta como habitat da vida humana.

3.7 CAMADA DE OZÔNIO

A camada de ozônio é mais um dos temas ambientais famosos, que ganha destaque nas revistas e nos programas televisivos. Para entender esse assunto é necessário responder a algumas perguntas: O que é a camada de ozônio? Como se forma a camada de ozônio? De que forma essa camada protege a vida de seres humanos? O que é e como se forma o buraco na camada de ozônio? O que se pode fazer para diminuir esse “buraco”?

3.7.1 O que é a camada de ozônio?

A atmosfera terrestre é dividida em diversas camadas, de acordo com propriedade físicas e químicas, principalmente conforme o gradiente de temperatura, que varia com a altitude. A composição básica da atmosfera é aproximadamente constante, tendo como elementos principais o nitrogênio e o oxigênio; e como elementos minoritários argônio (Ar), neônio (Ne), hidrogênio (H₂), dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxidos de nitrogênio e enxofre (NO_x e SO_x), além de material particulado, microorganismos e vapores de água, cuja concentração pode variar de camada para camada.

A primeira camada é a troposfera, a mais densa das regiões atmosféricas, que vai da superfície até aproximadamente 11km de altitude, onde se formam as nuvens, ocorrem os ventos e as precipitações, voam os aviões.... A segunda camada é a estratosfera que vai até aproximadamente 50Km de altitude. Entre 25Km e 35Km há grande concentração de moléculas de Ozônio (O₃) e por esse motivo a região é denominada camada de ozônio. Na estratosfera a temperatura aumenta com a altitude, indo de -56°C até -2°C, e tanto este fato quanto a concentração de ozônio da região estão relacionados à interação do oxigênio com a radiação proveniente do Sol.

3.7.2 Como se forma a camada de ozônio?

A produção de ozônio, como muitos outros processos que ocorrem na estratosfera estão relacionados com a energia associada à radiação emitida pelo Sol. Como já

mencionado no item 2.6 o Sol emite diversos tipos de ondas eletromagnéticas, com comprimentos de onda variados, que atravessam o espaço e chegam à atmosfera terrestre. As ondas eletromagnéticas que possuem comprimento de onda entre 100nm e 400nm são chamadas de radiação ultravioleta.

Quando a radiação ultravioleta proveniente do espaço, mais especificamente aquela com comprimento de onda (ν) menor do que 242nm, se depara com uma molécula de oxigênio é absorvida por ela. Com essa absorção a molécula de oxigênio se dissocia. Como esse processo envolve a presença da radiação eletromagnética diz-se que a molécula de oxigênio passa por uma reação fotoquímica, ou fotólise ⁸:



Como resultado surgem dois átomos de oxigênio separados. Esses átomos são bastante reativos e logo se chocam com uma molécula de O_2 , produzindo ozônio:



Na colisão entre a molécula de oxigênio e o átomo de oxigênio, que gera o ozônio, há liberação de energia na forma de calor. Geralmente essa energia é absorvida por uma outra molécula, como a de Nitrogênio (N_2) que é a mais abundante na atmosfera, o que resulta em maior agitação molecular. É por esse motivo que a temperatura na estratosfera é maior do que nas camadas superiores e inferiores a ela.

3.7.3 De que forma essa camada protege a vida de seres humanos?

Na resposta à questão anterior pode-se verificar que a molécula de oxigênio absorve a radiação ultravioleta de comprimento de onda inferior a 242nm para gerar o ozônio na estratosfera. O ozônio formado, por sua vez, é capaz de absorver radiação com comprimento de onda de até 315nm, provocando uma outra reação fotoquímica:



⁸ O termo $h\nu$ corresponde à absorção da energia relativa à onda eletromagnética de comprimento de onda menor do que 242nm, ou seja, na faixa do ultravioleta.

O resultado desse processo é um ciclo de criação e destruição que mantém a camada de ozônio com concentração aproximadamente constante e absorve a grande maioria da radiação ultravioleta com os menores comprimentos de onda e as maiores frequências. Essa absorção é importante uma vez que a radiação ultravioleta interage com o corpo humano de diversas maneiras, trazendo benefícios, mas principalmente causando danos.

Para facilitar os estudos dessas interações a luz ultravioleta foi dividida em três classes⁹: UVA com comprimento de onda entre 400nm e 315nm, UVB com comprimento de onda entre 315nm e 280nm e UVC, com comprimento de onda entre 280nm.

A radiação UVA é a que mais atravessa a atmosfera, por possuir comprimentos de onda maiores que os absorvidos pelo oxigênio ou pelo ozônio. Quando incide na pele estimula os vasos sanguíneos e é absorvida pela melanina, provocando o bronzeamento e sendo utilizadas em tratamentos de fototerapia. Essa mesma radiação, no entanto, pode gerar câncer ao provocar a mutação no gene supressor de tumor p-53 e descontrolar o ciclo celular.

Mais energética, a radiação UVB *“lesa as células epiteliais, altera o DNA e libera substâncias orgânicas que promovem a inflamação e dilatação dos vasos”* (Okuno & Vilela, 2005, p. 45). Esse fato é o que se conhece de forma corriqueira como queimadura de sol. Apesar de danosa a radiação UVB também apresenta benefícios, participando do processo de síntese da vitamina D.

Por fim, a radiação UVC, a mais energética de todas e a que possui maior capacidade de provocar câncer. Ela é praticamente toda absorvida pelas proteínas e outros elementos da epiderme, destruindo-a, possuindo também ação germicida.

3.7.4 O que é e como se forma o buraco na camada de ozônio?

Alguns tipos de poluentes lançados na atmosfera pela ação humana desequilibram o processo natural de formação/ destruição do ozônio na estratosfera, diminuindo a concentração desse elemento. Os principais vilões, neste caso, são os clorofluorocarbonetos (CFCs) e os haletos, que contêm bromo.

Os CFCs foram muito utilizados até a década de 1970 nos ciclos termodinâmicos de refrigeradores e nos aerossóis, até que pesquisadores da Universidade da Califórnia mostraram, através de cálculos teóricos, que estes poderiam destruir o ozônio. Sendo muito estáveis os CFCs permanecem por muito tempo na atmosfera e são transportados

⁹ Classificação feita por dermatologistas, introduzida pela Comissão Internacional de Iluminação nos anos 1930 e adotada formalmente em 1970.

até a estratosfera por difusão. Lá recebem radiação ultravioleta e sofrem fotólise, com o rompimento de uma ligação C-Cl:



O átomo de cloro liberado é bastante reativo e, ao encontrar uma molécula de ozônio, provoca a seguinte reação:



Alguns fatores climáticos definem qual será a intensidade desse processo. Os trópicos, que possuem as temperaturas mais amenas, são os menos atingidos pela redução do ozônio. Em contrapartida os pólos são os mais atingidos.

Na Antártica o inverno é tão rigoroso que chega a gerar nuvens na estratosfera. Durante o período em que a região não é iluminada pelo Sol as temperaturas ficam extremamente baixas e compostos como os CFCs e os halônios, carregados pelo “vórtice polar” – um corrente de ar que circula a Antártica, se agrupam para formar as nuvens. Quando o Sol volta a iluminar a região ocorrem as reações de fotólise, e o ozônio é consumido tão rápida e intensamente que se diz que ali foi formado um buraco – o buraco na camada de ozônio (Novais, 1998).

Como consequência da redução na camada de ozônio mais radiação ultravioleta atravessa a atmosfera, em especial nos menores comprimentos de onda, que correspondem às radiações UVB e UVC. Estimativas do Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas dizem que *“cada 1% de redução no teor de ozônio será acompanhado de um acréscimo de 1,3% na quantidade de radiação ultravioleta que atinge a troposfera”* (Tolentino; Rocha-Filho; Silva, 2004, p.88). Para o ser humano isso significa mais riscos de queimaduras e problemas na pele, como câncer.

3.7.5 O que se pode fazer para diminuir esse “buraco”?

Desde 1987 existem tratados internacionais que prevêm a substituição dos CFCs e haletos por substâncias que não destruam a camada de ozônio. Revisões ao tratado de Montreal incluíram diversas substâncias até um total de 90 que são controladas hoje em dia, e

estipularam o prazo limite para o ano 2000 aos países desenvolvidos e o ano 2010 aos países em desenvolvimento para a substituição.

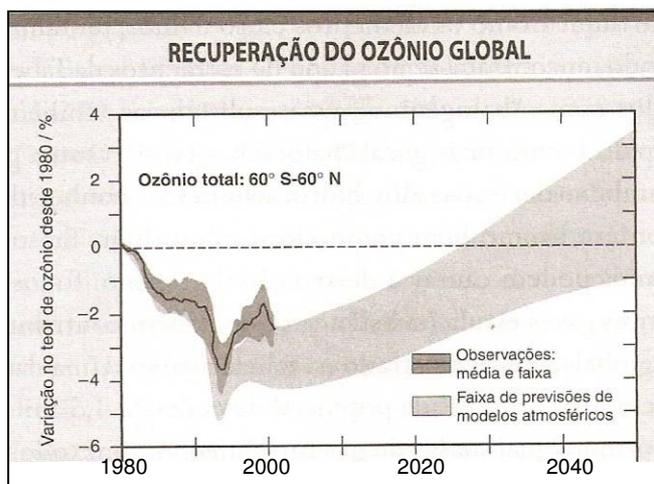


Figura 09 – Gráfico de concentração de ozônio na estratosfera: variação no teor de ozônio em relação ao início dos anos 1980, em porcentagem. Fonte: Tolentino; Rocha-Filho; Silva, 2004, p. 99.

Já é possível perceber os efeitos desses tratados, uma vez que a quantidade de poluentes na atmosfera tem diminuído e a concentração de ozônio se estabilizado. Para reverter o quadro, no entanto, e atingir os valores de ozônio de antes da ação humana com os CFCs e halônios ainda serão necessárias algumas décadas. Se os países continuarem a cumprir a meta de não emissão de destruidores de ozônio, as previsões indicam que em meados dos anos 2040 já não existirão buracos na camada de ozônio na primavera austral.

3.8 EFEITO GUARDA-SOL

O efeito guarda-sol é mais um fenômeno ligado à energia vinda do Sol através de ondas eletromagnéticas e à atmosfera terrestre. Assim como um guarda-sol impede a passagem de parte da radiação solar promovendo um local de sombra para aqueles que desejam apreciar a praia nos dias de verão, algumas partículas e gases da atmosfera em certas condições impedem a passagem de radiação para a superfície, refletindo-a para o espaço – esse é o efeito guarda-sol.

As nuvens são as principais responsáveis pelo efeito guarda-sol. Elas se encontram na atmosfera e são compostas principalmente por gotículas de água suspensas com tamanhos bastante variados. Sozinhas são responsáveis pela reflexão de 19% da radiação solar que atinge a atmosfera, mesmo estando localizadas na camada inferior, a troposfera.

A contribuição das nuvens para o efeito guarda-sol varia de acordo com o tipo de nuvem, com a latitude e com a época do ano. Nuvens mais finas refletem uma parte da radiação e difundem em todas as direções, deixando uma parte atravessá-las; nuvens mais

densas chegam a refletir 85% da radiação que nelas incide. Próximo aos pólos, principalmente no inverno, as nuvens contribuem pouco com o efeito-guarda sol, pois há pouca incidência de radiação solar; próximo ao equador, no verão, há muita formação de nuvem impedindo a passagem da luz solar e a contribuição ao efeito guarda-sol é maior.

O próprio ar atmosférico é responsável por uma pequena parte do efeito-guarda-sol através da difusão Rayleigh: as moléculas do ar absorvem a radiação incidente e a espalham em todas as direções, inclusive de volta ao espaço. Esse efeito, que é mais intenso nos pequenos comprimentos de onda, afeta principalmente a luz visível de cor azul, e esta é a origem da cor do céu terrestre. Uma intensificação desse fenômeno durante o por do Sol, em que a radiação precisa atravessar uma grande quantidade de atmosfera, torna esse momento avermelhado.

Uma última contribuição para o efeito guarda-sol é a dos aerossóis, partículas sólidas e líquidas em suspensão, com tamanhos e composições diversos. Os aerossóis intensificam a difusão da radiação solar, aumentando a quantidade de ondas eletromagnéticas que são lançadas para fora da Terra.

Existem aerossóis de origem natural, como a poeira levantada pelo vento nos desertos, as emissões de dióxido de enxofre por erupções vulcânicas ou o *spray* marinho: “*crists de sal provenientes dos chuviscos marítimos provocados pelas ondas*” (Kandel, 2007, p. 42). Mas cada vez mais estão aumentando as fontes antrópicas desses materiais, ou seja, as que estão ligadas à atividade humana: fuligens resultantes da queima de florestas ou queimadas agrícolas e emissão de dióxido de enxofre (SO₂) na combustão de determinados materiais.

A princípio pode-se pensar que a redução do fluxo de energia à Terra seria uma solução para o aquecimento global, o que não deixa de ser verdadeiro. O problema é que a redução da radiação, que se dá mais especificamente nos comprimentos de onda mais emitidos pelo Sol, também pode provocar efeitos bastante indesejáveis.

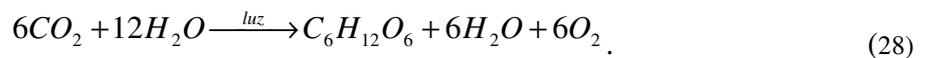
No item 2.6 foi apresentado um gráfico que mostra a faixa de radiação eletromagnética mais intensamente emitida pelo Sol, com comprimento de onda entre 400nm e 700nm, o que corresponde à luz visível, assim chamada por ser a faixa de radiação que o olho humano é capaz de detectar.

O processo de detecção ocorre da seguinte forma: a luz penetra através da córnea; passa pela coróide, onde se localiza a íris, a pupila e o cristalino; e chega à retina, “*que é a estrutura do olho sensível à luz*” (Barthem, 2005, p.70). São os bastonetes e cones presentes na retina que funcionam como células fotorreceptoras. Os bastonetes são

responsáveis pela captação da intensidade luminosa e os cones são responsáveis pela captação da cor. No olho humano existem três tipos de cones: o vermelho, que capta a luz com comprimento de onda entre 480nm e 700nm; o verde, que capta a luz com comprimento de onda entre 435nm e 635nm; e o azul, que capta a luz com comprimento de onda entre 400nm e 550nm.

Alguns comprimentos de onda da mesma radiação visível são utilizados pelas plantas para a realização da fotossíntese. Uma redução na radiação visível que chega à superfície terrestre significa, portanto, uma redução no processo de fotossíntese.

A fotossíntese é um fenômeno que ocorre em duas etapas: na primeira, a fase luminosa, a radiação eletromagnética fornece energia para alguns pigmentos presentes nos vegetais; na segunda etapa, que pode acontecer mesmo sem a presença de luz, a energia absorvida dá origem a um conjunto de reações que se conclui na produção de glicose – um alimento para os vegetais e para toda a cadeia alimentar. Ela pode ser resumida através da seguinte equação:



Os pigmentos capazes de absorver a luz solar e dar início às reações que produzem alimento são principalmente as clorofilas, mas também os carotenóides e as ficobilinas. Cada um desses pigmentos absorve determinados comprimentos de onda com mais intensidade, como pode ser observado no gráfico da Figura 10:

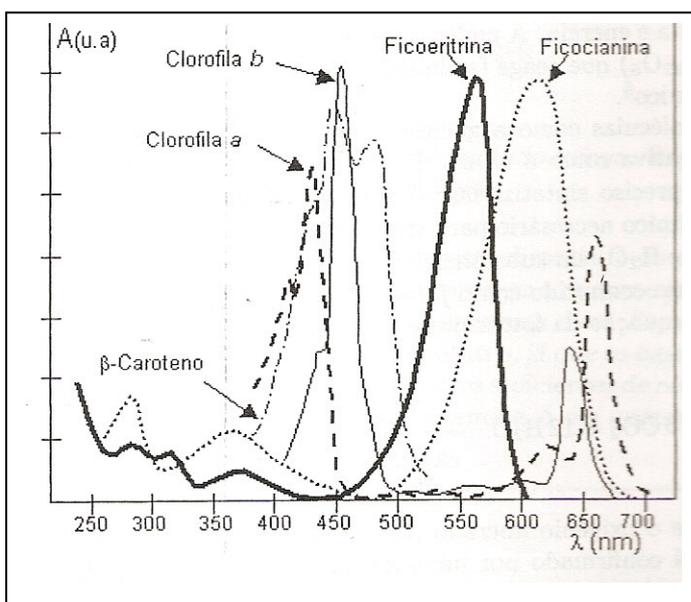


Figura 10 – Espectro de absorção dos pigmentos fotossintéticos. Fonte: Barthem, 2005, p. 77.

A absorção pelos pigmentos se dá principalmente no comprimento de onda de 450nm, que corresponde à luz azul, e no comprimento de onda de 650nm, que corresponde à luz vermelha. A luz verde praticamente não é absorvida, mas refletida pelas folhas e isto é o que dá a coloração dos vegetais como pode ser observada pelo olho humano.

Uma redução da fotossíntese é bastante prejudicial à vida na Terra como um todo e ao equilíbrio do planeta. A fotossíntese é a base da cadeia alimentar e é a chave para a manutenção da composição regular dos gases atmosféricos, retirando CO_2 e retornando O_2 .

Além de afetar a quantidade de luz visível e a fotossíntese uma menor quantidade de radiação solar atingindo a superfície pode afetar o planeta e a vida de outras formas. A síntese de vitamina D pela pele só ocorre com a presença de radiação ultravioleta; uma redução dessa radiação sobre a superfície, pelo efeito guarda-sol, pode promover uma falta dessa substância nos organismos. Uma diferenciação na quantidade de energia que atinge o solo de determinadas regiões pode mudar as condições meteorológicas, aumentando ou reduzindo ventos e chuvas, alterando o clima e podendo provocar novos fenômenos naturais.

4. DESENVOLVIMENTO DOS TRABALHOS

O desenvolvimento das atividades do trabalho será abordado de acordo com a metodologia de pesquisa empregada, a saber, a pesquisa-ação participativa. Assim, serão apresentados detalhadamente cada um dos passos da espiral de ciclos: planejamento, ação e observação, reflexão, re-planejamento, ação e observação, reflexão, re-planejamento...

Vale lembrar que as etapas da pesquisa-ação não seguem uma sucessão temporal linear, mas se sobrepõe e transpassam-se de maneira dinâmica, dialogando entre si. Para exemplificar esta questão, podemos citar o fato de que mesmo com a ação em andamento, alguns aspectos do planejamento como a forma e as datas de apresentação dos trabalhos, ainda estavam sendo discutidas. Outro exemplo é o da escolha dos temas, que faz parte do planejamento, mas que para algumas turmas, só ocorreu durante a fase de ação/observação.

4.1 PLANEJAMENTO

Cursando as primeiras disciplinas do programa de mestrado (PPGECE-UFSCar) em janeiro de 2009 foram elaboradas as primeiras idéias quanto ao tema do trabalho. Para conclusão da disciplina de Teorias de Ensino e Aprendizagem foi apresentado um trabalho que contava com os primeiros passos, tanto em termos de assunto quanto de metodologia, para o que seria este projeto de pesquisa:

Em primeiro lugar será apresentada, de forma sucinta, a temática do projeto de mestrado, a saber, o desenvolvimento de atividades didáticas sobre a Física do Meio Ambiente. (...) Finalizando, será feita ainda uma análise (...) do ponto de vista das teorias educacionais de Paulo Freire, sobre as contribuições que o desenvolvimento de projetos em Física do Meio Ambiente pode oferecer ao educando enquanto cidadão que interage com o mundo e é capaz de transformar a realidade em que vive.¹⁰

Desde o princípio a idéia era realizar com os alunos atividades sobre física do meio ambiente e verificar de que maneira a inserção da problemática ambiental contribuiria para a compreensão dos alunos acerca dos conceitos físicos e na sua formação enquanto cidadão. Com esta finalidade, foram estabelecidas as seguintes etapas para o desenvolvimento das atividades:

¹⁰ Parte de resumo do trabalho apresentado para conclusão da disciplina Teorias de Ensino Aprendizagem, cursada em janeiro/2009 como parte do programa de mestrado da PPGECE, UFSCar.

- Definição do tema, em que os alunos e o professor apresentam alguns temas ambientais e escolhem aquele que desejam investigar;
- Pesquisa bibliográfica, pela qual os alunos selecionam livros, revistas, jornais e sites que tratam do problema que estão estudando;
- Investigação científica, quando os alunos organizam experimentos para aprofundar os conhecimentos sobre o fenômeno em estudo e verificar a validade das informações apresentadas nos livros e meios de comunicação;
- Proposta de solução, em que os alunos propõem, com base nos conhecimentos teóricos e experimentais adquiridos, ações para minimizar o problema ambiental estudado;
- Apresentação, que ocorrem através da elaboração de um jornal, folheto, da realização de palestras ou de uma feira, nas quais os alunos mostram à comunidade o trabalho desenvolvido e seus resultados.

Com este projeto em mente foi realizado, nas primeiras semanas de fevereiro, o planejamento do ano letivo de 2009 para as duas turmas de primeiro ano do ensino médio integrado ao ensino técnico nos cursos de química e automação industrial do IFSP, *campus* Sertãozinho. Foram incluídas no plano de ensino as atividades do projeto, atribuindo previamente o tema Derretimento de Geleiras para a turma de química e Produção/Geração de Energia para a turma de automação. Em termos de notas foram destinados 2,0 pontos do terceiro e do quarto bimestres para o desenvolvimento e a apresentação dos trabalhos. Sobre os conteúdos, não foram destinadas aulas específicas para tratar do meio ambiente, mas os conceitos de Física relacionados com os temas de cada turma foram incluídos no terceiro bimestre, a saber, fluidos para a turma de química e energia e potência para a turma de automação.

Logo no início das aulas a coordenação dos cursos identificou que as turmas estavam com um número excessivo de estudantes, cada uma delas com mais de cinquenta, e que as atividades didático-pedagógicas seriam prejudicadas. Ainda no decorrer do primeiro bimestre cada turma foi separada em duas e a escola ficou com duas turmas de primeiro ano de cada curso, química e automação. Com essa divisão as aulas de ambas as turmas de química foram atribuídas a outro professor.

Para que as turmas de química não ficassem fora do trabalho, e conforme reflexões e discussões empreendidas nas disciplinas do mestrado cursadas durante o primeiro semestre de 2009 sobre a importância da coletividade para o trabalho docente e para a

pesquisa-ação (Kemmis; Wilkinson, 2002; Franco, 2005), o professor foi consultado sobre a possibilidade de colaborar com o desenvolvimento do projeto, aceitando prontamente. Aproveitando esta primeira ampliação dos participantes o único professor de Física do IFSP que ainda não estava participando do projeto, responsável pelas aulas das duas turmas de segundo ano dos cursos de Química e Automação Industrial foi consultado e também aceitou fazer parte do projeto, desenvolvendo atividades com suas turmas.

Neste momento o trabalho contava com a participação de três professores e seis turmas, totalizando aproximadamente 150 estudantes. A participação de outros docentes e turmas motivou discussões que acabaram por alterar o planejamento inicial, não tanto em relação às etapas de desenvolvimento do trabalho, mas principalmente em termos dos temas a serem abordados por cada turma.

No caso das turmas de primeiro ano de química o professor responsável propôs o tema Biodiesel, por ser sua especialidade e estar dentro do tema de fontes de energia inovadoras, e convidou o professor de química da turma para participar do trabalho; o planejamento foi alterado para incluir as questões energéticas e de potência no terceiro bimestre. Para as turmas do segundo ano de ambos os cursos o professor propôs trabalhar com o tema energia, uma vez que o seu planejamento incluía discussões sobre tipos de energia e potência dos equipamentos eletrodomésticos residenciais. Para diferenciar uma turma da outra, apesar de trabalhar os vários aspectos em ambas, uma das turmas tendo como foco o Consumo Residencial de Energia e a outra a Geração de Energia Elétrica.

A definição do tema a ser estudado nas turmas de primeiro ano de automação industrial teve como base uma pesquisa de interesse feita com os estudantes, cujos resultados estão expressos nos gráficos da Figura 11, levando também em consideração os conteúdos que seriam abordados na disciplina de Física durante o ano. Em ambas as turmas o aquecimento global foi bastante lembrado, porém este tema em si tem mais relações com o conteúdo a ser abordado no segundo ano. Assim sendo, para a turma 1A1-2009 foi escolhida uma consequência do aquecimento global, o Aumento do Nível do Mar, que também atende aos alunos que destacaram derretimento de geleiras, água potável e o próprio aumento do nível do mar; e para a turma 1A2-2009 foi escolhido o tema Queimadas, relacionado com o desmatamento, com a poluição do ar e com as próprias queimadas indicadas pelos estudantes. Ambos os temas relacionam-se com os conceitos de densidade, pressão, empuxo, enfim, com as discussões sobre fluidos, que foram então agendadas para o terceiro bimestre.

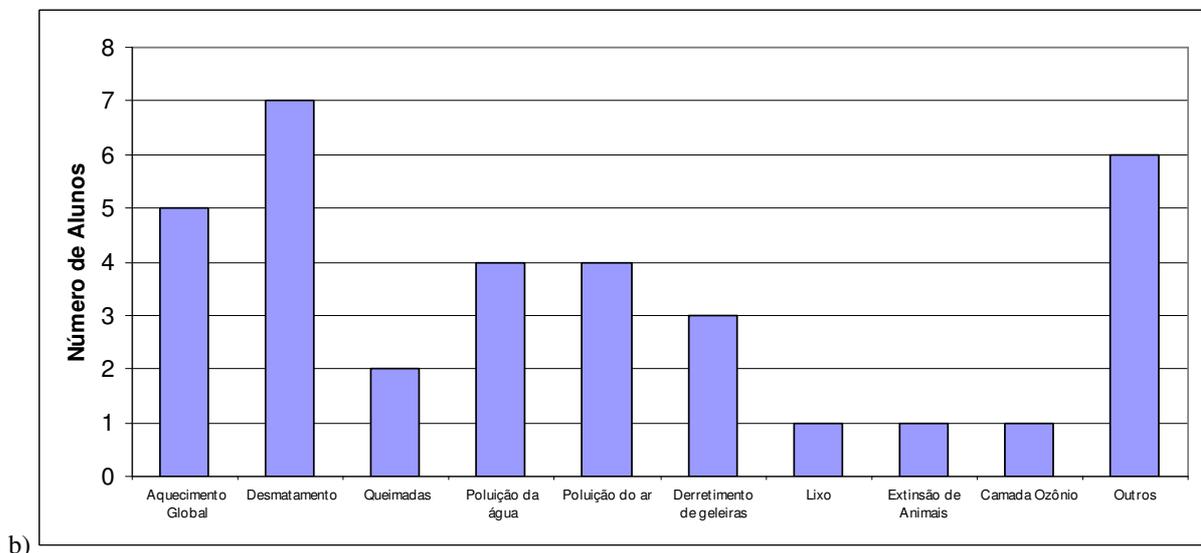
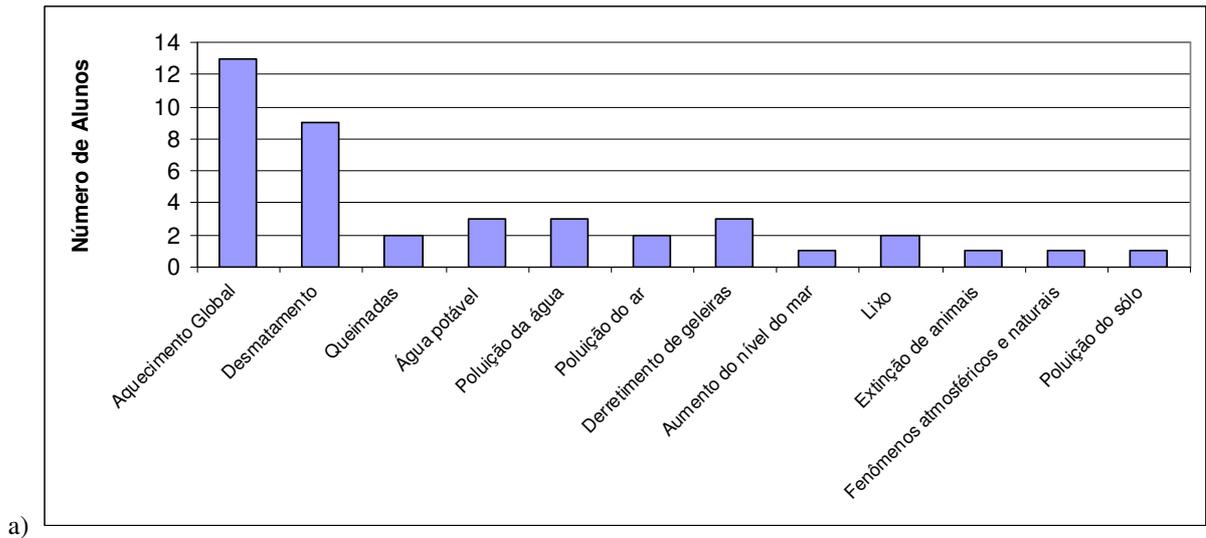


Figura 11 – Gráficos da pesquisa sobre interesse dos estudantes em temas ambientais. a) Turma 1A1-2009. b) Turma 1A2-2009. Em outros estão incluídos: conscientização das pessoas, preservação, clima, fauna e flora, todos, pedras preciosas e dinossauros.

Em comum acordo entre os professores foi decidido que a apresentação final do trabalho se daria durante a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, programada para meados de outubro de 2009, e quando o Instituto recebe como visitantes estudantes de outras escolas, pais e amigos dos alunos e a comunidade em geral.

Para esta apresentação, mais especificamente para a preparação dos textos, cartazes e *banners* que fariam parte da mesma, foi solicitada a participação dos professores de Língua Portuguesa e Literatura das turmas, que desde o princípio manifestaram interesse e prontamente atenderam a solicitação.

Finalizando a primeira etapa de planejamento o trabalho estava organizado como mostrado na Tabela 03:

Professores envolvidos:	3 de Física 1 de Química 2 de Língua Portuguesa e Literatura
Turmas envolvidas:	6 (1A1-2009, 1A2-2009, 2A-2009, 1Q1-2009, 1Q2-2009, 2Q-2009, conforme tabela 01)
Alunos envolvidos:	141
Etapas do trabalho:	Definição do tema, pesquisa bibliográfica, investigação científica, proposta de solução e apresentação.
Definição dos temas:	1A1-2009 Aumento do Nível do Mar 1A2-2009 Queimadas 1Q1-2009 Biodiesel 1Q2-2009 Biodiesel 2A-2009 Consumo Residencial de Energia 2Q-2009 Geração de Energia Elétrica
Atribuição de notas:	A critério de cada professor
Apresentação:	Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (Out/2009)

Tabela 03 – Quadro-resumo da primeira etapa de planejamento do projeto.

4.2 AÇÃO E OBSERVAÇÃO

Nas primeiras semanas de aula os estudantes de todas as turmas envolvidas foram informados sobre a realização do projeto sobre Física e Meio Ambiente, quando da apresentação dos conteúdos e das atividades que seriam desenvolvidas durante o ano letivo. Neste momento, no entanto, não foram apresentados detalhes nem quanto aos procedimentos nem em relação aos temas específicos de cada trabalho, pois estas definições ainda estavam em processo de planejamento.

A partir daí o desenvolvimento do trabalho em cada turma dependeu diretamente do professor responsável e dos temas escolhidos, ainda que com uma estrutura básica bastante semelhante: divisão em grupos, pesquisas bibliográficas, desenvolvimento de experimentos, preparação da apresentação com textos, *banners* e cartazes, etc (dadas as especificidades de cada turma e de cada tema nem todas as salas passaram exatamente pelas mesmas etapas). Para facilitar a análise o relato será dividido conforme os temas dos trabalhos.

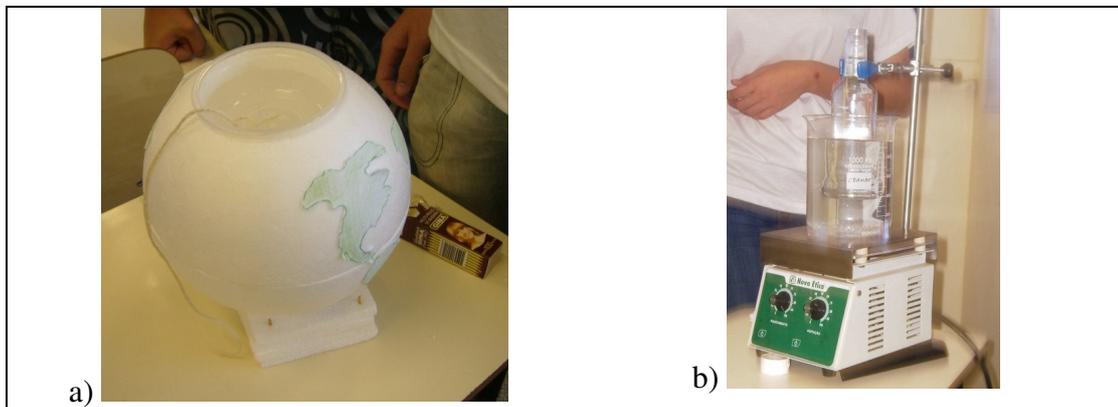
4.2.1 Aumento do Nível do Mar – Turma 1A1-2009

Após a aplicação dos questionários sobre interesse dos estudantes e escolha dos temas foi proposto que os estudantes realizassem uma pesquisa bibliográfica, como primeiro passo para o trabalho. Cada aluno deveria encontrar notícias ou matérias em jornais, revistas ou na Internet sobre o assunto a ser trabalhado por sua turma, anexar um breve

resumo sobre as reportagens, de próprio punho, e informar detalhadamente as fontes pesquisadas. Com os conhecimentos adquiridos na pesquisa, os alunos deveriam responder às questões “Quais as causas do aumento do nível do mar? Cite no mínimo duas, explicando-as.” e “Que conseqüências esse aumento pode provocar para a vida no planeta? Explique.” .

Quando os estudantes entregaram esta primeira etapa foi feita uma discussão sobre as pesquisas e foram organizados os grupos de trabalho. Na discussão os alunos apresentaram suas respostas às questões propostas, que foram sendo anotadas na lousa; fizeram questionamentos sobre reportagens que traziam informações confusas ou que eles não haviam compreendido, que foram respondidos com explicações físicas; foram questionados sobre aprofundamentos de suas pesquisas, por exemplo, com a solicitação de diferenciação entre gelo continental e flutuante, o que serviria de base para pesquisas subseqüentes. Com base nas discussões, em sugestões da professora (autora da pesquisa) e da turma foram organizados os seguintes grupos: Derretimento de gelo continental, Derretimento de gelo flutuante, Deslizamento de gelo, Dilatação térmica e Impactos do Aumento do Nível do Mar no Brasil.

Cada grupo deveria se reunir, fora dos horários regulares de aula, para elaborar uma proposta de experimento sobre o seu tema específico e construir o experimento. No dia programado para a apresentação desta etapa, antes do início da aula as carteiras foram organizadas em círculo para que todos pudessem acompanhar a apresentação dos grupos e participar, dando sugestões. Todos os grupos explicaram e demonstraram seus experimentos (Figura 12), mas os mesmos estavam incompletos e não haviam sido testados previamente, de forma que não chegaram a funcionar como esperado. Apesar disso a participação da sala foi bastante ativa com diversas sugestões de melhorias e foi agendada uma nova data de apresentação.



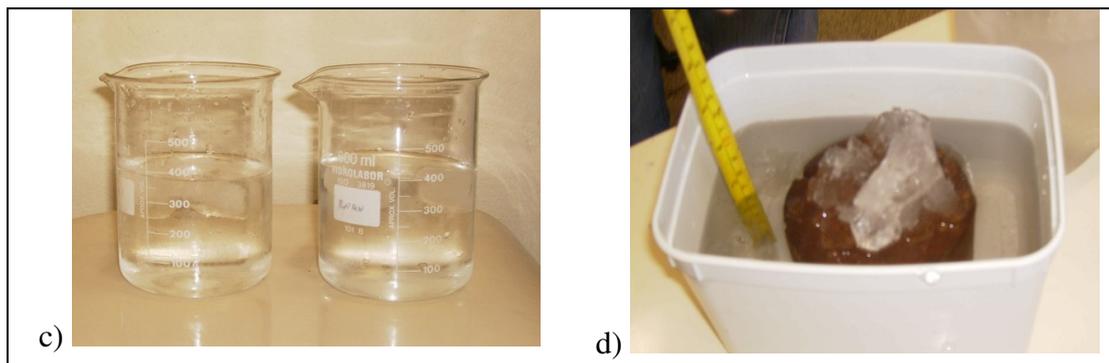


Figura 12 – Primeira apresentação de experimentos da turma 1A1-2009.
a) Deslizamento de gelo; b) Dilatação térmica; c) Gelo flutuante; d) Gelo continental.

O próximo passo, conforme combinado com a professora de Língua Portuguesa e Literatura da turma, foi a leitura da tradução do artigo *Sea Level Rise*, da revista *Planeth Earth* (Gregory, 2008). O artigo é bastante completo e traz detalhes sobre cada uma das contribuições para o aumento do nível do mar analisadas pela turma em seus experimentos. Durante a leitura foram dadas explicações complementares e foram solucionadas as dúvidas dos estudantes. Com base nesta discussão os alunos deveriam elaborar uma redação de aproximadamente 30 linhas para compor um painel explicativo a ser exposto na Semana de Ciência e Tecnologia.

Dando continuidade ao embasamento teórico dos estudantes, no dia em que estava programada a discussão sobre empuxo no plano de aula da disciplina e após o desenvolvimento normal da aula sobre o conteúdo, foi proposto um questionamento relacionado ao tema do projeto, que deveria ser respondido e entregue até o final da aula: “Com base na explicação da aula de hoje, por que o gelo que está flutuando no oceano, ao derreter, não muda significativamente o nível do mar?”. Os estudantes discutiram bastante entre si para responder a perguntas e todos os que estavam presentes entregaram a tarefa, de forma mais ou menos completa em relação à profundidade dos conceitos físicos envolvidos.

Na data agendada para a segunda apresentação dos trabalhos os experimentos tinham sido melhorados de acordo com as sugestões da turma e com novas idéias dos grupos, como pode ser analisado pelas fotos da Figura 15, mas ainda não estavam prontos para apresentação. Quase todo o período de aula foi destinado ao teste dos equipamentos e alguns permaneceram com problemas até o final. Cada grupo explicou detalhadamente seu trabalho para a turma, enfatizando a relação com o meio ambiente, como forma de preparação para a exposição na Semana de Ciência e Tecnologia. Os acertos finais nos experimentos e a implantação das melhorias sugeridas ficou por conta dos grupos, em horários extra-classe.



Figura 13 – Segunda apresentação de experimentos da turma 1A1-2009.

a) Deslizamento de gelo; b) Gelo continental; c) Gelo flutuante.

Para finalizar os preparativos para a apresentação, na semana anterior ao evento a turma foi redistribuída em grupos. Foram organizados quatro grupos: um para confeccionar cartazes explicativos sobre cada um dos experimentos; um para preparar o painel com a explicação geral sobre o aumento do nível do mar, baseado na redação preparada com a professora de Língua Portuguesa e Literatura e previamente selecionada; um para elaborar um panfleto explicativo sobre o aumento do nível do mar; e finalmente, um para selecionar, entre o material previamente pesquisado pela turma, imagens e frases ilustrativas, para decorar o local da apresentação. Quando os grupos encerraram seus trabalhos passaram a auxiliar na organização e na decoração da escola como um todo.

4.2.2 Queimadas – Turma 1A2-2009

Os procedimentos para esta turma foram bastante similares aos da turma 1A1-2009 uma vez que ambas foram orientadas diretamente pela autora deste trabalho. Assim como na outra turma o desenvolvimento dos trabalhos na turma 1A2-2009 iniciou com uma pesquisa sobre o tema nos meios de comunicação – jornais, revistas, Internet e livros – e com a resposta a dois questionamentos: “Que relações podemos estabelecer entre as Queimadas e a Física?(excetuando-se o aquecimento global)” e “De que maneira as queimadas contribuem para o aquecimento global?”, com a apresentação das fontes de pesquisa.

Quando as pesquisas e respostas foram entregues as informações encontradas e apresentadas pelos estudantes foram discutidas e foram solucionadas as dúvidas que ainda restavam sobre o tema. Após as discussões e contanto com a participação da turma com propostas e sugestões foi decidido construir três instrumentos de medida: Medidor de pressão, Medidor de umidade do ar, Medidor de ventos; elaborara um Mapeamento da cidade de

Sertãozinho e das cidades próximas onde residiam alguns alunos e encontrar fontes de informação sobre Pontos de Queimadas, cada uma dessas funções sob responsabilidade de um grupo. O objetivo final destes materiais seria o de verificar a quantidade de fuligem de cada residência, uma das principais conseqüências diretas das Queimadas, relacionando essa quantidade com as condições geográficas e atmosféricas. Cada estudante inseriu-se voluntariamente em um ou mais grupos, conforme seu interesse, de forma que cada grupo ficou, em média, com cinco estudantes.

Os grupos deveriam se reunir, fora da sala de aula, para a construção dos instrumentos e para a elaboração dos materiais relacionados aos outros dois grupos, para apresentação à turma. Na data agendada para esta apresentação os instrumentos de medição - barômetro, higrômetro e biruta - haviam sido construídos e estavam funcionando, como mostra a Figura 13, mas ainda receberam sugestões de melhoria da turma. O mapeamento das cidades de Sertãozinho e Ribeirão Preto estava pronto (Figura 13), com as indicações das residências dos estudantes e da professora, faltando apenas o mapeamento da cidade de Barrinha.



Figura 14 – Primeira apresentação de instrumentos e mapeamento da turma 1A2-2009.

a) Barômetro; b) Biruta; c) Mapeamento Ribeirão Preto; d) Mapeamento Sertãozinho; e) Higrômetro.

Para dar continuidade ao projeto foram agendadas coletas de fuligem de 1m² do quintal de cada casa para três dias distintos, para posterior análise dos dados obtidos. Nos dias de coleta de fuligem os alunos deveriam obter e anotar os dados de pressão atmosférica, umidade relativa do ar e direção e intensidade do vento com os seus instrumentos e o grupo responsável pelos focos de queimada providenciaria a identificação dos locais onde teria havido queima da palha de cana-de-açúcar no próprio dia ou no dia anterior.

A maioria dos estudantes providenciou a coleta da fuligem nos dias agendados. Para exemplificar, no primeiro dia dezoito dos vinte e dois alunos da turma trouxeram o material combinado (81,8% dos alunos). Em todos os dias em que o material foi coletado os alunos obtiveram dados de pressão atmosférica, direção e intensidade do vento com os seus instrumentos e, além disso, verificaram a pressão atmosférica e a umidade do ar na Internet para confirmar os dados medidos, uma vez que o higrômetro estava com bastante dificuldade de calibração. O grupo que deveria identificar os pontos de queimada não fez sua parte no trabalho, em nenhum dos dias, e os dados para análise foram providenciados pela autora.



Figura 15 – Painéis para apresentação da fuligem coletada pela turma 1A2-2009.

Na última data de coleta, além de entregar o material os alunos organizaram painéis para a colocação desse material, que podem ser observados na Figura 14, com o

intuito de facilitar a análise posterior. Foram elaborados três painéis, um para cada dia de coleta e as amostras foram separadas por cidade e por região. A professora de Língua Portuguesa e Literatura acompanhou parte da elaboração dos painéis, auxiliando os estudantes, já que não foi possível finalizar a atividade dentro do período da aula de Física.

Aprofundando as discussões teóricas e visando estabelecer relação direta entre a Física e as Queimadas, no dia programado pelo plano de ensino para a discussão sobre Empuxo e após a apresentação do conteúdo, foi proposto o seguinte questionamento: “Qual a relação entre o Empuxo e as amostras de fuligem recolhidas para a Semana de Ciência e Tecnologia?”. Rapidamente os estudantes conseguiram estabelecer alguma relação, mas alguns continuaram discutindo sobre o assunto até construírem uma resposta bastante específica, envolvendo diversos aspectos físicos do problema.

Passando à análise dos dados coletados – condições meteorológicas e quantidade de fuligem – a turma foi organizada de modo que todos os materiais e informações necessários permitissem o acesso de todos, na frente da sala: painéis com amostras coletadas e mapas dos focos de queimada em cada dia apoiados na parede e dados de pressão atmosférica, umidade relativa do ar, direção e intensidade dos ventos anotados na lousa. Logo no início da aula os grupos apresentaram seus instrumentos de medição com as pequenas modificações sugeridas pela turma anteriormente: lixamento e pintura na base do barômetro, suporte tipo pedestal para a biruta, forração do higrômetro, etc. Em seguida foi sugerido que os alunos observassem alguns aspectos: qual era a quantidade de focos de queimada em cada data, se a direção e a intensidade do vento poderiam influenciar nas quantidades coletadas em cada bairro, se a umidade relativa do ar em cada data tinha influência na quantidade geral de fuligem coletada no dia, se a variação na pressão atmosférica poderia ser considerada relevante, entre outros que eles julgassem importantes. Após a discussão, por dia de coleta, cada estudante redigiu uma análise individual, que foi entregue no final da aula.

Para finalizar os preparativos para a apresentação a turma foi re-dividida em quatro grupos, que foram encarregados das seguintes funções: grupo 1 - organizar o mapa da cidade de Barrinha, no mesmo padrão adotado para o mapeamento de Sertãozinho e Ribeirão Preto, identificando as residências de cada estudante; grupo 2 - preparar, com base nas pesquisas sobre queimadas realizadas previamente, dicas sobre as causas das queimadas, suas conseqüências para os seres humanos e seus prejuízos para o meio ambiente, para serem entregues aos visitantes da Semana de Ciência e Tecnologia; grupo 3 - elaborar, com a ajuda da professora de Língua Portuguesa e Literatura e baseado em cinco análises previamente selecionados, das que haviam sido feitas por todos os alunos da turma, um painel resumo para

a exposição; grupo 4 - selecionar imagens e frases de suas pesquisas para decorar a sala da exposição. Encerradas as atividades específicas a turma passou a trabalhar na decoração e organização do evento geral da escola.

4.2.3 Biodiesel - Turmas 1Q1-2009 e 1Q2-2009

Para verificar qual seria o interesse das turmas 1Q1-2009 e 1Q2-2009 quanto ao tema Biodiesel, ainda no primeiro bimestre o professor responsável ministrou uma palestra, explicando cada etapa de produção do combustível, suas aplicações e as possibilidades de tratamento dos resíduos. A avaliação da compreensão e mesmo da motivação dos estudantes foi feita através de uma redação, junto à avaliação bimestral, valendo pontos adicionais à média bimestral. O resultado foi positivo e a palestra foi considerada o início do trabalho.

As duas turmas foram reunidas para a distribuição das tarefas e organizadas em grupos com sete ou oito integrantes cada. Os temas específicos a serem pesquisados e desenvolvidos pelos grupos são: plantio de oleoginosas, sobre as plantas que podem servir como base para produção do biodiesel; secagem e moagem dos grãos, sobre os processos de preparo dos grãos obtidos das oleoginosas; extração de óleo, sobre os processos químicos que antecedem a produção; produção do biodiesel, discutindo as etapas de fabricação do produto propriamente dito; testes de qualidade, onde são reproduzidos alguns dos procedimentos para verificação da qualidade do biodiesel obtido; e tratamento de resíduos, onde são abordadas formas de aproveitamento dos resíduos, principalmente a glicerina.

Cada grupo realizou uma pesquisa, em livros e na Internet, sobre o assunto específico de seu trabalho, solicitando auxílio dos professores responsáveis para esclarecer termos e procedimentos desconhecidos, sempre que necessário.

O grupo responsável pelas oleoginosas providenciou e cuidou de mudas de algumas das plantas que podem ser usadas para fazer biodiesel (Figura 16 – a). O grupo de secagem e moagem dos grãos, além de pesquisar sobre ambos os processos, providenciou alguns exemplares de grãos que dão origem ao biodiesel, antes e depois da secagem e da moagem (Figura 16 – b e c). Os grupos de extração de óleo e de fabricação de biodiesel reproduziram, com os equipamentos e materiais do laboratório de química, os procedimentos a serem executados na extração de óleo e produção real do combustível (Figura 16 – d). Além de pesquisar sobre todos os testes necessários para a certificação do biodiesel como produto comercial o grupo responsável por este assunto reproduziu alguns dos testes, que podiam ser

realizados com o material disponível nos laboratórios do IFSP, como destilação e cromatografia em papel (Figura 16 – e). O grupo de tratamento de resíduos utilizou a glicerina para produção de sabonetes, que foram distribuídos aos visitantes da Semana de Ciência e Tecnologia (Figura 16 – f).

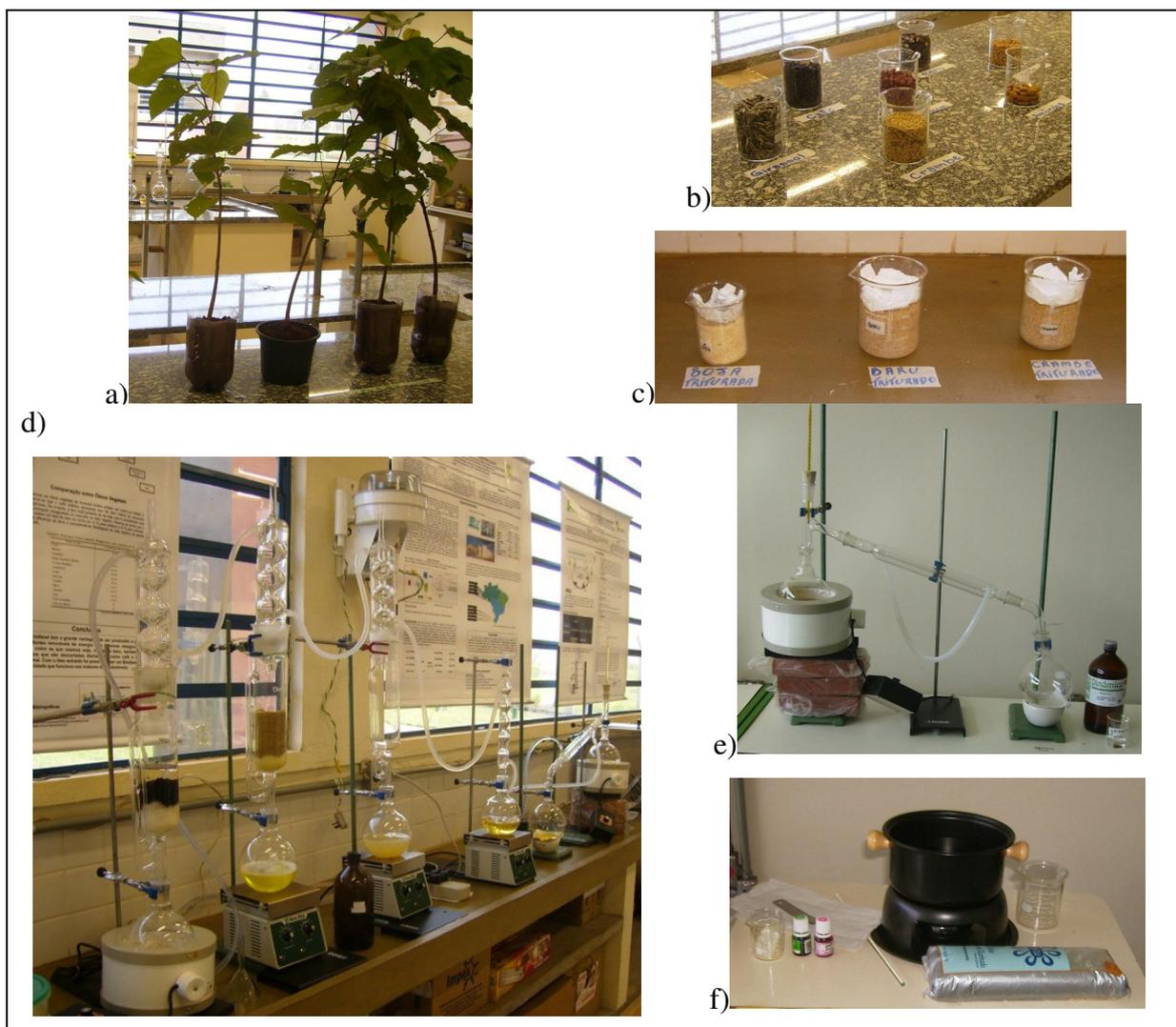


Figura 16 – Alguns experimentos e materiais produzidos pelas turmas 1Q1-2009 e 1Q2-2009. a) Oleoginosas; b e c) Grãos; d) Extração de óleo e produção de biodiesel; e) Testes de qualidade; f) Resíduos.

Para a apresentação os grupos preparam diversos *banners*, no mesmo padrão dos que são apresentados em congressos científicos, seguindo modelo fornecido pelo professor. Os textos foram elaborados pelos estudantes com base nos resultados de suas pesquisas e experimentos e nas informações obtidas na palestra ministrada pelo professor responsável. Além de textos, os *banners* contaram com diversos gráficos, tabelas, esquemas e imagens ilustrativas produzidos pelos estudantes ou obtidos nas fontes de pesquisa, de forma a apresentar de forma mais clara possível o assunto abordado. Antes da impressão final o

material foi revisado pelos professores responsáveis, foram feitas correções e sugestões de melhoria acatadas e implantadas pelos grupos, num diálogo que auxiliou a compreensão dos conteúdos e aprimorou o resultado final, como exemplos apresentados na Figura 17.



Figura 17 – Banners para apresentação elaborados pelas turmas 1Q1-2009 e 1Q2-2009.

4.2.4 Geração e Consumo de Energia - Turmas 2A-2009 e 2Q-2009

Como primeira atividade para estas turmas e juntamente com explicações sobre energia e potência dentro do planejamento anual da disciplina para o segundo bimestre, foi solicitada pelo professor responsável a elaboração de uma lista com os equipamentos eletrodomésticos da residência de cada estudante. A lista deveria conter o nome do equipamento, sua potência e o tempo que fica ligado diário e mensalmente. Como resultado os

estudantes deveriam obter o consumo médio de suas residências, com destaque para os equipamentos que mais gastam energia elétrica.

Os estudantes da turma 2A-2009 não entregaram a lista solicitada, e não demonstraram muito interesse em relação ao consumo residencial de energia. Por outro lado, demonstraram bastante interesse em trabalhar com a questão da geração de energia, através de diferentes equipamentos. Divididos em grupos, conforme sua própria motivação, os estudantes se propuseram a pesquisar e construir: maquete de iluminação e semáforos; gerador hidrelétrico; motor eletrostático, alimentado por gerador de Van Der Graaff; dínamo movido à bicicleta; e célula fotoelétrica.

Durante o terceiro bimestre algumas aulas da turma foram destinadas à montagem dos experimentos. Os grupos responsáveis pela maquete e pelo dínamo movido à bicicleta desistiram de suas pesquisas e acabaram participando e auxiliando os outros grupos. Os aparelhos dos outros três grupos foram sendo aperfeiçoados, e acabaram por funcionar perfeitamente, como mostra a Figura 18.

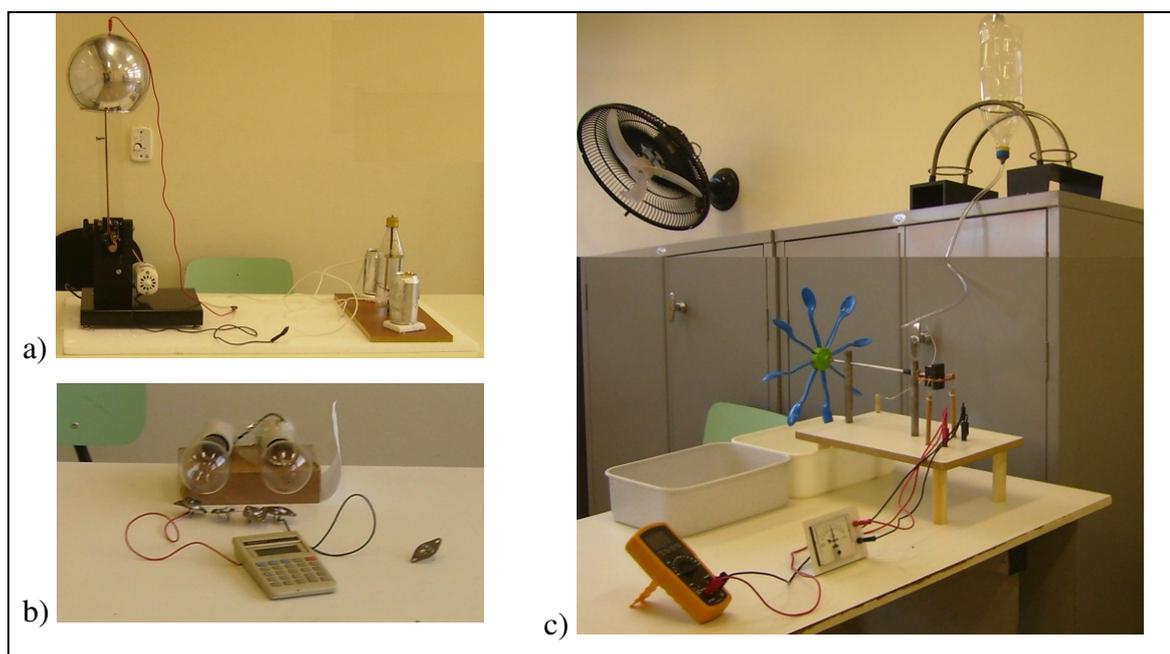


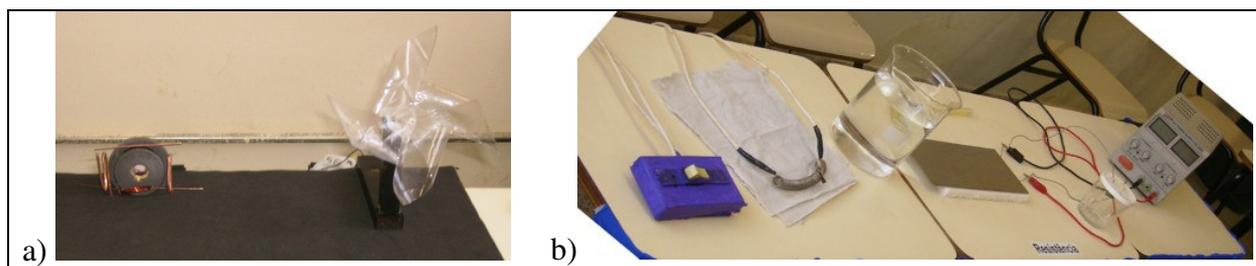
Figura 18 – Experimentos elaborados pela turma 2A-2009.
a) Motor eletrostático; b) Célula fotoelétrica; c) Mini usina hidrelétrica.

O trabalho com a turma 2Q-2009, apesar de começar melhor que a outra turma em relação à entrega das listas, passou por alguns obstáculos por parte dos estudantes. A maioria dos alunos entregou a primeira tarefa solicitada pela professora, mas a turma como um todo manifestou interesse em trabalhar com um tema diretamente relacionado com a Química, o curso técnico que estão fazendo. Os professores da área de Química foram

consultados, mas nenhum efetivamente se prontificou a desenvolver o trabalho com a turma, e então os estudantes acabaram por trabalhar, como previsto no início, com o consumo residencial de energia.

Foi então decido pela turma elaborar maquetes e equipamentos que ilustrem e simulem alguns dos equipamentos eletrodomésticos. Para o desenvolvimento das atividades a turma foi dividida nos seguintes grupos: resistências, simulando os equipamentos de aquecimento, como chuveiros, ferros de passar, aquecedores de ambiente...; iluminação, onde apresentando a forma de ligação das lâmpadas em uma residência; motores, ilustrando aparelhos como ventilador e liquidificador; refrigeração, mostrando o funcionamento da geladeira e dos aparelhos de ar-condicionado. Para satisfazer, ainda que de maneira bastante simplificada, a vontade dos alunos de trabalharem com temas de Química foi proposto realizar a experiência de eletrólise para “cobrear” um objeto metálico (Figura 19 – c). Um dos professores de Química da turma se dispôs a auxiliá-los na experiência, que é bem simples, e a revisar o cartaz elaborado para a apresentação.

Além de ocupar algumas aulas de Física para o desenvolvimento dos trabalhos os estudantes foram à escola fora do horário regular das aulas e trabalharam no laboratório de Física, com o auxílio de monitores e professores. No caso da geladeira foi feita apenas uma maquete, já que a reprodução do ciclo termodinâmico envolveria a obtenção de materiais de difícil acesso (Figura 19 – e). Para iluminação foi construída a maquete de uma residência e foram instalados lâmpadas e interruptores em cada cômodo (Figura 19 – d). O grupo das resistências simulou: um ferro de passar, com resistores de alta potência esquentando uma chapa metálica; um aquecedor de ambiente, com um resistor de alta potência em um recipiente fechado, verificando a temperatura com um termômetro; e um chuveiro, utilizando uma resistência de chuveiro para aquecer água (Figura 19 – b). Para ilustrar os motores foi construído um motor didático, com pilha, imã e fios esmaltados, e foi utilizado um pequeno motor de corrente contínua para fazer girar um cata-vento de garrafa plástica como um ventilador (Figura 19 – a).



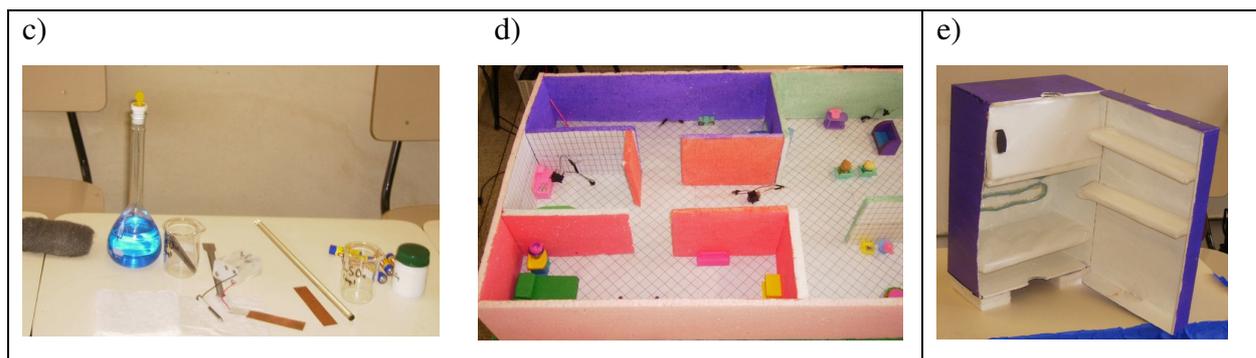


Figura 19 – Experimentos e maquetes elaborados pela turma 2Q-2009.
a) Motores; b) Resistências; c) Eletrólise; d) Iluminação; e) Refrigeradores.

Para a apresentação as duas turmas prepararam cartazes, em papel cartolina, escritos à tinta, com explicações sobre cada um dos equipamentos, aparelhos ou fenômenos apresentados. Além disso, a turma 2Q-2009 preparou uma tabela, em folha de papel Kraft com dimensões de aproximadamente 1m x 2,5m, com a média do consumo mensal dos equipamentos das residências para facilitar a visualização dos aparelhos que mais consomem. Esta turma preparou ainda dicas para redução do consumo para serem entregues aos visitantes.

4.2.4 Apresentação dos Trabalhos

A apresentação dos trabalhos ocorreu entre os dias 19 e 23 do mês de Outubro de 2009 durante a Semana de Ciência e Tecnologia, no próprio IFSP, *campus* Sertãozinho. Os grupos foram distribuídos nas salas da seguinte forma: as turmas que trabalharam os temas Aumento do Nível do Mar e Queimadas ocuparam juntas uma sala de aula; as turmas que trataram do tema Biodiesel ocuparam o laboratório de Química e mais uma sala; a turma que reproduziu os geradores de energia ocupou o laboratório de Física e a turma que discutiu o consumo de energia ocupou uma sala de aula.

A segunda-feira foi utilizada para a montagem final dos trabalhos, preparação e decoração das salas. Na terça-feira pela manhã, antes da chegada dos primeiros visitantes, os alunos estavam fazendo os últimos retoques e acertando detalhes da apresentação e de seus projetos. Houve visitação ainda na quarta-feira e quinta-feira e a sexta-feira e o sábado foram destinados à desmontagem e re-organização dos espaços.

Como a visitação foi distribuída pelos três períodos de funcionamento da escola foi necessária a criação de uma escala de apresentação para cada turma de forma que em todos os horários houvesse alunos para fornecer explicações aos visitantes. Os estudantes

de todas as turmas envolvidas participaram bastante do trabalho e sempre havia mais alunos para a apresentação do que os que faziam parte da escala.

Durante a Semana de Ciência e Tecnologia visitaram a escola mais de 1000 pessoas, a maioria delas estudantes das escolas da rede pública municipal e estadual de Sertãozinho, mas também de cidades próximas como Barrinha. Visitaram os trabalhos, ainda, alunos de faculdades da cidade, amigos e parentes dos estudantes e a comunidade em geral. Alguns momentos da exposição aos visitantes estão registrados na fotografias da Figura 20.



Figura 20 – Apresentação dos trabalhos na Semana de Ciência e Tecnologia.

a) T. 1A1-2009; b) T. 1A2-2009; c e d) T. 1Q1-2009 e 1Q2-2009; e) T. 2Q-2009; f) T. 2A-2009.

Os alunos estavam bem preparados para as explicações e para responder as perguntas, principalmente os estudantes do segundo ano, das turmas 2A-2009 e 2Q-2009. Nos primeiros anos, apesar de apresentarem criatividade na solução de problemas encontrados, como o uso de secador para mostrar a variação de pressão no barômetro ou para acelerar o derretimento das geleiras; as explicações e respostas a questionamentos acabaram sendo um pouco limitadas, o que de forma alguma prejudicou o conjunto do trabalho.

Nas turmas que se empenharam mais em distribuir os panfletos, especialmente na turma 2Q-2009, foram necessárias muitas cópias mais do que as preparadas inicialmente, sendo distribuídos mais de 600 panfletos. Por outro lado, nas turmas que não se preocuparam tanto com esta parte os panfletos iniciais, por volta de 400, foram suficientes e até sobraram.

4.3 REFLEXÃO

A etapa de reflexão inclui não apenas os resultados do trabalho, que serão avaliados em capítulo à parte, mas também uma análise dos aspectos metodológicos empregados, as dificuldades encontradas no processo e as possíveis melhorias nas atividades desenvolvidas durante o ano letivo de 2009, como base para o re-planejamento. Para esta finalidade foram utilizadas três fontes de pesquisa: os registros das atividades, as entrevistas com estudantes, professores e coordenadores e o questionário aplicado após a apresentação dos trabalhos.

Analisando os registros das intervenções em sala de aula, das discussões e reuniões com os professores, e dos atendimentos extraclasse aos alunos das diferentes turmas, alguns aspectos se destacam: a dificuldade de troca de idéias entre professores; a falta de tempo em sala de aula para o preparo das atividades; a participação ativa dos estudantes durante todo o processo.

Durante todo o período em que as atividades foram registradas no diário houve apenas duas reuniões com o professor responsável pelas turmas 2A-2009 e 2Q-2009, uma única com o professor responsável pelas turmas 1Q1-2009 e 1Q2-2009, e nenhuma reunião em que estivessem presentes os três professores ao mesmo tempo. É claro que existiram diversas conversas na sala dos professores ou pelos corredores da escola, mas o tempo reservado para estas discussões foi sempre reduzido, no intervalo entre aulas, antes do final do expediente ou no horário de almoço. O mais apropriado seria separar um período combinado entre os professores com destino exclusivamente ao planejamento das atividades e troca efetiva de experiências. Isto certamente favoreceria a questão da participação, dentro da metodologia da pesquisa-ação, mas com todas as atividades atribuídas aos docentes, esse momento destinado à discussão não foi favorecido.

Quando se trata da preparação dos experimentos, por parte dos professores e estudantes, esbarra-se novamente na questão do tempo. O conteúdo programático do componente curricular Física, conforme ementas dos cursos, é bastante extenso e as quatro aulas semanais no primeiro ano ou três aulas semanais no segundo ano não são suficientes

para a discussão apropriada de todos os pontos. A inserção de projetos ressalta ainda mais esta questão. Ainda que os projetos estejam relacionados aos conteúdos que estão sendo abordados em sala, atividades como a construção de experimentos, a leitura de artigos e textos científicos, a elaboração de textos e cartazes, entre outras, demandam muito tempo e têm que contar com a disponibilidade dos docentes e principalmente dos discentes em horários extraclasse. A distribuição das tarefas no decorrer do ano pode facilitar esta questão, mas o trabalho em grupo fora da sala de aula será sempre necessário à conclusão satisfatória do projeto.

Sobre a participação ativa dos estudantes, a simples leitura dos registros permite comprovar que foi bastante efetiva. Foram os estudantes que realmente desenvolveram os trabalhos: escolheram os temas (nas turmas 1A1-2009 e 1A2-2009); fizeram a pesquisa bibliográfica, com sugestões e orientações dos professores; construíram os experimentos e as maquetes ou cuidaram das plantas e produziram sabonete; produziram resumos, textos, *banners*, panfletos, painéis, tabelas e todos os materiais para a apresentação; mostraram e explicaram seus trabalhos à comunidade; enfim, foram responsáveis pelos projetos do início ao fim. Essa participação ativa foi muito produtiva, e não deve se perder em trabalhos subseqüentes.

Durante as entrevistas com os alunos¹¹ foram questionados aspectos do trabalho que poderiam ser melhorados para o próximo ano, numa tentativa de investigar problemas ocorridos dentro dos grupos ou cuja percepção tenha fugido aos professores envolvidos. Diversos alunos falaram sobre a organização das apresentações e dos grupos, e sobre a participação dos alunos nos grupos:

- *“Podia ter mais organização, por que no dia da semana de ciência e tecnologia, tinha vezes que eu ficava sozinha explicando, alguns só vinham à tarde, outros nem vinham, então eu acho que tinha que ter uma pouco, não de responsabilidade sabe, de consciência”* (Aluno M);
- *“É, fosse mais bem organizado... O nosso grupo não era tão unido, então não teve...”* (Aluno L);
- *“Maior participação dos alunos do grupo, maior participação deles, maior empenho, mais responsabilidade.”* (Aluno N);

¹¹ Roteiro de entrevistas e codificação dos entrevistados no Apêndice E.

- “Ah, eu acho que devia, não organização, mas organizar a vinda do povo pra cá, não ficar muito em um período só, como fala, organizar, tantas pessoas por período”(Aluno H);
- “Acho que mais empenho, precisava de mais empenho dos alunos mesmo (...)” (Aluno C).

Ainda que não seja possível interferir diretamente na atuação de cada estudante, um acompanhamento mais próximo do trabalho dos grupos e a organização e fiscalização das escalas de apresentação pode auxiliar esta questão.

Além da questão da organização, outros aspectos apontados foram:

- Tempo de preparo para as atividades → “Um preparo maior, um tempo maior... Se a gente tivesse começado do começo do ano a preparar...” (Aluno R); “A gente teria que ter começado a planejar isso antes.” (Aluno P);
- Mais apoio da direção e dos professores → “(...) e os professores deveriam ajudar mais, porque tem alguns que não estão nem aí, e a gente é prejudicado.” (Aluno P); “(...) acho que tem que ter mais apoio, do diretor, de todo mundo, pra incentivar a gente”(Aluno J); “Então, é que uma professora que nem é nossa professora que estava ajudando a gente.” (Aluno R);
- Temas mais interessantes e/ou relacionados com os cursos → “(...) a gente teria que ter feito algo de Química (...)” (Aluno P); “Eu acho que, como nosso trabalho não tinha muito isso de causar impressão em quem estava vendo, eu acho que eles queriam algo mais...(...) É, mais divertido, que chamasse mais atenção deles.” (Aluno D); “(...) produzir aquilo que é mais interessante para eles, que demonstra mais o conteúdo da matéria o que eles aprendem, o que eles fazem para a vida profissional” (Aluno Q);
- Trabalhos mais completos, com explicações melhores na apresentação aos visitantes → “(...) fazer um trabalho um pouco mais bonito, um pouquinho maior, melhor explicado, com mais pesquisa” (Aluno C); “(...) fazer um trabalho que abrange todo mundo, não só a escola, a sociedade inteira, sabe, o bairro inteiro, fazer uma coisa coletiva, eu acho que seria legal” (Aluno H); “no dia da apresentação a exposição ficou um pouco fraca” (Aluno E).

Solucionar a questão do tempo de preparo e da escolha dos temas não é tão difícil, pois depende apenas do planejamento e dos professores e alunos diretamente envolvidos no projeto. Em relação ao apoio da direção e dos demais professores, uma solução é sem dúvida mais delicada, e por vezes impossível. Pode-se avisar a todos os integrantes da escola - professores, funcionários e direção - sobre os trabalhos que estão sendo desenvolvidos, solicitar auxílio e encontrar formas de proporcionar um maior envolvimento, mas cada um decide se pode ou quer contribuir com as atividades. Sobre as explicações e aprofundamento dos trabalhos um direcionamento melhor por parte dos professores, com mais orientações dentro e fora da sala de aula pode minimizar o problema.

Nas entrevistas com os professores e com a coordenação foi feito o mesmo questionamento, sobre aspectos que poderiam melhorar o trabalho para o próximo ano. Os pontos mencionados pelos professores não foram diferentes daqueles apontados pelos estudantes, apenas com mais detalhamento e com a proposta de soluções: *“(...) eu acho que o tempo de preparação talvez poderia ser um pouco maior (...) então começar desde o primeiro dia do próximo ano pensar em temas, em experimentos, então ter um tempo maior, e aí é onde os trabalhos poderiam melhorar ainda mais”* (Professor I); *“(...) talvez uma cobrança maior deles desde um pouco antes, também, porque a gente percebe que eles fazem a coisa mesmo quando a gente começa a cobrar de verdade, então, embora tenha sido proposto com antecedência acho que foi cobrado mesmo mais adiante, então talvez cobrar mais desde o começo do ano”* e *“tentar com que todos os professores se envolvam de forma a fazer com que os alunos realmente participem do trabalho (...) Acho que faltou um pouco mais de participação da escola como um todo.”* (Professor II).

O questionário aplicado aos estudantes logo após a apresentação dos trabalhos na Semana de Ciência e Tecnologia contou com questões que procuraram investigar, entre um número significativo de participantes dos projetos, o que eles mais gostaram e o que menos gostaram durante o desenvolvimento dos trabalhos e o que mais gostaram e menos gostaram nos dias de apresentação.

Durante o desenvolvimento dos trabalhos, receberam destaque positivo: o trabalho em grupo, anotado por 33 dos 93 estudantes pesquisados (35%); fazer experimentos, com 19% de anotações; e os conteúdos propriamente ditos, com apoio de 16% dos questionados. Foram também mencionados as pesquisas de campo, os resultados, a decoração e o planejamento das salas e as explicações prévias entre as turmas. Por outro lado, receberam destaque negativo os problemas entre os integrantes dos grupos, principalmente falta de cooperação de alguns, com anotação de 36% (34 dos 93 pesquisados) e questões não

relacionadas com o projeto, como o fato de não haver visitantes de outras cidades ou o nome e o *slogan* da feira. Além disso, foram mencionados como aspectos negativos: falta de organização dos trabalhos, excesso de trabalho, simplicidade dos trabalhos e temas escolhidos.

Sobre os dias em que ocorreu a Semana de Ciência e Tecnologia, os estudantes afirmaram ter gostado mais de apresentar os trabalhos, com anotação de 39 dos 93 pesquisados (42%) e da quantidade de visitantes, com 13% de apoio; afirmaram não terem gostado da falta de interesse dos visitantes, com apoio de 28%, e da falta de organização nos dias de apresentação, tanto dos grupos quanto da entrada de visitantes na sala, com anotação de 24 dos 93 pesquisados (26%). Constaram ainda como aspectos positivos os resultados, o interesse dos visitantes a integração entre as turmas e a troca de experiências; e como aspectos negativos os temas de alguns trabalhos; além de serem apontadas, tanto positivas quanto negativas, questões não relacionadas diretamente com o trabalho, como falta de intervalo entre os turnos de apresentação, mais dias de apresentação, vergonha, etc.

Destacados como positivos pelos próprios estudantes, o trabalho em grupo, a realização dos experimentos e a apresentação dos resultados devem ser a base para próximos trabalhos, mantendo a participação ativa dos estudantes em todo o processo. Sobre os pontos negativos, não há como controlar o interesse dos visitantes e as outras questões se fazem presentes nas entrevistas e devem ser solucionados com o acompanhamento mais próximo dos grupos e com escalas de apresentação.

Além desta análise geral, um comentário deixado por um estudante da turma 2Q-2009 no questionário, sobre aspecto metodológico do desenvolvimento do trabalho, merece atenção. Ele registrou como ponto negativo do projeto o fato de “(...) *não ter um estudo antes para saber o que estávamos fazendo*”, visto que a maioria do trabalho foi desenvolvido fora da sala de aula através de pesquisas e orientações extra-classe. Uma forma de amenizar este problema é a realização de aulas teóricas sobre o assunto específico dos trabalhos durante a programação normal de aulas do ano.

4.4 RE-PLANEJAMENTO

Durante o período de planejamento escolar para o ano letivo de 2010 foram iniciados os trabalhos de planejamento da nova aplicação do trabalho sobre meio ambiente. A idéia principal foi a de manter os aspectos positivos apontados pelos professores e estudantes em suas entrevistas, como o trabalho em grupo e a construção do trabalho pelos alunos; e

melhorar a organização das etapas de desenvolvimento do trabalho de forma que não ficasse a sensação de que não houve tempo, bem como aprofundar os aspectos teóricos específicos da física e aprofundar as conexões entre as diversas disciplinas que estão disponíveis nos temas ambientais.

Para efetivar o aspecto da pesquisa-ação participativa foram convidados, para compor o trabalho desde o seu início, os professores de Biologia, Química e Sociologia das turmas de segundo ano do ensino médio integrado ao ensino técnico na modalidade regular dos cursos de Química (2Q-2010) e Automação Industrial (2A-2010), além da autora, professora de Física das duas turmas. A perspectiva era a de desenvolvimento participativo de um projeto multidisciplinar ou interdisciplinar sobre um tema ambiental, e todos os professores convidados aceitaram participar. O professor de Química informou que poderia auxiliar os alunos em termos de conteúdo, mas não tem muito tempo livre para a orientação dos estudantes extra-classe; para solucionar esta questão foi solicitado apoio ao servidor que auxilia no laboratório de Química, que também é químico e está cursando o doutorado em Química na USP de Ribeirão Preto o que foi prontamente atendido. Além disso foi solicitada ajuda do professor de Química orgânica da turma 2Q-2010, que mostrou interesse em participar.

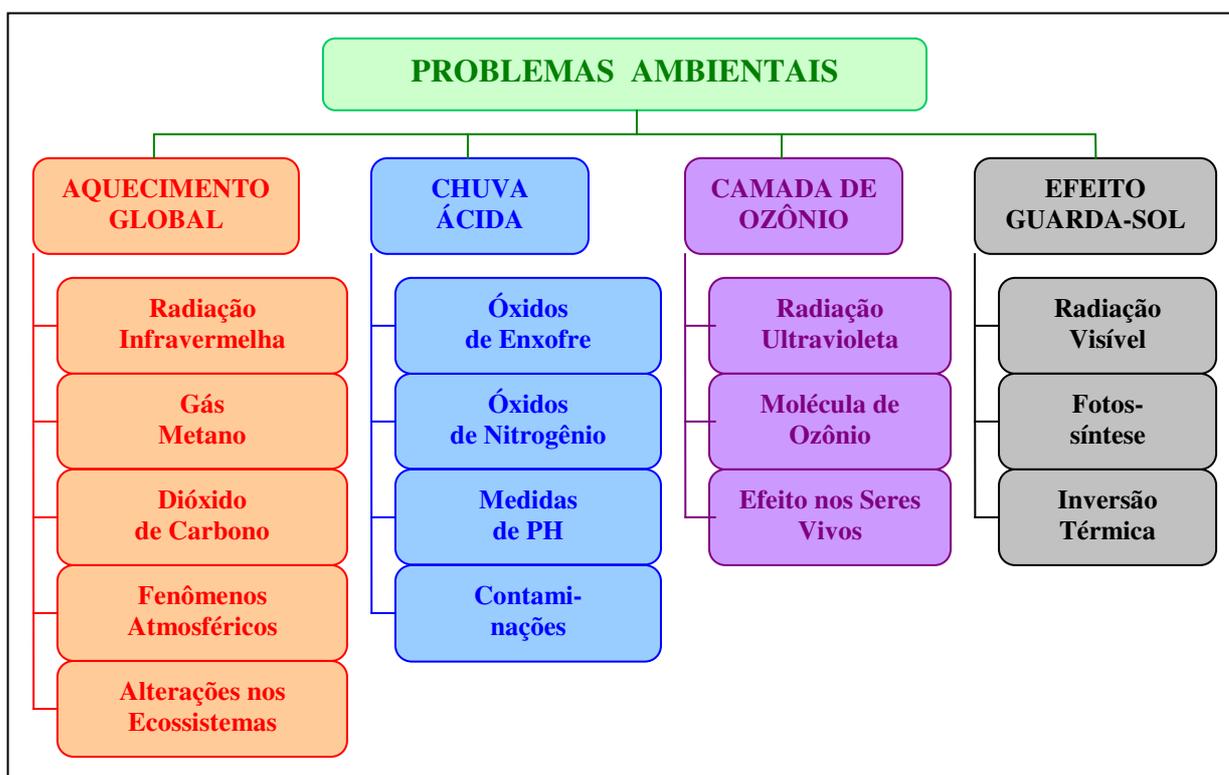


Figura 21 – Organograma construído para divisão de grupos do trabalho de 2010.

Em conversa com os professores envolvidos, um por vez pela dificuldade de reunir todo o grupo, foi apresentado um esboço da divisão dos temas e da organização do trabalho nas turmas para discussão, foram dadas sugestões e realizadas modificações e o organograma final foi composto por quinze temas divididos em quatro grandes grupos, conforme mostra a Figura 21.

Além do aquecimento global, selecionado previamente, foram incluídos os temas chuva ácida, camada de ozônio e efeito guarda-sol, cada qual com subdivisões. Essa ampliação dos temas atendeu a diversas finalidades: satisfazer diversos interesses dos estudantes apontados pela pesquisa realizada no ano anterior e apresentadas nos gráficos do item 3.2; definir e delimitar bem os temas específicos de cada grupo; relacionar diretamente os temas do trabalho com os cursos dos estudantes, tanto Química quanto Automação Industrial; distribuir os estudantes em grupos pequenos, minimizando os problemas encontrados no ano anterior.

O professor de Biologia se prontificou a inserir o estudo de ecologia já no primeiro bimestre, auxiliando o desenvolvimento do projeto. O professor de Sociologia afirmou possuir material específico sobre a educação ambiental, discutindo a sociedade de consumo e seus impactos ambientais, o que servirá para discussões nas turmas durante o primeiro semestre. No planejamento de Física foram inseridas discussões sobre radiações eletromagnéticas e interações matéria-energia, além dos conteúdos já programados de termologia, como temperatura e transferências de calor. Foi sugerido que encontrássemos algum médico ou especialista que pudesse falar sobre câncer de pele por exemplo, aprofundando ainda mais os conteúdos abordados em sala, mas tal profissional disponível não foi encontrado.

Após a divisão dos temas e sub-temas foram empreendidas discussões sobre o desenvolvimento do trabalho, que ficou organizado da seguinte forma:

- a) Divisão das turmas em grupos e entrega aos grupos do roteiro de trabalho;
- b) Entrega da pesquisa desenvolvida e proposta de atividade prática, pelos alunos;
- c) Apresentação das atividades práticas;
- d) Entrega pelos alunos da complementação teórica e dos resultados obtidos;
- e) Envio por e-mail do *banner* para exposição;
- f) Exposição final para toda a comunidade escolar.

Para o acompanhamento mais próximo do trabalho dos grupos os temas foram distribuídos entre os professores de Física, Química e Biologia, conforme afinidade de

conteúdos. Coube ao professor de biologia orientar os temas Alterações nos Ecossistemas, Contaminações, Efeitos nos Seres Vivos e Fotosíntese; aos professores de química as discussões sobre Gás Metano, Dióxido de Carbono, Óxidos de Enxofre, Óxidos de Nitrogênio e Molécula de Ozônio; e à professora de física os trabalhos sobre Radiação Infravermelha, Fenômenos Atmosféricos, Medidas de Ph, Radiação Ultravioleta, Radiação Visível e Inversão Térmica. Essa orientação consiste no acompanhamento e na análise das atividades práticas dos grupos, com sugestões e correções que tornem viáveis as idéias apresentadas.

Os trabalhos referentes aos literais b) e d), que também deveriam ser enviados por e-mail para os professores, deveriam seguir, conforme o roteiro proposto, as normas e condições da Olimpíada Brasileira de Saúde e Meio Ambiente organizada pela Fundação Oswaldo Cruz, a saber, conter: Título, Tema, Resumo, Objetivo, Metodologia, Resultados e Referencias, sendo o primeiro item com no máximo 300 caracteres e os demais no máximo 2000 caracteres cada. A finalidade é a inscrição dos trabalhos dos grupos para participação na olimpíada, na modalidade Feira de Ciência, como mais um estímulo aos alunos.

Em reunião da área de química do IFSP *campus* Sertãozinho, a coordenadora informou que a escola foi convidada a participar da FESTCANA, um evento importante da cidade, o qual recebe muitos visitantes e questionou se algum professor teria um projeto para apresentar. Em conversa rápida com os professores envolvidos que estavam presentes oferecemos a apresentação do trabalho sobre meio ambiente que já estava sendo desenvolvido, tendo como condição a consulta às turmas para verificação de interesse. A área concordou com a proposta e ficamos de verificar com as turmas e fornecer uma resposta definitiva o mais breve possível visto que a feira ocorre em menos de dois meses.

Na primeira aula da turma 2Q-2010 após a reunião de área os alunos foram consultados sobre a apresentação do projeto na FESTCANA e demonstraram grande interesse. Após consulta ao coordenador da área de Automação Industrial que ficou satisfeito com a idéia de levar o trabalho dos alunos à feira, a turma 2A-2010 também foi consultada, demonstrando vontade de participar do evento. Os estudantes foram informados de que seria necessário adiantar a confecção dos *banners*, mas que o restante do trabalho seria desenvolvido conforme o que estava programado anteriormente.

No fim do re-planejamento o projeto encontrava-se organizado como mostra a Tabela 04:

Professores envolvidos:	1 de Física 2 de Química + 1 Técnico de Laboratório 1 de Biologia 1 de Sociologia
-------------------------	--

Turmas envolvidas:	2 (2Q-2010 e 2A-2010, conforme tabela XX)
Alunos envolvidos:	81
Etapas do trabalho:	Divisão de grupos e temas, pesquisa bibliográfica e proposta de atividade, investigação científica com proposta de solução e apresentação.
Temas:	Ver organograma.
Atribuição de notas:	A critério de cada professor
Apresentação:	FESTCANA (Mai/2010)

Tabela 04 – Quadro-resumo da segunda etapa de planejamento do projeto.

4.5 NOVA AÇÃO E OBSERVAÇÃO

Na apresentação inicial do planejamento anual de Física para as turmas, no primeiro dia de aula, foi informado seria desenvolvido um trabalho sobre meio ambiente, em conjunto com as disciplinas de Biologia, Química e Sociologia, para apresentação à comunidade escolar. Como ainda não havia sido preparado o roteiro das atividades as turmas foram apenas informadas de que logo começariam a trabalhar no projeto.

A primeira atividade efetiva com os alunos da 2A-2010 ocorreu na terceira semana de aula da turma, quando os temas destinados à turma foram apresentados, sendo estes Radiação Infravermelha, Fenômenos Atmosféricos, Medidas de Ph, Radiação Ultravioleta, Radiação Visível, Fotossíntese e Inversão Térmica. Para que os alunos pudessem escolher os temas de preferência foi feita uma breve explanação sobre cada um deles e sobre qual a idéia de relação que se poderia estabelecer entre meio ambiente, Física, o tema e a Automação Industrial. Cada estudante anotou em um pedaço de papel, como uma cédula, em ordem de preferência, os três temas com os quais mais gostaria de trabalhar. A distribuição dos alunos nos grupos levou em consideração a preferência e a quantidade de alunos por grupo. Nenhum estudante anotou em sua lista o item Inversão Térmica e poucos se interessaram pela Fotossíntese, de forma que não foi feito trabalho sobre Inversão Térmica e o tema Fotossíntese foi oferecido à outra turma.

Nesse mesmo dia foi entregue para cada grupo o roteiro de atividades, com a descrição de cada etapa do trabalho, as normas e datas para entrega dos textos, experimentos, *banners*, as datas das apresentações, os professores orientadores, enfim, todas as informações previamente acordadas entre os professores envolvidos. Juntamente com o roteiro foi entregue um modelo para elaboração do *banner*, visto que alguns estudantes nunca preparam esse tipo de material. Os alunos questionaram se poderiam solicitar auxílio aos professores de

eletrônica para a elaboração de circuitos e foi informado que isto seria muito interessante para o trabalho.

Na turma 2Q-2010 a primeira atividade também ocorreu na terceira semana de aula da turma e foi bastante semelhante à da turma 2A-2010. Os temas destinados a essa sala foram: Alteração dos Ecossistemas, Contaminações, Efeitos nos Seres Vivos, Fotossíntese, Dióxido de Carbono, Gás Metano, Óxidos de Enxofre, Óxidos de Nitrogênio, Molécula de Ozônio. Após a distribuição dos estudantes nos grupos não havia interesse suficiente para estudar o tema Molécula de Ozônio, mas quando isto foi anunciado para a sala alguns alunos se propuseram a trocar de grupo ou participar de dois deles para que todos os temas fossem pesquisados. Ao contrário do ozônio muitos estudantes se interessaram por pesquisar sobre os Óxidos de Nitrogênio e foi necessário dividir o tema para dois grupos, evitando um número excessivo de integrantes em um único grupo. Também foi distribuída a cópia do roteiro para cada grupo e foram dadas breves explicações sobre a realização do trabalho.

Visando aprofundar as questões teóricas do trabalho foi feita uma apresentação, com o uso de *slides* em *PowerPoint*[®], sobre ondas eletromagnéticas. Foram dadas explicações introdutórias sobre o que são ondas eletromagnéticas, suas características - frequência, comprimento de onda, velocidade de propagação - e apresentado o espectro eletromagnético, mostrando cada tipo de radiação com exemplos de utilização. Em seguida foi explicado que a radiação solar chega à atmosfera terrestre através dessas ondas, principalmente as infravermelhas, visíveis e ultravioletas e que a atmosfera absorve e reflete algumas delas, de forma que apenas uma pequena parte chega à superfície. Foi explicado ainda o efeito estufa relacionado ao aquecimento global, causado pelo excesso de substâncias na atmosfera, como gás carbônico e vapor de água, que absorvem excessivamente a radiação infravermelha; abordou-se o problema do buraco na camada de ozônio, que deixa passar radiação ultravioleta que em excesso é nociva à saúde dos seres humanos, de outros animais e vegetais.

A apresentação na FESTCANA permitia a participação de uma quantidade limitada de alunos: quatro por noite para cada turma, num total de trinta e dois estudantes das duas turmas distribuídos nos quatro dias do evento. Como esse número é menor do que o número de alunos das turmas foi necessária a organização de uma escala de apresentação. Para a escala foi solicitado que em cada dia estivesse presente um aluno, por turma, de cada um dos grandes grupos: Aquecimento Global, Chuva Ácida, Camada de Ozônio e Efeito Guarda-Sol. A preferência era o revezamento de forma que o maior número possível de estudantes pudesse participar.

Os alunos da turma 2A-2010 ofereceram certa resistência à participação na escala. Durante o período de aula o representante foi tentando preencher a escala, mas ao final da aula ainda havia quatro espaços em branco. Três alunos se dispuseram a ir dois dias e um aluno que estava ausente foi consultado, respondendo positivamente. Na turma 2Q-2010 ocorreu o contrário, com todos os alunos querendo participar e foi necessário um sorteio para escolher os responsáveis por cada dia.

Todos os grupos da turma 2A-2010 entregaram a primeira parte do trabalho escrito na data agendada. Esta primeira parte continha o Título, o Tema, os Objetivos, as Referências Bibliográficas, e ainda uma proposta dos experimentos a serem desenvolvidos. Como os grupos enviaram o trabalho por e-mail antecipadamente foi possível fazer uma breve análise antes do início da aula, verificando que os trabalhos estavam incompletos e com informações equivocadas. Na sala de aula os grupos foram informados sobre esta situação, alertados para o fato do trabalho valer nota e ser inscrito na Olimpíada de Meio Ambiente e foi oferecido o prazo de mais uma semana para complementos e correções.

Na turma 2Q-2010 nem todos os grupos enviaram o trabalho por e-mail e não houve tempo hábil para uma verificação prévia. Quando os grupos entregaram o trabalho escrito, e todos o fizeram, foram chamados para orientações individuais sobre possíveis melhorias. A turma como um todo recebeu explicações, novamente, sobre os objetivos do trabalho, sobre as normas, sobre o que estava sendo solicitado e recebeu uma semana de prazo para implantar modificações.

Todos os trabalhos originais da turma 2Q-2010, que de certa forma estavam mais relacionados à Biologia, foram entregues ao professor da disciplina, para que ele pudesse analisar, fazer sugestões, verificar a viabilidade das propostas de atividade feitas pelos alunos e atribuir uma nota, conforme seu planejamento.

Os estudantes da turma 2A-2010, durante as aulas de Física da semana anterior à data de entrega dos *banners* para a gráfica, foram ao laboratório de Informática para prepará-los para a apresentação. Todos os computadores possuíam o software *PowerPoint®*, com o qual os alunos trabalharam sem dificuldades, pedindo ajuda apenas para a configuração da página no tamanho adequado. Os grupos se organizaram por conta própria e alguns utilizaram mais de um computador para que cada subgrupo fosse desenvolvendo determinados itens do painel. As fontes de pesquisa para os textos e imagens foram os trabalhos entregues anteriormente e a Internet, principalmente para as figuras e gráficos.

Não foi possível finalizar os trabalhos durante o período de aula, tanto pelo tempo disponível quanto pelo fato de não ser possível tirar fotografias dos experimentos. Os

banners foram finalizados em casa pelos grupos e enviados por e-mail para a professora, todos dentro do prazo. O resultado desta etapa pode ser observado através dos exemplos apresentados na Figura 22.



Figura 22 – Exemplos de *banners* para apresentação elaborados pela turma 2A-2010.

Infelizmente não foi possível elaborar os *banners* em sala de aula na turma 2Q-2010, por conta de feriados que ocorreram nos dias de aula de Física na turma, portanto a tarefa teve que ser realizada em casa. Os alunos reclamaram bastante quanto ao prazo restrito, mas apenas três dos dez grupos não conseguiram enviar o material a tempo. O produto desta etapa pode ser observado pelos exemplos que constam da Figura 23.

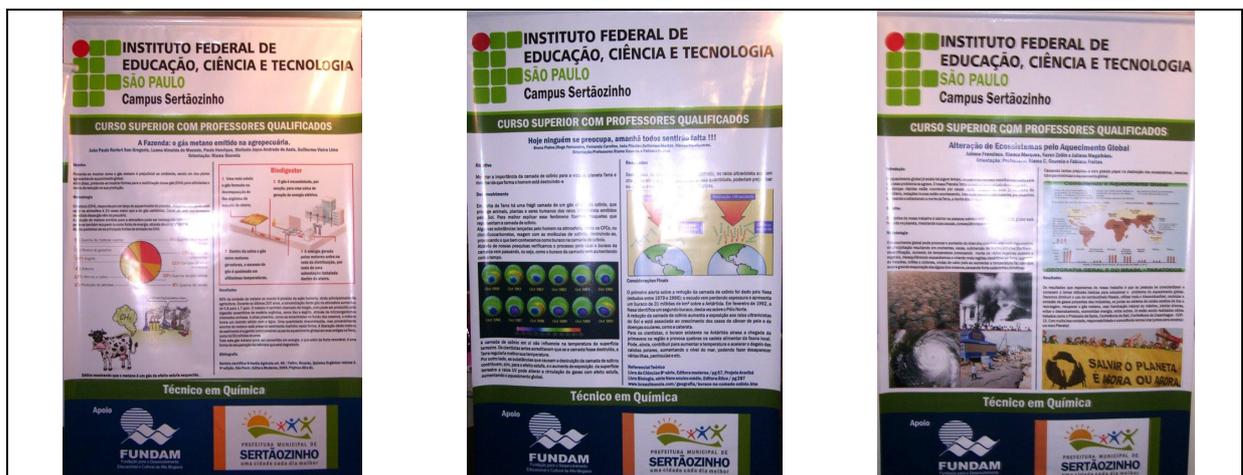
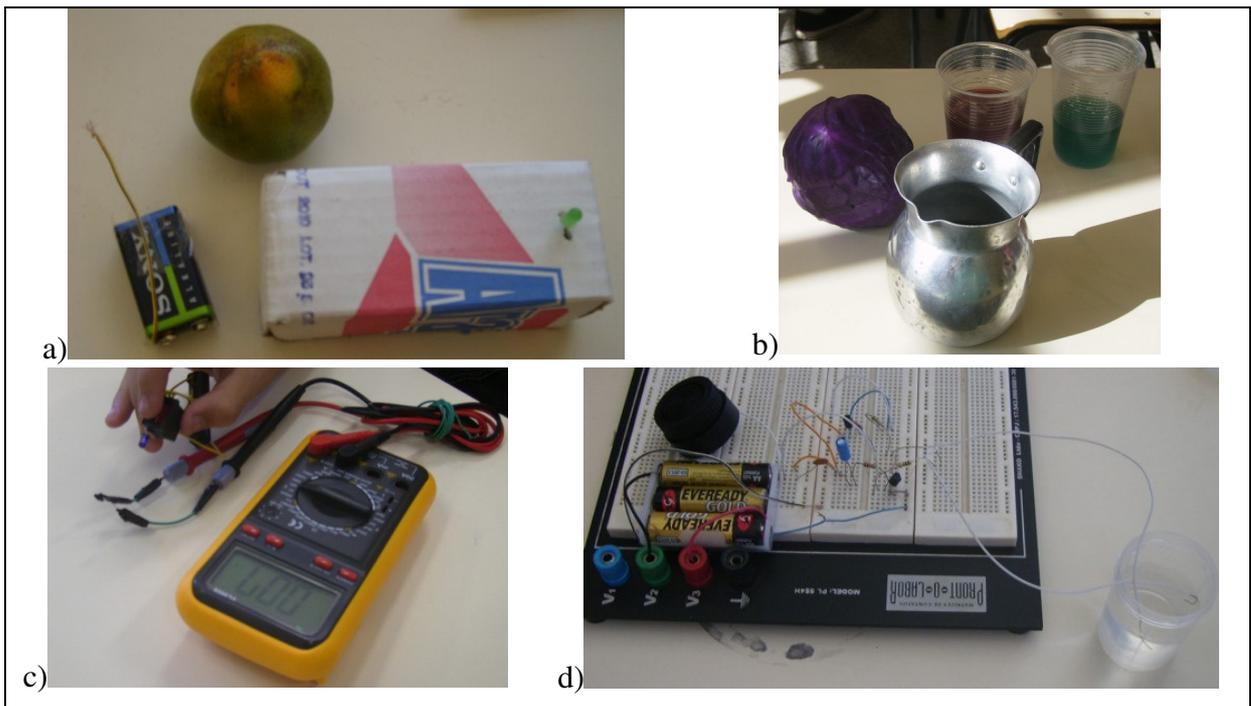


Figura 23 – Exemplos de *banners* para apresentação elaborados pela turma 2A-2010.

Todos os *banners* foram lidos atentamente, foram feitas correções de conteúdos e na organização das informações, a estrutura dos textos e imagens foi reformatada para atender às normas do evento, foram adicionados os logotipos dos patrocinadores e os arquivos foram enviados à gráfica dentro do prazo.

Como preparação para os alunos, antes da exposição na FESTCANA os grupos fizeram a apresentação dos trabalhos para os colegas da turma e para a professora (autora). Esta apresentação prévia visava corrigir equívocos conceituais, ampliar as explicações preparadas pelos grupos e o compartilhamento das informações entre os grupos.

Na turma 2A-2010 três dos cinco trabalhos estavam funcionando, mas necessitavam alguns retoques em termos de acabamento: um emissor e um sensor de infravermelho construído a partir de diodos LED (Figura 24 – c); um sensor de radiação visível construído com LDR (Figura 24 – e); medidor de pH com repolho roxo (Figura 24 – a) e medidor de condutividade do ácido dissolvido em água usando a intensidade de um LED como indicador (Figura 24 – b). O sensor de chuva, do grupo responsável por estudar os fenômenos atmosféricos estava montado, mas ainda sem funcionar corretamente (Figura 24 – d). O grupo que estudava a radiação ultravioleta não levou nenhum tipo de experimento, argumentando que não tinham conseguido montar nada do que havia sido sugerido pelos professores. Foram dadas orientações e sugestões gerais, pelos colegas da turma e pela autora, sendo dado um novo prazo (um dia) para que os estudantes tentassem fazer funcionar o que estava incompleto e dar acabamento final ao que já estava quase pronto. No dia seguinte, durante a aula de Biologia da turma foi feita uma nova apresentação, agora com tudo funcionando e aperfeiçoado. O grupo do tema ultravioleta elaborou um emissor de ultravioleta com lâmpada fria (luz negra) e um RG como sensor (Figura 24 – f).



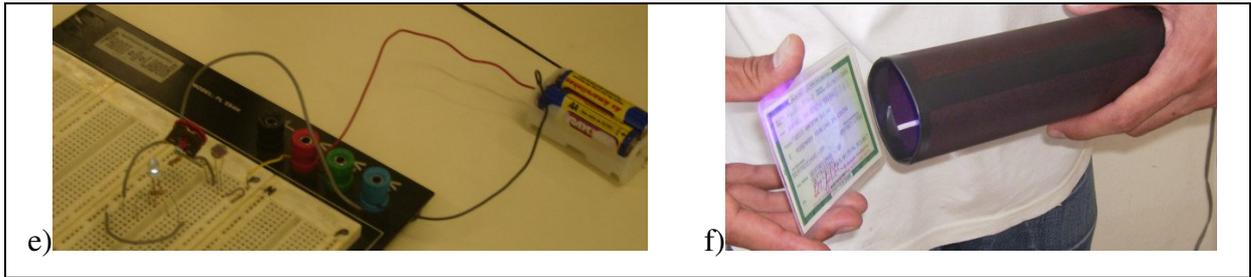
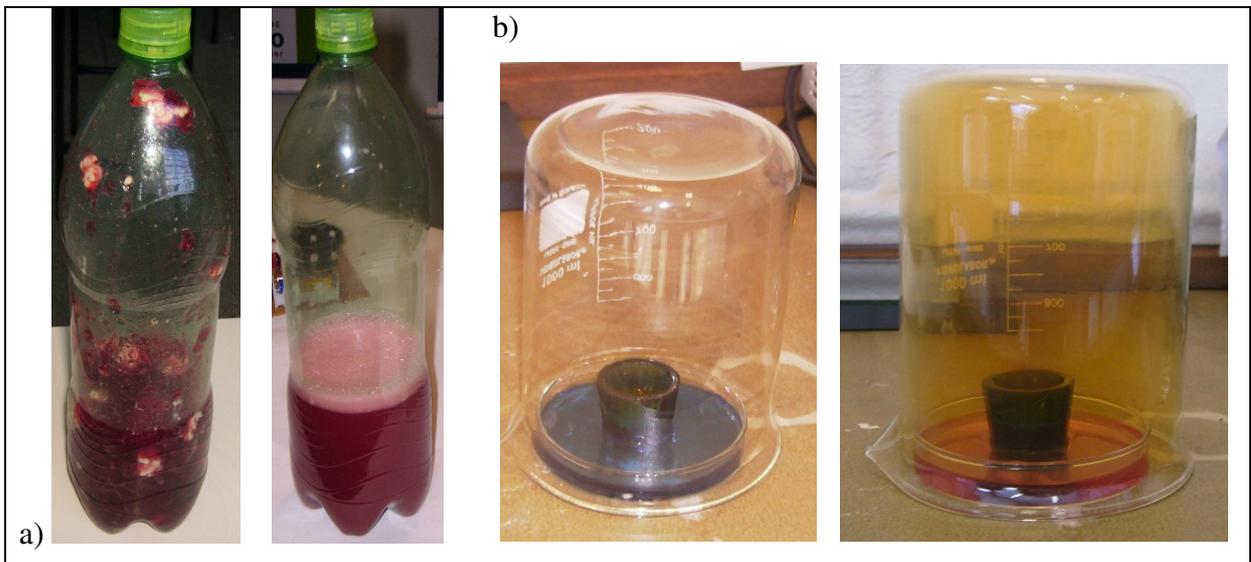


Figura 24 – Apresentação de trabalhos na turma 2A-2010.

a) Condutividade dos ácidos; b) PH; c) Infravermelho; d) Sensor de chuva; e) Radiação Visível; f) Ultravioleta.

Na turma 2Q-2010 todos os grupos tinham as apresentações prontas, até porque já era o dia de início da FESTCANA. Um dos grupos não propôs nenhum experimento ou maquete, apenas alguns slides com textos sobre o tema de seu trabalho, o Nitrogênio. Um grupo conseguiu elaborar um experimento possível de reproduzir na feira, sobre a produção de CO_2 a partir de gelatina e fermento (Figura 25 – a). Dois grupos elaboraram experimentos que produziam gases tóxicos, Óxidos de Enxofre (Figura 25 – c) e de Nitrogênio (Figura 25 – b), portanto possíveis de realizar apenas no laboratório de Química, em ambiente de capela. Um grupo fez experiências com plantas, verificando os efeitos da chuva ácida, mas não pode trazer para a escola e nem levar à feira, pois os vegetais não estavam em vasos, mas diretamente no solo. Outro grupo utilizou plantas em pequenos vasos para verificar os efeitos da iluminação em diferentes cores (Figura 25 – d), mas envolveu as mudas em papel celofane a pouco tempo, não sendo possível observar resultados. Os demais grupos elaboraram maquetes para representar o tema estudado pelo grupo, alegando a impossibilidade de produzir os experimentos a tempo da exposição.



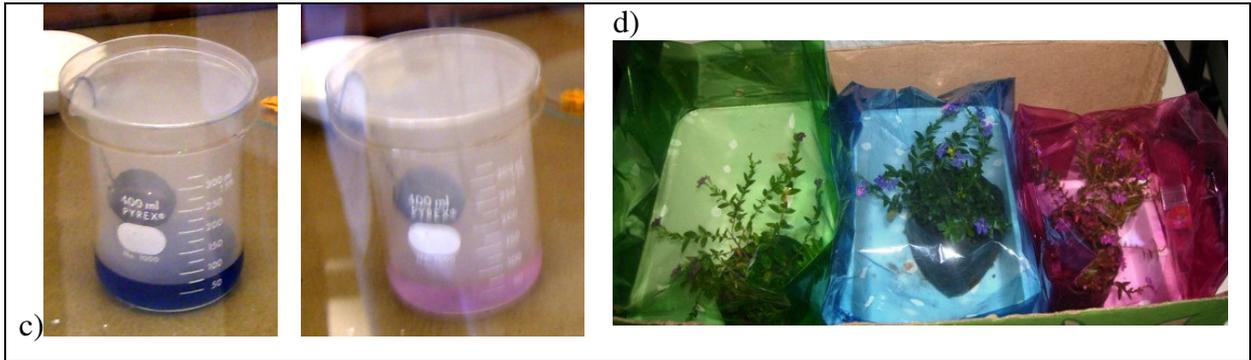


Figura 26 – Apresentação de trabalhos na turma 2Q-2010.
a) Dióxido de Carbono; b) Enxofre; c) Nitrogênio; d) Fotossíntese.

Mesmo com a agitação do trabalho os alunos confeccionaram alguns brindes, relacionados com o tema do trabalho geral (meio ambiente) e com o trabalho específico dos grupos para distribuir entre os visitantes, que são mostrados na Figura 26.



Figura 26 – Brindes elaborados pelos alunos para entregar aos visitantes da FESTCANA

Antes da exposição propriamente dita na FESTCANA foi necessário organizar os *banners* e experimentos dos grupos, o que contou com o auxílio dos alunos escalados para apresentar no primeiro dia, que chegaram com 2h de antecedência. Os trabalhos foram distribuídos conforme os grandes grupos de forma que os trabalhos relacionados com cada tema central estivessem em cada uma das quatro mesas disponíveis, com os *banners* relacionados posicionados logo atrás.





Figura 27 – Apresentação de trabalhos na FESTCANA

O evento contou com muitos visitantes, mas como se tratava de uma festa e o foco não era a ciência, nem a tecnologia, muitos dos visitantes não se interessaram pelos trabalhos e passavam direto pelo *stand*, decepcionando um pouco os estudantes. Ainda assim tiveram oportunidade de explicar aos interessados e de vivenciar a experiência de uma apresentação fora da escola, para pessoas de todas as idades e com diferentes formações.

Finalizando os trabalhos os grupos de ambas as turmas entregaram por e-mail e de forma impressa a segunda parte do material escrito. Esta parte, completando os itens requeridos pela Olimpíada de Meio Ambiente, continha Metodologia, Resultados Obtidos e um Resumo de todo o trabalho. Todos os grupos entregaram esta atividade na data prevista, em uma das duas formas – digital ou impressa.

A inscrição na Olimpíada foi feita em duas etapas. Em primeiro lugar foi necessário unificar os dois trabalhos entregues por cada grupo, ordenando e formatando os conteúdos segundo as normas do evento. Nesse momento foi feita uma última revisão, com correção de problemas na ortografia. Os arquivos resultantes foram impressos e enviados pelo correio, juntamente com fotos dos experimentos produzidos por cada grupo. Os textos de cada um dos itens foram copiados para o *site* da Olimpíada, para execução de inscrição *on-line*. Como cada professor podia inscrever apenas cinco trabalhos, foram feitas inscrições também em nome da professora de Biologia e do Técnico em Laboratório de Química, com a autorização dos mesmos.

Para permitir aos estudantes a participação efetiva em todas as etapas do trabalho, inclusive na avaliação dos mesmos, foi solicitada em cada turma a distribuição das notas, da seguinte forma: foi atribuída uma nota para cada grupo, de acordo com o número de

integrantes do grupo, os recursos utilizados, a qualidade e dificuldade dos experimentos e as explicações da apresentação; o grupo então distribuiu as notas entre seus integrantes, conforme as participações individuais, em frações de 0.25, nos limites de 0.00 a 1.00 ponto.

4.6 NOVA REFLEXÃO

As reflexões sobre a aplicação do trabalho no ano de 2010, em termos da metodologia empregada, das dificuldades e das soluções encontradas, basearam-se nos registros diários, no questionário aplicado aos estudantes e no questionário aplicado aos professores envolvidos.

Por meio da análise dos registros das reuniões e conversas com os professores pode-se verificar que o quadro não difere muito do ano anterior. Assim como em 2009 não foi possível estabelecer nenhuma reunião específica para este fim e que contasse com todos os professores envolvidos. As discussões ocorrem individualmente com cada professor ou com o técnico, o mesmo ocorrendo com os estudantes, que conversavam com cada professor separadamente, nos horários de aula ou nos corredores, casualmente.

Apesar disso houve melhoria no envolvimento de professores, principalmente de forma indireta, através da solicitação dos estudantes, chegando a um total de oito professores com participações no trabalho. Houve ainda o envolvimento da Coordenação de Química, com a solicitação de apresentação do trabalho na FESTCANA e conhecimento por parte de todos os professores da Área de Química e Ciências sobre o projeto, devido à discussão na reunião de área.

Sobre as intervenções em sala de aula, estas ocorreram de forma mais organizada e foram, portanto, mais produtivas. Apenas três semanas de aula de uma das turmas e duas semanas de aula da outra turma foram totalmente destinadas ao trabalho, para discussão sobre ondas eletromagnéticas, para confecção dos *banners* no caso da turma 2A-2010, e para apresentações. Além disso, houve intervenções breves em outras aulas para divisão de grupos, orientações sobre o trabalho, etc. Novamente a maior parte das atividades foi desenvolvida fora da sala de aula, demandando disponibilidade e interesse dos estudantes, o que foi satisfatoriamente atendido.

No questionário aplicado aos professores foram apresentadas as seguintes sugestões para melhoria dos trabalhos:

- *“Creio que se fosse feito com o tempo maior, que pudesse ser estendido os prazos, o aproveitamento seria maior. Tanto para o professor conseguir*

abordar os temas e ter como consequência o aproveitamento de conceitos” (Professor A);

- *“As discussões com os alunos poderiam ter horários específicos, tanto de forma individual quanto com todos os membros do grupo. Outra coisa que poderia ter sido diferente é a falta de discussão entre os responsáveis pelas disciplinas, de modo a permitir alterações na condução do processo através de avaliações técnicas, que considerem as necessidades de cada área e expectativas de cada docente. Em alguns casos, precisei reformular as idéias junto aos alunos, pois não contemplavam as orientações do docente responsável”* (Professor B);
- *“Imagino que um maior comprometimento de outras disciplinas e logicamente de outros profissionais da educação seria primordial para conseguirmos transformar o resultado que considero Bom para Ótimo. Quanto mais interdisciplinar for um projeto mais difícil é a coordenação, porém, caso tenhamos profissionais de todas as áreas (com disponibilidade e/ou motivação e/ou capacitação) conseguiremos sem dúvida alguma chegar a essa otimização do aprendizado, possibilitando a sedimentação do mesmo”* (Professor C);

As colocações dos professores apontam dois aspectos distintos:

- tempo de duração do projeto: o que pode ser modificado com a ampliação de um semestre para todo o ano letivo, intensificando-se, desta forma, a questão do conflito das atividades do projeto com o tempo destinado aos conteúdos curriculares;
- comprometimento dos professores: o que só pode ser discutido em termos da conscientização sobre a importância do desenvolvimento de projetos e trabalhos participativos e/ ou interdisciplinares.

Na avaliação global dos estudantes o trabalho foi bem organizado. O questionário aplicado solicitou a atribuição de notas de 0 a 10 para alguns pontos da organização, e as médias dos valores informados pelos estudantes foram: 7,9 para a forma de divisão dos grupos; 8,7 para os temas propostos; 8,1 para a organização das etapas do trabalho; 8,0 para a quantidade de trabalho; 7,5 para os prazos de entrega e 8,2 para a orientação dos professores.

Apesar das boas notas atribuídas, vários estudantes deixaram sugestões. O maior número de sugestões fez referência aos prazos de entrega e à quantidade de trabalho como, por exemplo: *“Os prazos de entrega das etapas do trabalho precisam ser mais extensos, porque no final o trabalho tem que ser grandioso”*, *“Faltou tempo, o trabalho poderia ter sido muito melhor.”* ou *“Prazos de entrega das etapas do trabalho: pouco tempo para muito trabalho.”*. Outras sugestões fizeram referência à forma de divisão dos grupos: *“Grupos com menos número de integrantes.”*, *“Haver mais opção de escolha entre os alunos.”*, *“Logo após que todos os grupos formados, em caso de algum aluno(a) querer entrar em outro grupo não permitir.”*. Houve duas sugestões sobre os temas: *“temas diferentes, não repetitivos, temas envolvendo as áreas que atuamos.”* e *“...deveria envolver mais a área de automação.”*. Por fim, as demais sugestões estavam relacionadas com a orientação dos professores como, por exemplo: *“Os professores teriam que ter participado diretamente com o grupo todo, ter dado idéias para realizar-se experimento sobre os temas dados ...”*, *“... deveria ter mais professores para orientar...”* ou *“... que os professores se interessem em orientar trabalhos interdisciplinares.”*.

Podemos observar que alguns dos aspectos destacados são semelhantes aos dos professores e dos registros de intervenções: tempo de duração e participação dos professores, para os quais já discutimos as possibilidades de solução.

Outros aspectos apontados foram a formação dos grupos e os temas. No caso da divisão de estudantes em grupos, esta questão gera constantes discussões pedagógicas, inclusive com intervenção dos pais, pela dificuldade de atender às necessidades e vontades de todos. Uma possível solução seria deixar a organização por conta da turma, limitando apenas o número de integrantes. Sobre os temas, que obtiveram a melhor nota por parte dos estudantes, a escolha deles já levou em consideração as possibilidades em termos da formação profissional na área de Química ou Automação Industrial, faltando ainda, quem sabe, um melhor esclarecimento aos estudantes sobre estas relações.

Os estudantes também avaliaram o desenvolvimento dos trabalhos, atribuindo notas de 0 a 10 para determinados itens. As médias obtidas em cada item foram as seguintes: comprometimento e colaboração de cada aluno 7,6; atividades de pesquisa 8,3; elaboração dos trabalhos escritos 8,3; elaboração dos *banners* e brindes 8,2; montagem dos experimentos 8,1; e apresentações para a turma 8,3.

Novamente as notas atribuídas mostram uma análise bastante positiva, o que não exclui a existência de críticas e sugestões. As principais críticas/sugestões estão relacionadas com os próprios estudantes e sua colaboração com o grupo e participação no

trabalho: “*Falta de entrosamento no grupo.*”, “*Empenho de todos os participantes.*”, “*Não houve comprometimento dos alunos.*” .

Outras questões apresentadas foram sobre a apresentação para a turma: “*Melhorar apresentação, por parte do aluno.*” e “*A apresentação para a turma deve ser organizada e formal.*”, sobre a elaboração dos *banners* e experimentos: “*Na elaboração dos banners não tivemos orientação de como realizar. O mesmo acontece com a montagem do experimento.*” e “*Poderia apresentar mais experimentos*”, e sobre os trabalhos escritos: “*Faltou um pouco de explicação quanto à elaboração dos trabalhos escritos, poderia-se procurar tirar as dúvidas quanto a isso.*” e “*Melhor estudo e interpretação do tema exposto.*” .

Surge novamente a questão dos grupos e da colaboração de todos os participantes que, como já apontado acima, é motivo de diversas discussões pedagógicas na área de psicologia, sociologia e filosofia da educação, cujas reflexões vão além deste trabalho. Quanto à orientação sobre apresentações, sobre os conteúdos, sobre os *banners* e experimentos, houve uma evolução dos trabalhos de 2010 em relação aos de 2009, mas talvez sejam necessárias, ainda, mais explicações sobre cada etapa, o que poderia ser feito, por exemplo, através de roteiros mais detalhados.

5. CONSEQUENCIAS PARA O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Na pesquisa-ação todas as etapas de desenvolvimento são importantes e merecem atenção, pois contam com a intervenção dos participantes e permitem modificações nos processos de ensino aprendizagem para que se tornem mais eficazes. A análise dos aspectos metodológicos foi apresentada quando da descrição dos processos, mais especificamente nos itens que trataram sobre as reflexões da espiral da pesquisa-ação. Neste capítulo serão apresentadas as reflexões complementares sobre os resultados do trabalho.

Os resultados incluem a aprendizagem dos conteúdos de Física e de outras ciências trabalhados na pesquisa, mas não se resumem a esse aspecto. Também merece atenção a contribuição do trabalho para a formação de cidadãos críticos e conscientes de seu papel na sociedade em que vivem e o caráter multidisciplinar e interdisciplinar das questões ambientais. Vale ainda destaque a função dos projetos como motivadores, incentivando a participação ativa do estudante e facilitando a aprendizagem.

Para a avaliação dos três aspectos da aprendizagem houve contribuição de todos os participantes – pesquisadora, professores, coordenação e estudantes. Como material de pesquisa desta etapa foram utilizados questionários, entrevistas e os materiais produzidos pelos estudantes como trabalhos escritos, respostas a questões e as avaliações bimestrais. As entrevistas e questionários foram aplicados em todas as turmas, tanto em 2009 quanto em 2010, mas os materiais produzidos pelos estudantes resumem-se às turmas que foram orientadas diretamente pela pesquisadora, ou seja, as que trabalharam com os temas Queimadas e Aumento do Nível do Mar em 2009 e todas os participantes de 2010.

5.1 CONTEÚDOS DE FÍSICA

Desde a primeira etapa do projeto desenvolvido em 2009, que foi a pesquisa prévia sobre os temas acompanhada de resumo e de duas questões, as produções dos estudantes, tanto em termos da pesquisa quanto das respostas, demonstraram interesse e compreensão sobre os assuntos. Alguns estudantes procuraram várias fontes de pesquisa e apresentaram resumos bastante completos, abordando diversos aspectos dos temas, em ambas as turmas. Quanto às questões, para o tema Aumento do Nível do Mar foram “Quais as causas do aumento dos níveis oceânicos? Cite pelo menos duas causas, explicando-as.” e “Que conseqüências esse aumento pode provocar para a vida do planeta? Explique.” e para o tema

Queimadas foram “Que relações podemos estabelecer entre o tema queimadas e a Física?” e “De que maneira as queimadas contribuem para o aquecimento global?”.

Como exemplos de respostas sobre o aumento do nível do mar temos:

- *“As causas do aumento dos níveis oceânicos são: aquecimento global derretendo geleiras e a expansão térmica.”;*
- *“Duas causas são o derretimento de geleiras e calotas polares, devido ao aumento de temperatura causado pelo alto índice de poluentes na atmosfera; e o desprendimento de calotas polares(...)”;*
- *“Esse aumento pode causar o desaparecimento de algumas cidades litorâneas, em relação ao Brasil, atingir 25% da população brasileira, ou seja, 42 milhões de pessoas que vivem na zona costeira, sendo que a cidade do Rio de Janeiro é uma das mais vulneráveis, juntamente com a Ilha de Marajó.”;*
- *“Esse aumento pode causar submersão de cidades litorâneas, pois o nível do mar aumentando, toma cidades que ficam na praia, e causa devastações e um imenso desequilíbrio ecológico, causando também desastres ecológicos como maremotos, tsunamis, ciclones extra-tropicais.”*

E sobre as queimadas:

- *“Nas queimadas acontecem vários processos que resultam na produção de calor e energia que tem relação com a Física.”;*
- *“As queimadas ocorrem quando uma série de fatores, como umidade relativa baixa, falta de precipitação e temperaturas elevadas, ocorre ao mesmo tempo. As queimadas também podem ser originadas a partir de descargas elétricas na vegetação. (...)”*
- *“Liberando compostos, principalmente CO₂ que contribui para o efeito estufa, dificultando a dissipação do calor, conseqüentemente aumentando a temperatura do planeta.”;*
- *“As queimadas são o segundo processo que mais contribui para o aquecimento global, e isso acontece porque as queimadas produzem dióxido de carbono que atinge a atmosfera.”.*

Apesar de um início bastante promissor, alguns conceitos se apresentaram de forma equivocada nesta primeira fase, como a diminuição da gravidade pelo derretimento das geleiras ou um aumento significativo da temperatura do planeta pelo calor das queimadas.

Nas discussões empreendidas em sala de aula esses pontos foram destacados, explicados e as dúvidas dos estudantes foram sendo esclarecidas, de forma que nas avaliações subseqüentes estes equívocos não se fizeram presentes.

Após a divisão dos grupos e depois que os estudantes já haviam começado seu trabalho, além de alguns assuntos relativos aos temas já terem sido abordados durante as aulas, foram propostas as seguintes questões: “Com base na explicação da aula de hoje responda porque o gelo que está flutuando no oceano, ao derreter, não aumenta significativamente o nível do mar?” e “Qual a relação do empuxo com as amostras de fuligem recolhidas para o trabalho da Semana de Ciências e Tecnologia?”, para as turmas 1A1-2009 e 1A2-2009 respectivamente. Foi permitido que os estudantes conversassem sobre as perguntas e as respostas fornecidas foram:

- *“Quando o gelo está sólido ele ocupa um volume grande e quando ele derrete esse volume diminui e passa a ocupar o espaço da água que o bloco de gelo deslocava.”;*
- *“Apenas 10% do gelo flutuante esta acima da água. A sua massa sólida ou líquida é igual, mas o seu volume quando líquido (derretido) diminui ocupando o mesmo espaço de água que ele tinha deslocado.”;*
- *“A diferença entre empuxo e o peso é muito pequena, por isso a fuligem descera mais devagar em um tempo e mais rápido em outro. O fogo expande o ar que fará a fuligem subir até quando a temperatura ficar normal, então com o vento a fuligem cairá mais longe e devagar conforme o seu peso, se for pequeno cairá mais longe que outra fuligem maior.”;*
- *“A relação está no fato de quando começa a queimar aumenta a pressão, se expandindo, levando fuligem para cima. A fuligem só para quando ela atinge uma altitude que equilibra a temperatura. A fuligem começa a cair, pois seu peso é maior do que o empuxo, mas esse valor se intercala: em um instante o peso é maior no outro o empuxo é maior, pois isso que demora um pouco para cair. Se a fuligem for mais leve ou menor, ela irá mais longe. Se for mais pesada ou maior será o inverso.”*

Para a apresentação ao público na Semana de Ciência e Tecnologia as turmas produziram textos, posteriormente utilizados para a montagem de painéis. Na turma 1A1-2009 o texto foi o resumo da tradução do artigo *Sea Level Rease*, publicado na revista *Planet Earth* (Gregory, 2008) e na turma 1A2-2009 foi a análise da quantidade de amostras de cada

dia de coleta de fuligem relacionando com os valores medidos e consultados para umidade relativa do ar, pressão atmosférica, direção e intensidade dos ventos. Tanto os resumos quanto as análises ficaram relativamente extensos, com uma ou duas páginas, inviabilizando sua reprodução aqui, mas a observação de apenas alguns trechos pode indicar a qualidade do trabalho final:

- *“As contribuições da Groelândia e da Antártica são relativamente pequenas, cerca de 0,1mm a 0,8mm por ano, e a média global é de 3mm, porém há uma aceleração e ocorre uma descarga maior no oceano (...) a principal contribuição é a expansão térmica que aumenta cerca de 1mm ou 2mm por ano.”;*
- *“Analisando os modelos de estudos do passado, pode-se fazer previsão de como será o aumento no futuro. De acordo com os relatórios do PICM, no século 21 será de 0,21 a 0,48m até o seu fim.”;*
- *“Com a ajuda do higrômetro para medir a umidade, foi possível concluir que quanto maior a umidade, menor era a distância que a fuligem alcançava.”;*
- *“A mudança de pressão não foi significativa, a ponto de alterar a distância alcançada pela fuligem. Então, os fatores que mais contribuíram para a dissipação da fuligem foram a umidade relativa do ar e a direção e intensidade dos ventos.”.*

Finalizando as atividades relacionadas ao trabalho de 2009 foram inseridas duas questões dissertativas relacionadas ao trabalho na avaliação formal (prova) do terceiro bimestre de cada turma. Para o tema Queimadas a primeira pergunta foi “Como resultado da queimada da cana são lançados ao ar poluentes de vários tipos: gases, carvão, poeira... Compare o que ocorre com um grão de poeira, quando já está na atmosfera, com um pequeno pedaço de carvão (fuligem). A densidade dos poluentes importa em relação a qual(is) fenômeno(s) físico(s)? Qual dos materiais atingirá uma distância maior e do que dependerá essa distância percorrida?” e a segunda “O que mede um barômetro como o apresentado na figura ao lado? Explique seu funcionamento.”

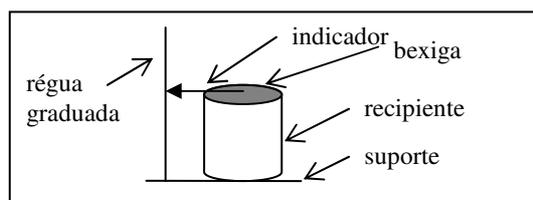


Figura 28 – Desenho de barômetro incluído na avaliação bimestral da turma 1A2-2009.

Na primeira questão, por ser mais complexa, os estudantes encontraram dificuldades em responder. Ainda assim a maioria fez análises corretas e um estudante conseguiu respondê-la de maneira completa:

- *“A densidade dos poluentes importa em relação ao vento e à pressão. A fuligem atingirá uma distância maior, porque a diferença de densidade dela e do ar é muito pequena, assim ela demora mais a cair e com o vento ela irá mais longe. Se a umidade for alta também fará com que ela caia mais rápido.”;*
- *“Quando eles estão na atmosfera o grão de poeira e o pedaço de carvão começam a cair, mas com velocidades diferentes, pois têm densidades diferentes, o que faz o empuxo atuar de um jeito diferente em cada um, e também há fenômenos que interferem, como os ventos. O material que chegará mais longe será a fuligem, pois como é mais leve o vento tem mais efeito do que o grão.”.*

Para a segunda questão houve mais respostas corretas, com acerto total de 15 dos 24 alunos que fizeram a prova. Algumas respostas interessantes vão transcritas a seguir:

- *“Mede a pressão. Seu funcionamento baseia-se na diferença de pressão. Quando o recipiente é tampado não entra ar, portanto não altera a pressão. Se a pressão atmosférica for maior que a de dentro do recipiente o indicador irá aumentar, se for menor irá abaixar; estando calibrado é possível saber a pressão.”;*
- *“O barômetro ao lado serve para medir, sem muita precisão, a pressão do ar atmosférico. O recipiente é tampado com a bexiga e vedado, impossibilitando a comunicação do ar no interior do recipiente com o ar exterior. Quando: $P_{\text{interna}} > P_{\text{externa}}$: A bexiga sobe; $P_{\text{interna}} < P_{\text{externa}}$: A bexiga desce; $P_{\text{interna}} = P_{\text{externa}}$: A bexiga volta à posição onde foi colocada pela primeira vez.”;*
- *“Mede pressão atmosférica. Quando a pressão interna do recipiente é menor que a de fora, a bexiga murcha, fazendo com que o ponteiro preso a ela suba, marcando uma medida na régua graduada. Quando a pressão interna do recipiente é maior que a de fora a bexiga estufa, fazendo assim o ponteiro descer, mostrando outra medida na régua.”.*

Para o tema Aumento do Nível do Mar as questões propostas foram “Cite dois processos, provocados pelo aquecimento global, que geram aumento do nível do mar. Explique brevemente cada um desses processos, utilizando, para isso, conceitos físicos.” e “Nos jornais e revistas as matérias discutem o problema do aquecimento do continente antártico, por causa de suas camadas de gelo, mas não falam sobre o pólo norte. Por que? Qual a diferença entre estas duas regiões, em relação ao problema do aumento do nível do mar?”

O acerto completo foi grande, para ambas as questões; na primeira 12 dos 19 estudantes e na segunda 11 dos 19 alunos. Várias respostas, tanto para a primeira quanto para a segunda questão foram bem completas, e mostram que os estudantes realmente compreenderam o tema:

- *“1º conceito, derretimento do gelo continental. O gelo sobre os continentes, quando derretido, seria o mais prejudicial para os oceanos, pois sua massa não está sobre o oceano e quando derretido sua massa vai para o mar aumentando o nível. 2º conceito, deslizamento de gelo dos continentes. O deslizamento do gelo é muito parecido com o 1º conceito, pois o gelo que está sobre os continentes não estão com sua massa na água, porém quando desliza e cai nos oceanos provocam o mesmo efeito de quando é derretido e vai para o mar.”;*
- *“1º Com o aquecimento, as geleiras dos continentes derretem, escorrem para o mar aumentando o nível do mar. 2º O mar fica aquecido e isso faz com que suba o nível do mar, porque quando pegamos uma bacia com água e fervemos, a água aquecida aumenta seu volume, o mesmo acontece com o mar.”;*
- *“Porque todo o gelo que está no continente antártico está sobre um continente de terra, se as camadas de gelo derreterem tudo escorrerá para o mar. Já o pólo norte é um pedaço de gelo grande, que já está dentro do mar, se ele derreter vai ter o mesmo volume que a quantidade de água deslocada no lugar que ele está.”;*
- *“Não se fala do gelo do pólo norte pois ele já está imerso na água então se ele derreter ele ocupará o volume da água que ele deslocava, já o continente antártico, está sobre terra e se derreter a água vai ir para o mar fazendo com que ele aumente de volume.”.*

Os trabalhos de 2010, que contaram com um procedimento diferente de desenvolvimento, apresentaram como primeiro resultado concreto o texto inicial produzido pelos grupos para ser inscrito na Olimpíada de Meio Ambiente, contendo: tema, objetivos, proposta de atividade e referencial teórico. Alguns trechos do conteúdo do tema serão transcritos a seguir, mostrando que os estudantes conseguiram relacionar os temas com conteúdos de Física e compreenderam o assunto:

- *“Ácidos são capazes de conduzir corrente elétrica, pois no contato com substâncias aquosas, se ionizam, formando cátions e ânions, que criam um caminho na solução para a passagem da corrente”* (Turma 2A-2010);
- *“A radiação é a energia emitida pelos átomos em forma de ondas eletromagnéticas (...) uma pequena parte dessas radiações é a única que pode ser captada pela nossa retina e é conhecida como Radiação Visível ou Luminosa”* (Turma 2A-2010);
- *“O nitrogênio além de ser encontrado na atmosfera ele também está presente nos motores dos automóveis que causam combustão devido à alta temperatura, assim reagindo com o oxigênio da atmosfera”* (Turma 2Q-2010);
- *“O efeito estufa é um fenômeno natural indispensável para manter a superfície do planeta aquecida. (...) Os gases do efeito estufa são capazes de reter o calor do Sol na atmosfera, formando uma espécie de cobertor em torno do planeta, impedindo que ele escape de volta para o espaço”* (Turma 2Q-2010).

Uma segunda análise pode ser feita a partir da questão inserida na avaliação do primeiro bimestre em cada turma. Na turma 2A-2010 a questão foi “Cite três tipos de radiação eletromagnética emitida em grande quantidade pelo Sol e que chega à atmosfera terrestre. Explique qual a relação de cada uma das radiações citadas com o meio ambiente.” e na turma 2Q-2010 “De que maneira a energia do Sol é transferida até a Terra através do espaço vazio? Toda a energia do Sol que incide na atmosfera consegue chegar até a superfície? Explique.”.

Com a transcrição de algumas respostas é possível ilustrar os resultados positivos em termos dos conhecimentos construídos pelos alunos:

- *“Radiação infravermelha: ela pode ajudar no efeito estufa se a atmosfera contiver grande quantidade de CO₂. Radiação ultravioleta: pode causar câncer de pele se a pessoa ficar muito exposta ao Sol sem proteção.*

Radiação visível: é a radiação que as plantas usam para fazer a fotossíntese.” (Turma 2A-2010);

- *“Radiação infravermelha, que mantém a temperatura, ou seja, mantém a Terra aquecida, porém em grande quantidade gera/ auxilia no efeito estufa. Radiação ultravioleta, em grande quantidade acarreta problemas como câncer. Luz Visível – é utilizada pelas plantas para fazer fotossíntese.” (Turma 2A-2010);*
- *“Por meio de ondas eletromagnéticas, ou seja, radiação. O Sol emite principalmente luz visível, infravermelho e ultravioleta. Ao chegar a atmosfera que é constituída por CO₂ e vapor de água ela absorve infravermelho e o ozônio absorve ultravioleta. A luz visível passa diretamente. Os objetos capturam essa luz e devolvem infravermelho.” (Turma 2Q-2010);*
- *“Através de ondas eletromagnéticas pelo processo de transferência de calor chamado de irradiação ou radiação para alguns autores, pois o espaço entre a Terra e o Sol é vazio. Nem toda a energia do Sol que incide na atmosfera consegue chegar na superfície, pois uma parte é refletida de volta pelas nuvens; outra parte é armazenada pela própria atmosfera entre outros.” (Turma 2Q-2010).*

A última etapa, que foi a entrega dos demais itens para inscrição na olimpíada: metodologia, resultados e resumo, não apresentou novidades, pois foi apenas um registro das atividades que já haviam sido realizadas. Podem-se destacar alguns dos resultados relatados, que demonstram a capacidade de interpretação dos fenômenos observados:

- *“Quando usamos um ácido para fechar o circuito ele conseguiu conduzir uma quantidade considerável de corrente elétrica, suficiente para acender a lâmpada (no caso o LED). A intensidade da luz do LED variou diretamente proporcional com a maior ou menor acidez da substância.” (Turma 2A-2010);*
- *“Após alguns dias regando a planta com limão observou-se que a planta estava cada vez mais seca e fraca, notou-se também que o ácido tirou os nutrientes da planta de um modo geral influenciando na sua capacidade biológica.”(Turma 2Q-2010);*

É difícil mensurar numericamente os produtos das pesquisas e experimentações e o conhecimento desenvolvido pelos estudantes no processo. Um indicativo deste resultado numérico, porém, pode ser estimado pelas notas obtidas em cada etapa do trabalho.

Para o ano de 2009 a distribuição dos pontos deu-se como mostrado na Tabela 05:

Atividade	Pontos
Pesquisa bibliográfica	0,5
1ª Etapa de experimentos	0,5
Questões sobre o tema	0,2
2ª Etapa de experimentos	0,3
Análise/ conclusões sobre o trabalho	0,5
Avaliação do professor - apresentação	1,0
Avaliação da turma – apresentação	1,0
Total	4,0

Tabela 05 – Distribuição de notas em 2009: turmas 1A1-2009 e 1A2-2009.

Poucos estudantes deixaram de entregar uma ou outra tarefa, mas nunca todas elas. No caso da pesquisa, das questões e da análise dos resultados falta de entrega ficou em torno dos 18%. No caso das experimentações e da apresentação apenas três estudantes deixaram de participar, sendo apontados pelos demais integrantes do grupo e/ ou da turma. A média das notas obtidas foi 3,1 pontos, dos 4,0 pontos possíveis, correspondendo a 77,5%. A menor nota obtida foi 1,6 e foi obtida por um aluno que logo em seguida abandonou a escola. Cinco alunos obtiveram nota 3,7, que foi o máximo atingido pelos estudantes e corresponde a 92,5% dos pontos. Uma análise mais detalhada mostra que 60% dos estudantes obtiveram entre 3,1 e 4,0 pontos; 30% obtiveram entre 2,1 e 3,0 pontos e 10% conseguiram alcançar apenas de 1,6 a 2,0 pontos.

Apesar de estarem distribuídas durante aproximadamente um semestre, a maioria das atividades desenvolvidas pelos estudantes contribuiu para a avaliação do terceiro bimestre. Da mesma forma, os assuntos discutidos nos trabalhos, tanto no caso das Queimadas quanto do Aumento do Nível do Mar, foram relacionados com conteúdos de sala-de-aula desse bimestre: pressão, densidade, empuxo, etc. Como a participação e o envolvimento dos estudantes foi efetivo, além de conquistarem boas notas nas atividades diretamente relacionadas com o trabalho, mencionadas acima, a compreensão sobre os

conteúdos de sala-de-aula também foi melhor e o resultado foi um aumento da média geral no bimestre, em relação aos bimestres anteriores.

Para o ano de 2010 a distribuição de notas deu-se como mostrado na Tabela 06:

Atividade	Pontos
1º trabalho escrito	1,0
<i>Banner</i>	1,0
Apresentação em sala – nota do grupo	1,0
2º trabalho escrito	1,0
Total	4,0

Tabela 06 – Distribuição de em 2010: turmas 2A-2010 e 2Q-2010.

Todos os trabalhos foram feitos em grupo e apenas um, dos quinze grupos formados, deixou de entregar a primeira parte do trabalho escrito. As notas recebidas pelos grupos variaram entre 0,35 e 1,00, sendo que apenas nas apresentações houveram notas inferiores a 0,5 para os grupos cujos experimentos não estavam completos nas datas agendadas. Na somatória a menor nota foi de 2,4 para o grupo que não entregou uma atividade e a maior nota foi de 3,8 que corresponde a 95% do total de pontos possível; sete grupos tiveram nota entre 2,0 e 3,0 e oito grupo nota entre 3,0 e quatro, de forma que os resultados numéricos são expressivos.

Sob o ponto de vista dos estudantes também houve aprendizagem e quando questionados os conceitos de Física aprendidos com a realização do trabalho responderam de forma bastante positiva. No trabalho de 2009, 71% dos participantes afirmou ter aprendido Física, e os conteúdos mais citados foram empuxo, pressão, energia, dilatação térmica, eletricidade e magnetismo. Em 2010m 75% dos alunos considerou aprender física, principalmente os conteúdos relacionados a radiações e ondas eletromagnéticas, mas também sobre termodinâmica, motores e eletricidade.

Dos estudantes que afirmaram não ter aprendido Física em 2009, 65% pertenciam às turmas 1Q1-2009 e 1Q2-2009 que trabalharam com o tema Biodiesel; estes estudantes conseguiram estabelecer melhores relações com as disciplinas de Química que fazem parte da formação técnica, o que se justifica pela formação do professor orientador das turmas, doutor em Química. Em 2010, da mesma forma, a maioria dos estudantes que considerou não ter aprendido Física, mais especificamente 95% destes, pertencia à turma 2Q-

2010 do curso de técnico de Química, e estabeleceu melhores relações com conteúdos de Química e Biologia.

Alguns professores e coordenadores também manifestaram sua opinião ¹² sobre a aprendizagem resultante do desenvolvimento do projeto. Sobre o trabalho de 2009 o coordenador de Química afirmou ter percebido que os alunos *“tinham um conhecimento bem claro do que estavam falando”* e disse *“que eles estavam bem por dentro, estavam bem preparados”* (Professor I); e um dos professores de Física afirmou que *“Desde essa parte da pesquisa, já foi uma coisa bacana que eles já foram aprendendo coisas novas”* e que *“o trabalho motivou eles a estudarem mais, não só no sentido de aumentar o conhecimento no que eles apresentaram”* (Professor II).

Em relação a 2010 dois professores expressaram suas opiniões ¹³ dizendo que *“Muitas discussões foram realizadas e alguns conteúdos puderam ser explicitados, de modo que os estudantes tiveram oportunidade de modificar e, em alguns casos, reestruturar os conceitos e conteúdos.”* (Professor B) e *“... os conteúdos tratados são do dia a dia, então com a realização de atividades práticas foi possível concluir que o desenvolvimento dos projetos fez com que o aproveitamento dos alunos fosse aumentado, contribuindo ainda para a motivação em outros assuntos tratados em paralelo aos citados.”* (Professor C).

5.2 FORMAÇÃO PARA A CIDADANIA

Como os problemas ambientais fazem parte da sociedade contemporânea, através enfrentamento direto de poluições e suas conseqüências ou da mídia, é importante que os jovens aprendam a refletir sobre as causas desses problemas e sobre sua participação, ativa ou passiva, para que se tornem cidadãos mais conscientes de seu papel na sociedade.

Além de todas as discussões em sala de aula que apontaram para as questões ambientais da região de Sertãozinho como as queimadas, ou globais como a chuva ácida, os estudantes foram motivados a refletir diretamente sobre suas ações frente aos problemas ambientais. Em 2009 os grupos tiveram que escrever pequenas frases como dicas para os visitantes sobre atitudes que poderiam preservar o meio ambiente. Alguns exemplos estão citados abaixo:

- *“Aproveite a iluminação natural. Prefira cores claras para a pintura das paredes, móveis e acessórios.”* (Turma 2Q-2009);

¹² Mais informações sobre as entrevistas realizadas no Apêndice E.

¹³ Transcrições completas dos questionários com os professores após os trabalhos de 2010 no Apêndice F.

- “*Substitua as lâmpadas incandescentes pelas fluorescentes. Além de iluminarem melhor, economizam cerca de 40% de energia elétrica (...)*” (Turma 2Q-2009);
- “*Nuvens de fumaça das queimadas bloqueiam 20% da luz solar, diminuindo assim, a produção da fotossíntese feita pelas plantas.*” (Turma 1A2-2009);
- “*Atear fogo é crime ambiental. Os infratores serão penalizados com multas (...), além de três a seis anos de prisão.*” (Turma 1A2-2009).

No ano de 2010, com a participação do professor de Sociologia das turmas, foram feitas discussões em sala de aula sobre a estrutura social e suas conseqüências para o meio ambiente. Nas palavras do próprio professor: “*Minha participação consistiu em uma aula expositiva cuja abordagem foi baseada na questão das relações entre trabalho e meio ambiente, tomando como referência o modelo de produção industrial. De um modo geral os assuntos abordados foram: o questionamento do modo de produção industrial; o conceito de desenvolvimento sustentável/ conflito de gerações; a questão da água e sua privatização; luta ecológica à luz dos movimentos sociais.*” (Professor D).

Os estudantes conseguiram perceber, tanto nos trabalhos de 2009 quanto em 2010, que haviam questões sociais envolvidas em seus projetos. Esse fato foi verificado através dos questionários e das entrevistas.

Após a apresentação da Semana de Ciência e Tecnologia o questionário incluiu a seguinte pergunta: “Você acredita que a apresentação do trabalho foi uma contribuição da turma para a sociedade?”. Os estudantes podiam optar pelas respostas “Grande contribuição”, “Contribuição mediana”, “Pequena contribuição” e “Não”. A maioria dos estudantes considerou que apresentação representou uma grande contribuição e nenhum aluno considerou que não houve contribuição social. Os números apresentados no gráfico da Figura 29 indicam a satisfação da turma com o trabalho desenvolvido e a percepção de sua importância para sua formação e para sua participação enquanto cidadão.

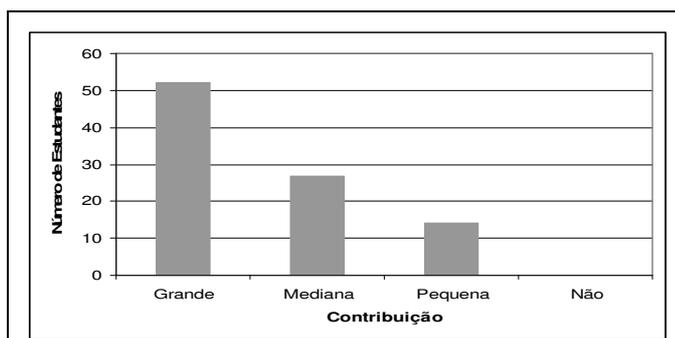


Figura 29 – Opinião dos estudantes sobre contribuição social dos trabalhos de 2009.

Especificando as contribuições que seus trabalhos trouxeram à sociedade os estudantes mencionaram diversos aspectos, entre os quais ¹⁴:

- *“Porque lançou uma ‘luz’ na mente das pessoas quanto à economia que poderia ser feita se só se usassem painéis solares em vez de usinas hidrelétricas”;*
- *“Mostrou formas inovadoras de produzir energia e combustível limpos e mais saudáveis para o meio ambiente”;*
- *“A sociedade que esteve presente aprendeu que o óleo de cozinha pode ser reaproveitado”;*
- *“Conscientizamos as pessoas do que está acontecendo no planeta de uma forma mais simples”;*
- *“Ensinando métodos de economia de energia”.*

Depois da FESTCANA foi incluído no questionário aplicado aos alunos um item sobre o papel social do trabalho, para atribuição de nota; com valores possíveis entre 0 e 10 a média das notas atribuídas foi 8,1. Também foi inserida a questão “Você considera que este trabalho possui papel social, para você ou para a comunidade? De que forma?”; 80% dos estudantes respondeu que sim, e algumas formas de contribuição mencionadas estão apresentadas a seguir ¹⁵:

- *“Aprendizado de como podemos ajudar o meio ambiente.”;*
- *“Na conscientização sobre o que acontece com o mundo e qual é o nosso papel nesses acontecimentos.”;*
- *“Mostrando efeitos causados por nós, que podem ser amenizados.”;*
- *“A sociedade precisa saber mais sobre a chuva ácida, que nós mesmos causamos.”;*
- *“Ajudando a produzir energia a partir de um problema”.*

Quando falaram sobre as contribuições do desenvolvimento dos trabalhos para a sociedade e para sua formação geral nas entrevistas os estudantes mencionaram questões interessantes: *“A gente pega o jeito de falar, porque ninguém gosta de ficar falando, aí é mais fácil aprender (...)”* (Aluno A) e *“Ajuda porque de certa forma você vai ter que um dia trabalhar em grupo, então desde cedo a gente aprende a lidar com as pessoas (...) então a gente tem que ser flexível, maleável, aprender a ouvir as outras pessoas...”* (Aluno Q).

¹⁴ Todas as contribuições citadas pelos estudantes para os trabalhos do ano de 2009 estão no Apêndice C.

¹⁵ As contribuições que foram mencionadas por todos os estudantes após a FESTCANA estão no Apêndice D.

Ainda em à formação geral dos estudantes, como pessoa e cidadão, algumas observações dos professores envolvidos merecem destaque. Uma das professoras de Língua Portuguesa que participou do desenvolvimento do projeto em 2009 expressa, durante entrevista, sua satisfação em relação aos reflexos do trabalho na atuação escolar dos alunos dizendo que a participação nesse trabalho “(...) *ajudou sim, na formação deles, no sentido em que eles se tornaram mais responsáveis, eu creio, por que o trabalho feito exigia um pouco de metodologia deles, organização pessoal, disciplina, e isso eles mostraram na sala de aula*” (Professor III). Dois dos professores que participaram em 2010 também manifestaram, nas respostas aos questionários, aspectos positivos do trabalho nesse sentido: “*Contribuiu para percepção de desenvolvimento de projeto, responsabilidades (...)*” (Professor A) e “(...) *apresenta como diferencial o fato de permitir aos estudantes analisar a própria participação em todas as etapas do projeto e, portanto, compreender de forma, tanto global como sistêmica, a evolução do trabalho.*” (Professor B).

5.3 MULTIDISCIPLINARIDADE E INTERDISCIPLINARIDADE

Os trabalhos para a Semana de Ciência e Tecnologia de 2009, apesar de também envolverem professores de Língua Portuguesa, foram coordenados pelos professores de Física das turmas e o foco, portanto, foram as questões relacionadas aos conteúdos de Física. Mesmo assim, o caráter multidisciplinar e interdisciplinar das questões ambientais veio à tona, tanto no desenvolvimento do trabalho quanto através da fala dos estudantes.

As pesquisas sobre o aumento do nível do mar incluíram as conseqüências desse aumento, o que integrou às questões físicas aspectos geográficos, como a nova estrutura das regiões litorâneas, e biológicos, como a reconfiguração do habitat de diversas espécies. No trabalho sobre as queimadas, as pesquisas envolveram questões relacionadas à Química, como a emissão de gases, à Biologia, no que se refere aos impactos sobre a saúde humana e à Geografia, no tocante às técnicas de produção agrícola. A discussão sobre geração de energia incluiu questões relacionadas aos impactos da construção de hidrelétricas para moradores, animais e vegetais da região, bem como aspectos de geografia como capacidade hidrográfica. Os trabalhos sobre biodiesel envolveram de forma marcante questões químicas entre elas reações químicas e processos de separação de misturas.

Nas entrevistas os alunos se manifestaram sobre as relações de seus trabalhos com os conteúdos disciplinares, além dos conteúdos de Física, da seguinte forma:

- “Na parte de química a gente teve um aproveitamento de quase que 100%, por que a gente utilizou catalisador (...) teve uma certa relação com a biologia, por que teve coisa de formação de célula ...” (Aluno K);
- Também acho que foi um trabalho falando mais sobre uma importância, ou uma pesquisa sociológica, uma coisa que tem a ver com a biologia.” (Aluno B);
- “Ajudou sim, eu entendi mais sobre química, principalmente a reação para fazer sabão (...) ampliou meu interesse na área de química.” (Aluno I).

Para a apresentação de trabalhos na FESTCANA, em 2010, o grupo de professores diretamente envolvido já apontava o aspecto interdisciplinar do projeto, uma vez que contava com profissionais da biologia, da química, da sociologia, além da física. Os temas escolhidos para esse ano também deixavam transparecer, de maneira mais clara, aspectos relacionados a outras disciplinas, por exemplo fotossíntese, conseqüências da chuva ácida, dióxido de carbono e ozônio.

Boa parte dos estudantes, 89% deles, afirmou nos questionários que aprendeu outros conteúdos, além da Física, desenvolvendo as atividades. O maior destaque foi para a química, que foi indicada por 36 dos 75 alunos que responderam à pesquisa. Também receberam indicação a Biologia, a Eletrônica e o meio ambiente, conforme distribuição mostrada no gráfico da Figura 30:

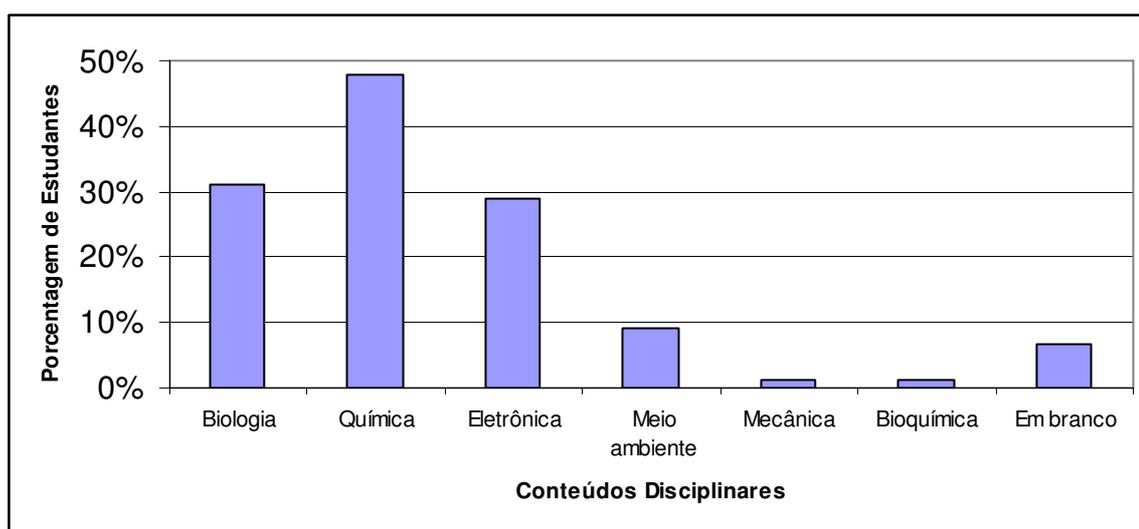


Figura 30 –Outras disciplinas envolvidas, segundo os estudantes, nos projetos de 2010

Todos os professores que responderam ao questionário afirmaram perceber o caráter interdisciplinar do projeto. Duas falas, nas respostas à questão “O projeto apresentou efetivamente características interdisciplinares? Se sim, de que forma?” merecem destaque:

- *“Sim, foram várias questões envolvidas e os temas só poderiam ser tratados de maneira interdisciplinar. Química, Física, Matemática, e questões ambientais foram os pilares para resolver os principais questionamentos acerca dos temas.” (Professor B);*
- *“Sim, uma vez que foi possível estabelecer um diálogo entre os diferentes componentes curriculares. Particularmente à luz da sociologia foi possível analisar conteúdos históricos e geográficos por meio dos quais a análise sociológica se explicita, tendo em vista o debate acerca das questões ecológicas.” (Professor D).*

5.4 MOTIVAÇÃO E INTERESSE

Da maneira como este projeto foi pensado, com base na pesquisa-ação, o desenvolvimento e os resultados dependiam da participação ativa dos envolvidos, em especial dos estudantes. Resultados positivos como os expressos acima só puderam ser alcançados graças ao empenho dos alunos, o que foi notado pelos professores envolvidos e mesmo pelos demais professores e por outros membros da comunidade escolar.

Os professores e coordenador entrevistados, e mesmo aqueles que se manifestaram apenas informalmente, apontaram como destaque do trabalho o envolvimento dos estudantes em todas as etapas. As pesquisas feitas na biblioteca e na Internet foram bastante completas, geralmente até mais detalhadas do que o que havia sido pedido; além de realizar as tarefas em aula os alunos procuraram pelos professores nos corredores, fora dos seus períodos normais de estudos, tanto para pedir auxílio em algum experimento quando para sanar alguma dúvida sobre os temas; a montagem dos experimentos e maquetes contou com capricho e cuidado, com versões cada vez mais aprimoradas, até que fossem atingidos os resultados desejados; os textos produzidos contaram com linguagem adequada e com o cuidado na expressão dos conceitos científicos corretos...

Alguns trechos das entrevistas são bastante ilustrativos em relação à participação dos estudantes:

- *“(...)o envolvimento que eles tiveram e a dedicação deles, a forma como eles correram atrás das atividades, isso foi uma coisa que impressionou... acho que o ponto mais alto daquilo que eu pude perceber da feira, da participação dos alunos, acho que o entusiasmo deles em estar*

participando da feira, e buscar mesmo as explicações do porque está acontecendo, eles estavam realmente envolvidos” (Professor I);

- *“A participação deles foi muito intensa, eles estavam muito aplicados em fazer as atividades, querendo terminar, ver os resultados dos projetinhos deles.” (Professor III);*
- *“(…) na turma que trabalhou com as fontes de energia, teve um grupo que se destacou muito, que desde o começo eles foram atrás de tudo e já começaram a montar tudo certinho,(…) eu percebi um envolvimento bastante grande naquela turma, interesse, ficaram empolgados. Mesmo os outros, também, (…) teve um envolvimento bacana, sim.”(Professor II).*

Respondendo à questão “Como foi a participação, o envolvimento dos estudantes para o desenvolvimento do projeto?”, os professores que participaram em 2010 manifestaram a mesma opinião que se destacou nas entrevistas:

- *“Muito boa, na verdade excelente! Eles se envolveram e perceberam a importância do projeto.” (Professor A);*
- *“A participação existiu desde a elaboração dos temas e propostas de experimentos. Eles traziam a proposta de experimento e minha participação foi somente mostrar a eles quais as dificuldades operacionais e apontar alguns erros conceituais, em alguns momentos. (...) A elaboração das atividades e experimentos foi realizada pelos alunos, inclusive a pesquisa e o material básico, como potes, tesoura, fósforos, entre outros, foram trazidos pelos grupos.” (Professor B);*
- *“Neste caso o envolvimento dos grupos formados foi efetuado em sua grande maioria fora do horário de aulas mostrando a motivação inerente ao desenvolvimento do projeto, melhorando consideravelmente o aprendizado dos alunos.” (Professor C).*

Nem todos os estudantes participaram da mesma forma ou com a mesma intensidade. Este fato é apontado por alguns dos professores envolvidos, por exemplo ao afirmar que *“que houve muito empenho por alguns membros e pouco de outros, que ficaram somente observando e aceitando as decisões tomadas.” (Professor C).* Os próprios estudantes tiveram oportunidade de refletir sobre as participações individuais em discussões em sala de aula, nos questionários e entrevistas e na atribuição de notas¹⁶, o que também contribui com

¹⁶ Apenas para as turmas 1A1-2009, 1A2-2009, 2A-2010 e 2Q-2010.

sua formação para lidar com o mundo do trabalho, onde este tipo de situação se repete com frequência.

5.5 IMPRESSÕES DOS ESTUDANTES E PROFESSORES

Para finalizar a análise dos resultados é interessante verificar a opinião dos envolvidos, estudantes e professores, sobre os trabalhos de uma maneira geral e sobre os resultados. É válido ainda observar de que forma analisam a utilização de projetos com temas ambientais como facilitadores do ensino-aprendizagem dos conceitos científicos, o que é, afinal, a proposta de investigação desta pesquisa.

No questionário aplicado aos estudantes após a Semana de Ciência e Tecnologia, 84% dos alunos que participaram do trabalho afirmaram ter gostado muito de desenvolvê-lo e apresentá-lo e nenhum (0%) deles indicou que não tinha gostado. Em 2010 52% dos envolvidos afirmou ter gostado muito, 44% afirmou ter gostado um pouco e apenas 4% afirmou ter gostado muito pouco ou não ter gostado. Os professores, apesar de apontarem questões a serem melhoradas, fizeram diversas afirmações positivas sobre a forma de desenvolvimento e sobre os resultados atingidos, e neste sentido uma frase mencionada em entrevista serve de ilustração *“Mas de maneira geral foi perfeito”* (Professor I).

Em relação à idéia de utilizar o meio ambiente nos projetos, a opinião de 91% dos estudantes é de que este recurso facilita na compreensão dos conteúdos de Física, Química, Biologia, entre outros. Explicando de que forma os projetos ambientais são facilitadores da aprendizagem os estudantes, nas respostas ao questionário, apontaram aspectos como:

- Relações com o cotidiano: *“Porque é uma coisa que está ligado a nossa vida, portanto aumentando o interesse”, “Porque vemos uma aplicação do conteúdo no nosso dia a dia.”* e *“Sim, pois não adianta estudar certo assunto se ele não ser aplicado na vida.”*;
- Recurso didático diferenciado: *“É uma forma diferente de aprender”, “Ajuda a fixar o conteúdo, pois sai da monotonia da sala de aula.”* e *“Pois fica dinâmico e mais fácil de entender.”*.
- Aplicação prática: *“As vezes ver as teorias na prática ajuda.”*, *“Porque mostra na prática o que está acontecendo no planeta.”* e *“Pois você coloca os conhecimentos em prática.”*.

- Atualidade: *“Sim, ver algo mais atual nessas matérias ajuda sim na compreensão.”*, *“Porque é algo que chama a atenção, algo que interessa para a maioria da sociedade e isto torna o conteúdo mais interessante.”* e *“Porque é um assunto do momento.”*
- Incentivo ao estudo: *“O incentivo à pesquisa sobre o assunto facilita o entendimento do mesmo.”* e *“Pois trabalhos assim incentivam mais a estudar e fazer entender.”*

Os professores compartilham da opinião de que o uso de temas ambientais para discussão de conteúdos específicos contribui com o processo de ensino-aprendizagem. Entre os fatores que permitiram esta contribuição os professores indicaram:

- A capacidade de contextualização: *“O fato de perceberem a aplicação, nas questões práticas do dia a dia no planeta, dos conteúdos específicos estudados em química, física e ciências em forma geral, auxiliou-os no fortalecimento dos conceitos (...)”* (Professor B);
- A função de motivador *“despertou o interesse deles em saber um pouco mais sobre o cuidado com o meio ambiente, tanto é que ainda hoje eles perguntam sobre questões relacionadas ao meio ambiente e com os trabalhos que eles apresentaram”*(Professor I);
- A potencialidade interdisciplinar: *“Particularmente em sociologia, os temas ambientais abrem a possibilidade para uma reflexão ampla, envolvendo diferentes conteúdos, tais como: relações de trabalho, modo de produção e consumo, cultura e natureza.”* (Professor D).

Um professor apontou duas dessas vantagens simultaneamente: *“a motivação dos alunos e a interdisciplinaridade dos projetos propostos fomentaram discussões, fazendo com que as competências e habilidades fossem enaltecidas.”* (Professor C) e outro afirmou que dentre os temas ambientais ainda há muitas questões que podem ser utilizadas para discussão de conceitos e que mesmo os assuntos escolhidos podem ser mais aprofundados: *“Acho que aí tem muita coisa para ser explorada, mesmo dentro desse tema de energia que ele desenvolveram ainda tem bastante coisa para se fazer (...)”* (Professor II).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo da pesquisa era verificar se a inserção do tema meio ambiente como base de projetos escolares poderia contribuir com o ensino-aprendizagem de conceitos científicos e com a formação de cidadãos mais conscientes, principalmente em relação à sua participação nos problemas ambientais. Os dados obtidos com o trabalho indicam que para ambas as questões – conhecimento científico e responsabilidade ambiental - os resultados são bastante positivos.

Em relação aos conhecimentos de Física, as discussões em sala de aula, os textos produzidos pelos estudantes e as respostas aos questionamentos realizados durante o desenvolvimento dos trabalhos mostram que a compreensão dos estudantes foi bastante profunda, inclusive sobre conceitos complexos como empuxo ou interações de ondas eletromagnéticas com a matéria. Ainda que não apresentassem a formalidade dos textos científicos presentes nos livros didáticos, os alunos expressaram as grandezas físicas de maneira apropriada, e o mais importante, “*estabeleceram relações entre o conhecimento físico e a realidade vivenciada no cotidiano, conforme proposto pelos Parâmetros Curriculares Nacionais*” (Brasil, 1999, p. 230 - 234).

Nas outras áreas das ciências naturais, a Química e a Biologia, os resultados também foram expressivos. As reações químicas presentes nos fenômenos ambientais estudados foram compreendidas a ponto dos alunos conseguirem reproduzi-las em laboratório. Diversos aspectos biológicos, tanto ecológicos quanto relacionados à saúde, foram mencionados pelos alunos durante as aulas e apresentações. Foi notório o fato dos estudantes conseguirem conectar informações destas áreas do conhecimento com a Física, o que não ocorre na maioria das vezes em que são adotados procedimentos didáticos mais tradicionais.

Ainda em relação à ciência e seus métodos, pode-se dizer que a participação dos estudantes nos projetos representou um contato dos mesmos com a pesquisa científica; desta forma tiveram oportunidade de vivenciar “*a rigorosidade metódica com que devem se aproximar dos objetos cognoscíveis*” (Freire, 1996, p.26). Esta afirmação se justifica pelo fato dos alunos terem empreendido uma jornada que incluiu seleção de um tema, pesquisa bibliográfica, proposta de atividades práticas, realização de experimentos e implantação de melhorias até o funcionamento esperado e apresentação de resultados à comunidade, as etapas que fazem parte de trabalhos dessa natureza.

Sobre a formação dos discentes enquanto cidadãos, as dicas oferecidas aos visitantes da semana e as observações nos questionários e entrevistas deixaram clara a percepção dos mesmos sobre o papel que cada um desempenha na sociedade em relação ao meio ambiente, seja com a redução do consumo de energia elétrica ou com a geração de energia de formas menos prejudiciais, o que atende de forma bastante satisfatória ao que se espera da educação, segundo as Diretrizes Curriculares do Ensino Médio, quanto à preparação para o desenvolvimento de uma economia sustentável, com a “*adoção de formas menos predatórias de utilização dos recursos naturais*” (Brasil, 1999, p.72). Em muitos momentos também foi expressa literalmente a necessidade de uma conscientização global e a importância da participação deles nesse processo.

Além destes resultados diretamente relacionados aos objetivos da pesquisa, durante o desenvolvimento das várias etapas do trabalho alguns aspectos se destacaram e merecem especial atenção neste capítulo final: para que satisfaça seus propósitos a metodologia escolhida requer alguns cuidados em sua aplicação, pois não pode representar a vontade do pesquisador ou traduzir apenas a sua idéia de transformação, mas deve incluir as opiniões e ações do grupo de participantes; o trabalho em grupo, que decorre da escolha metodológica, oferece diversos tipos de obstáculos a serem transpostos; a realização dos trabalhos na forma de projetos foi um grande motivador da aprendizagem, reforçando a proposta da inclusão dos temas ambientais; por fim, as questões ambientais, essencialmente interdisciplinares, trouxeram à tona a discussão entre multidisciplinaridade e interdisciplinaridade no âmbito escolar. Cada uma destas questões será aprofundada na seqüência.

6.1 REFLEXÕES METODOLÓGICAS

Todas as atividades que fizeram parte desta pesquisa estiveram pautadas na participação coletiva e ativa dos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem – docentes e discentes, buscando uma melhor compreensão do meio ambiente com vistas a uma modificação das relações entre homem e natureza na direção de uma interação sustentável.

A percepção da necessidade de colaboração real dos sujeitos que fizeram parte do trabalho para que uma transformação individual e coletiva fosse possível motivou a escolha da metodologia de pesquisa-ação, ainda que alguns autores advertissem para os riscos de sua aplicação em uma primeira pesquisa: “*Percebe-se que a pesquisa-ação dificilmente poderá ser empreendida por pesquisadores iniciantes (...)*” (Franco, 2005).

A dificuldade básica desta metodologia reside no fato de não existir um roteiro exato para o seu desenvolvimento uma vez que, por sua natureza participativa, a pesquisa é bastante dinâmica e deve se adaptar aos contextos e finalidades da pesquisa. Não obstante, uma verificação de possíveis falhas metodológicas pode ser realizada através de algumas questões reflexivas propostas por Kemmis e Wilkinson (2002, p. 64-65). Abaixo serão apresentadas respostas a algumas destas questões, em relação aos procedimentos adotados neste trabalho:

- a) Todo o trabalho foi construído com base nas etapas de planejamento, ação e observação e reflexão. As versões da atividade foram aplicadas em ciclos subsequentes. As etapas se sobrepuseram como era esperado pela espiral proposta por Lewin;
- b) Os projetos envolveram a participação real dos docentes e discentes desde o planejamento, no acompanhamento e na execução das atividades, até o momento de avaliação do processo e dos resultados obtidos;
- c) Tanto os participantes quanto os demais membros da comunidade escolar que se pronunciaram a respeito das atividades afirmaram verificar um papel social nos trabalhos, no sentido da preparação para as relações pessoais da vida adulta e na obtenção de conhecimento que permitisse a atuação em direção à conscientização geral;
- d) Os estudantes tiveram oportunidade de investigar e construir experimentos práticos a respeito de situações que estão ocorrendo no planeta, para verificação concreta dos fenômenos envolvidos. Essa comprovação direta de prejuízos ao meio ambiente e de suas conseqüências auxiliou na percepção da necessidade de uma mudança comportamental da sociedade.

Estas respostas/explicações indicam que os principais aspectos da pesquisa foram atendidos: participação, colaboração, crítica, emancipação, e que a metodologia foi aplicada de acordo com seus preceitos teóricos. Isso não quer dizer que cada um desses aspectos possa ser mais bem desenvolvido em uma nova pesquisa, principalmente no diz respeito à crítica e à emancipação, que não foram abordados de maneira direta neste trabalho.

6.2 REFLEXÕES SOBRE AS RELAÇÕES INTERPESSOAIS

Como todas as etapas do trabalho significaram a produção coletiva de conhecimento, as atividades foram desenvolvidas em grupo, seja o grupo de professores

envolvido em cada ano letivo sejam os grupos de estudantes de cada turma ou as turmas como um todo. As atividades assim desenvolvidas deixaram em relevo algumas das dificuldades que surgem nesse tipo de trabalho.

Uma dessas dificuldades é a disponibilidade de tempo que o processo coletivo demanda, a qual é uma raridade entre os profissionais da educação. Os professores geralmente possuem diversas atribuições: preparo de aulas e atividades avaliativas, correção de trabalhos e provas, cursos de capacitações e aprimoramento profissional, elaboração de projetos de pesquisa e extensão, etc.; por outro lado, as instituições de ensino destinam pouco tempo às discussões pedagógicas e no caso do IFSP, ficam restritas à reuniões semanais nas quais são priorizadas questões de caráter administrativo. Desta forma as reuniões entre os professores que fizeram parte do trabalho foram escassas e a maioria das discussões foi realizada entre a autora e cada um dos professores individualmente. Ainda que caracterize um processo coletivo de desenvolvimento de trabalhos este procedimento certamente não traz os mesmos resultados que uma discussão promovida com todo o grupo simultaneamente.

Outra dificuldade que se fez presente de maneira mais intensa nas duas versões dos projetos foi o relacionamento entre os estudantes durante o desenvolvimento de cada etapa dos trabalhos. Em todos os momentos de avaliação sobre os procedimentos metodológicos os alunos apontaram como pontos negativos aspectos da interação entre eles, incluindo a questão da composição dos grupos dentro da turma e da colaboração de cada integrante para o efetivo desenvolvimento das atividades.

Estudos que tratam dos problemas de relacionamento entre seres humanos têm se tornando cada vez mais tanto na área de Psicologia, quanto na Sociologia e na Filosofia, o que *“pode refletir uma crescente dificuldade no domínio das relações interpessoais”* (Leite, 1997, p. 235). Sobre a importância destas relações para a educação, apesar de haverem poucos estudos diretamente relacionados com esta área, dois problemas podem ser identificados: a formação através *das* relações interpessoais e a formação *para* as relações interpessoais.

Sobre o primeiro caso, é na interação com os colegas e com o professor que o aluno vai desenvolvendo sua auto-identidade, seu eu. Interações prejudiciais como excessivas manifestações de desprezo ou desagrado por parte dos colegas podem afetar esse desenvolvimento numa etapa essencial da formação, uma vez que *“o adulto já encontrou ‘o seu lugar no mundo’, enquanto o adolescente ainda está à sua procura”* (Leite, 1997, p. 249). Não há receita, mas o professor deve intervir nesse processo visando minimizar a ocorrência destas situações e de forma nenhuma pode contribuir com este fato manifestando-se, ele próprio, contra algum estudante.

Em relação à formação para as relações interpessoais, esta deve incluir o reconhecimento das limitações pessoais, através da autocrítica, abrindo possibilidade para ouvir e compreender as opiniões alheias. Deve incluir também a compreensão sobre a diversidade de comportamentos, característicos de determinados grupos sociais ou mesmo de cada indivíduo, que apresentam diferentes significados. A construção desse conhecimento em sala de aula enfrenta grandes dificuldades, em especial as diferenças comportamentais entre o professor e os alunos, seja pelo nível social ou simplesmente pela idade e formação, que dificulta a discussão dos valores. Como afirma Leite *“Está claro que a preparação para o mundo das relações interpessoais não é uma tarefa simples, e sua execução integral exigiria conhecimento que ainda não está à nossa disposição na Sociologia e na Psicologia”* (1997, p. 255).

6.3 REFLEXÕES SOBRE O SISTEMA DE PROJETOS

Apesar de ser uma proposta pedagógica datada do século XIX, com base nos ensaios de John Dewey, a adoção do sistema de projetos como método educacional continua apresentando diferenciais bastante positivos.

Em geral o maior destaque da metodologia de projetos está em seu aspecto empírico, que justifica a ação do estudante no processo educativo como uma necessidade para a aprendizagem. Nesta concepção, ação e pensamento estão vinculados de forma que *“é preciso agir para pensar, e o próprio pensamento é ação reduzida”* (Lourenço-Filho, 2002, p. 300). Ainda como princípio para o desenvolvimento de projetos a ação e o pensamento têm origem em situações problemáticas reais, associadas às situações vivenciadas anteriormente, e deve possuir como desfecho a resolução da situação problemática.

Ainda que não sejam seus principais condutores, ao sistema de projetos ainda podem ser incluídos os aspectos sociais e culturais do estudante, sem que o método perca suas características. São duas as maneiras pelas quais estes aspectos podem ser encarados:

- a) a partir da verificação de fenômenos naturais por experimentação direta o estudante passa a compreender de maneira mais clara e correta o mundo em que vive e pode, então, tornar-se responsável por seus atos: *“Só levando a pensar com objetividade é que podemos também ensinar o valor moral de cada ato”* (Lourenço-Filho, 2002, p. 302);
- b) as ações do aluno para o desenvolvimento dos projetos não estão restritas às interações com o mundo material, mas estendem-se ao meio social, uma

vez que durante os trabalhos os indivíduos necessariamente estabelecem relações entre si: “*Será preciso aprender a agir em comunidade, a nos sentirmos cada qual membro de um grupo, ou de muitos grupos, com eles cooperando*” (Lourenço-Filho, 2002, p.302).

Tanto os princípios do sistema de projetos – a experimentação, o pensamento conectado à ação e a situação problemática com vistas a uma solução concreta – quanto as duas formas possíveis de abordagem social apresentadas podem ser encontradas nesta pesquisa, auxiliando nos resultados satisfatórios. Por um lado, os estudantes construíram experiências científicas que reproduzem os fenômenos naturais ligados aos problemas ambientais por eles escolhidos; por outro, trabalharam em grupo e apresentaram os resultados ao público, bem como compreenderam os fenômenos tratados, percebendo que suas ações cotidianas contribuem de forma positiva ou negativa para o futuro do planeta.

6.4 REFLEXÕES SOBRE AS POSSIBILIDADES INTERDISCIPLINARES

Questões ambientais são, por princípio, complexas e interdisciplinares, pois envolvem aspectos físicos, químicos, biológicos, sociológicos, históricos, entre outros, que se sobrepõe e interligam num emaranhado de relações.

Discussões sobre quaisquer problemas ambientais não podem se limitar a um recorte muito restrito do tema sem perder o sentido da investigação, resultando numa análise infrutífera e descontextualizada. Para tratar mesmo que de maneira superficial os assuntos ambientais é necessário no mínimo um trabalho multidisciplinar, em que os aspectos relacionados a cada área do saber sejam abordados separadamente. Neste caso cabe ao estudante reunir as informações trabalhadas em cada componente curricular e fazer uma síntese que permita a compreensão generalizada do assunto.

Na maioria dos trabalhos e projetos escolares, ainda que se denominem interdisciplinares, o que prevalece é a multidisciplinaridade. Isto ocorre devido à dificuldade encontrada pelos professores em abordar conceitos que saiam do escopo de sua disciplina específica e ao tempo demandado para abordagens verdadeiramente interdisciplinares, que fogem ao conteúdo programático previsto nos currículos tradicionais. O prejuízo para o estudante é a falta de uma discussão completa sobre o assunto na presença do professor, o que implica no risco de que a síntese elaborada pelo estudante traga relações equivocadas entre os conhecimentos trabalhos de maneira independente.

Uma análise completa sobre as questões ambientais só é possível a partir da interdisciplinaridade, em que os problemas sejam percebidos em seu todo, sem divisões disciplinares. Isto não significa dizer que não serão tratados os aspectos específicos de cada área do conhecimento, mas sim que os tópicos particulares surgirão da análise global, sendo contextualizados por ela. Desta forma não há como estabelecer relações equivocadas, uma vez que as análises específicas surgem a partir dos aspectos gerais e interconectados.

Pode-se dizer que o trabalho do ano letivo de 2010, que buscou explorar diretamente conteúdos de diferentes ciências, está no meio do caminho entre a multidisciplinaridade e a interdisciplinaridade, uma vez que cada professor participante enfocou aspectos restritos à sua área, mas a autora introduziu o assunto de maneira global, estabelecendo as relações entre as diferentes abordagens.

Seria interessante, desta forma, uma exploração mais detalhada das possibilidades interdisciplinares dos temas ambientais para o ensino de ciências, com a organização e o desenvolvimento de projetos verdadeiramente interdisciplinares, transpondo os obstáculos que este empreendimento apresenta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMBIENTE BRASIL. Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br>. Acesso em: 10/12/2010.
- ANDRADE, J. B. de; SARNO, P. Química Ambiental em Ação: uma nova abordagem para tópicos de química relacionados com o ambiente. **Química Nova**, 13(3), 1990.
- BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- BARTHEM, R. **A Luz**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2005.
- BENDSCHADLER, R. A.; BENTLEY, C. R. Fantasmas do Degelo. **Scientific American Brasil**, ano 1, n 8, p. 30-37, jan. 2003.
- BRASIL, Ministério da Educação, **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999.
- BUCUSSI, A. A., **Projetos curriculares interdisciplinares e a temática da energia**. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: UFRGS, 2005.
- CASTRO, R.S.; SPAZZIANI, M. de L.; SANTOS, E.P.dos, Universidade, Meio Ambiente e Parâmetros Curriculares Nacionais. In: LOUREIRO, C.F.B.; LAYRARGUES, P.P.; CASTRO, R.S.de (orgs), **Sociedade e Meio Ambiente: a educação ambiental em debate**. 5.ed. São Paulo: Cortez, 2008.
- CHIQUITO, A.J.; SILVA, R.da; VIEIRA, K.B. Uma Mini-Estação Meteorológica. **Física na Escola**, v. 6, n. 2, 2005.
- DAMASIO, F.; CALLONI, G., Plasma: dos antigos gregos à televisão que você quer ver. **Física na Escola**, v.9, n. 1, p. 15-19, 2008.
- FELTRE, R. **Curso Básico de Química: vol.2 físico-química**. São Paulo: Moderna, 1985.
- FERREIRA, A. B. H., **Novo Dicionário Aurélio: da língua portuguesa**. 2.ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.
- FRANCO, M.A.S. Pedagogia da Pesquisa-Ação. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n.3, set./dez. 2005.
- FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- GRAF. **Física 3: Eletromagnetismo**. 5.ed. 1.reimp. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002.
- GREGORY, J., Sea Level Rease. **Planet Earth**, Swindon, Spring, 2008.
- KANDEL, R. **O reaquecimento climático**. São Paulo: Edições Loyola, 2007.

KEMMIS, S.; WILKINSON, M. A pesquisa-ação participativa e o estudo da prática. In: DINIZ-PEREIRA, J. E.; ZEICHNER, K.M., **A pesquisa na formação e no trabalho docente**. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

KELLER, F.J.; GETTYS, W.E.; SKOVE, M. J. **Física**: volume 1. São Paulo: Makron Books, 1997.

KUNZIG, R. Um guarda-sol para Refrescar a Terra. **Scientific American Brasil**, ano 7, n. 79, dez. 2008.

IFSP. Disponível em: <http://www.ifsp.edu.br>. Acesso em: 05 abr 2010.

JESUS, E. F. R. de. A importância do estudo das chuvas ácidas no contexto da abordagem climatológica. **Sitientibus**, Feira de Santana, n.14, p. 143-153, 1996.

LEI 6.938, de 31 de agosto de 1981.

LEITE, D. M. Educação e relações interpessoais. In: PATTO, M. H. S. **Introdução à Psicologia Escolar**, 3.ed. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1997.

LIMA, P.C.R. **O Biodiesel e a Inclusão Social**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2004.

LOUREIRO, C. F. B. Teoria Social e Questão Ambiental. In: LOUREIRO, C.F.B.; LAYRARGUES, P.P.; CASTRO, R.S.de (orgs), **Sociedade e Meio Ambiente**: a educação ambiental em debate. 5.ed. São Paulo: Cortez, 2008.

_____. Educação Ambiental e Teorias Críticas. In: GUIMARÃES, M. (org.), **Caminhos da Educação Ambiental**: da forma à ação. 3.ed. Campinas, SP: Papirus, 2006.

LOURENÇO FILHO, M. B. **Introdução ao Estudo da Escola Nova**. 14. ed. Rio de Janeiro: Eduerj, 2002.

MAGALHÃES, D.; BRUNS, R.E.; VASCONCELLOS, P. de C., Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos como traçadores da queima de cana-de-açúcar: uma abordagem estatística. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 3, mai./jun. 2007.

MAZIERO, J.V.G. et. al. Avaliação se Emissões Poluentes se um Motor Diesel Utilizando Biodiesel de Girassol como Combustível. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 14, n. 4, p. 287-292, out./dez. 2006.

MIMS, C. O plano da energia solar acessível. **Scientific American Brasil**, ano 8, n. 92, p. 32-33, jan. 2010.

NOVAIS, V. L. D. de. **Ozônio**: aliado e inimigo. São Paulo: Scipione, 1998.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica**: vol. 3. São Paulo: Blücher, 1997.

OKUNO, E.; VILELA, M.A.C., **Radiação Ultravioleta**: características e efeitos. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2005.

Prefeitura Municipal de Sertãozinho. Disponível em: <http://www.sertaozinho.sp.gov.br>. Acesso em: 19 abr 2010.

RABELO, I.D.; HATAKEYAMA, K.; CRUZ, C. M. G. S., Estudo de Desempenho de Combustíveis Convencionais Associados a Biodiesel Obtido pela Transesterificação de Óleo Usado em Fritura. **Educação & Tecnologia**, 2001.

RIBEIRO, H. Queimadas de cana-de-açúcar no Brasil: efeitos à saúde respiratória. **Saúde Pública**, São Paulo , vol. 42, n. .2, apr. 2008.

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. **Introdução à química ambiental**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

SANTOS, T. S.dos, Do artesanato intelectual ao contexto virtual: ferramentas metodológicas para a pesquisa social. **Sociologias**, Porto Alegre, n. 22, jul./dec. 2009.

SEVERINO, A. J., **Metodologia do Trabalho Científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SILVA, R. da et. al., Células Solares “Caseiras”. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 379-384, 2004.

TOLENTINO, M; ROCHA-FILHO, R. C.; SILVA, R. R. da. **A atmosfera terrestre**. 2.ed. São Paulo: Moderna, 2004.

VILLELA, R. J. A Lenta Transfiguração Polar. **Scientific American Brasil**, ano 1, n. 8, p. 38-45, jan. 2003.

ZAGONEL, E.F. et. al. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. **Química Nova**, São Paulo, vol. 23, n.4, jul./ago. 2000.

APÊNDICE A
PERFIL DOS ESTUDANTES

QUESTIONÁRIO APLICADO

Turma: _____	Ano: _____
--------------	------------

1) Possui computador em casa?
 Sim
 Não. Acessa computador em outro local? Sim. Onde? _____
 Não. (Pular questões 2, 3 e 4)

2) Possui acesso a Internet banda larga em casa?
 Sim
 Não. Acessa Internet banda larga em outro local? Sim. Onde? _____
 Não. (Pular questão 4)

3) Que atividades mais desenvolve no computador? Numere em ordem crescente do tempo de uso (1 o que mais usa, 2 o segundo, e assim por diante). Deixe em branco as atividades que não desenvolve.

Trabalhos escolares (pesquisas, relatórios...)
 Jogos
 Sites de relacionamento (orkut...)
 Bate-papo (Chat, MSN...)
 Baixar filmes e músicas
 Navegar na Internet (notícias, youtube...)
 Outros. Especifique _____

4) Lembra, de memória, o nome de algum site de pesquisa na Internet? Qual? _____

5) Que tipo de atividade, além do computador (caso use), faz em seu tempo livre? Numere na ordem de preferência e deixe em branco as atividades que não pratica.

Assistir filmes. Tipo(s) preferido(s) _____
 Ouvir música. Tipo(s) preferido(s) _____
 Praticar esportes. Qual(is)? _____
 Ler livro. Tipo(s) preferido(s) _____
 Assistir televisão. Que programa(s) _____
 Passear. Onde? _____
 Outros. _____

6) Em que tipo de escola foi o seu Ensino Fundamental?
 Totalmente em escola particular.
 Totalmente em escola da rede pública municipal
 Totalmente em escola da rede pública estadual
 Em escolas da rede pública municipal e estadual
 Em escolas públicas e particulares.

7) Fez algum curso complementar (inglês, informática, natação...) antes de entrar no ensino médio?
 Não
 Sim. Qual (is)? _____

8) Faz algum curso juntamente com o ensino médio integrado ao técnico?
 Não
 Sim. Qual(is)? _____

9) Pretende cursar o ensino superior (faculdade)?
 Não
 Sim. Em qual área? _____

DADOS OBTIDOS

Total de alunos pesquisados:	113
------------------------------	-----

	Sim		Não	
Possui computador na residência ?	106	94%	7	6%
Tem acesso banda larga na residência ?	85	75%	28	25%
Para os que não possuem computador ou banda larga na residência:				
Acessa computador em outro local ?	7	100%	0	0%
Acesso banda larga em outro local ?	22	79%	6	21%

Locais de acesso ao computador fora da residência:

Escola (4), Escola ou Lan-House (1), Amigo ou Senai (1), Parentes (1)

Locais de acesso à banda larga fora da residência:

Escola (6), Parentes (6), Lan-House (3), Escola ou Lan-House (2), Amigos (3), Casa de amigo/Senai (1).

Um aluno afirmou utilizar, em sua residência, acesso discado à Internet.

Atividades desenvolvidas no computador, numeradas conforme o tempo de uso (* foi utilizado o valor 0 para itens não assinalados e valor 8 quando o aluno assinalou X)

Trabalhos escolares			Bate-papo			Jogos			Relacionamento		
*0	3	3%	*0	10	9%	*0	36	32%	*0	16	14%
1	36	32%	1	35	31%	1	11	10%	1	16	14%
2	17	15%	2	33	29%	2	9	8%	2	27	24%
3	24	21%	3	17	15%	3	6	5%	3	25	22%
4	15	13%	4	8	7%	4	11	10%	4	15	13%
5	9	8%	5	4	4%	5	17	15%	5	6	5%
6	7	6%	6	5	4%	6	22	19%	6	6	5%
7	1	1%	*8	1	1%	7	1	1%	7	1	1%
*8	1	1%							*8	1	1%

Navegar			Download			Outros		
*0	9	8%	*0	19	17%			
1	7	6%	1	9	8%	1	7	6%
2	19	17%	2	9	8%	2	2	2%
3	19	17%	3	15	13%	3	2	2%
4	26	23%	4	23	20%	5	2	2%
5	27	24%	5	17	15%	6	1	1%
6	5	4%	6	20	18%	7	4	4%
*8	1	1%	*8	1	1%	*8	1	1%

Atividades anotadas na opção outros:

Vídeos (1), portfólio on-line (1), photoshop (2), partituras e/ou cifras (3), ouvir música (1), livros on-line (2), estudos avançados (1), línguas/ telecurso/ roupas/ livros/ DVD (1), animes e manga (1), blog (1), artigos científicos (1), animes e cifras (1), lojas on-line e letras de música (1), ouvir música e assistir filme (1).

Um aluno, apesar de assinalar o item com peso 7, deixou o espaço para anotação em branco.

Site de pesquisa citados pelos estudantes:

Em branco	5	Google + Cade + Gigabusca	1
Brasilecola	2	Google + Cade + Vagalume	1
Bunglee	1	Google + Cade + Wikipedia + Yahoo	1
Cade	1	Google + GoogleAcademico + Wikipedia	1
Flickr	1	Google + Hotmail + Orkut	1
Google	71	Google + MSN Notícias + Vagalume	1
GoogleAcademico	1	Google + Sciello	1
USP	2	Google + Sciello + Yahoo	1
Wikipedia	7	Google + Scribd + Yshared	1
Bing, Google	1	Google + Terra + Uol	1
Youtube	1	Google + Wikipedia	3
Google + Ask + Yahoo	2	Sciello + GoogleAcademico	1
Google + Brasilecola	1	Sciello + Wikipedia	1
Google + Cade	2		

Atividades desenvolvidas no tempo livre, numeradas conforme o tempo de uso (* foi utilizado o valor 0 para itens não assinalados e valor 8 quando o aluno assinalou X)

Filmes		
*0	8	7%
1	18	16%
2	21	19%
3	29	26%
4	13	12%
5	12	11%
6	5	4%
*8	7	6%

Música		
*0	7	6%
1	29	26%
2	28	25%
3	22	19%
4	14	12%
5	3	3%
6	1	1%
*8	8	7%
9	1	1%

Esporte		
*0	37	33%
1	17	15%
2	13	12%
3	7	6%
4	7	6%
5	13	12%
6	12	11%
*8	7	6%

Livro		
*0	33	29%
1	5	4%
2	12	11%
3	14	12%
4	18	16%
5	9	8%
6	13	12%
7	5	4%
*8	4	4%

Passear		
*0	33	29%
1	9	8%
2	6	5%
3	7	6%
4	28	25%

TV		
*0	16	14%
1	21	19%
2	21	19%
3	23	20%
4	8	7%

Outros		
1	10	9%
2	2	2%
3	1	1%
4	2	2%
5	3	3%

Quer fazer faculdade? (Sim)		110 97%	
Cursos conforme anotação dos estudantes		Indicações agrupados por curso	
Em branco/ Não sei/ Todas	10	Agronomia	2
Agronomia	1	Alimentos	1
Agronomia ou biologia	1	Artes	3
Alimentos	1	Automação	2
Artes audiovisuais	1	Aviação Civil	1
Artes cênicas	1	Biologia	6
Artes ou química	1	Bioquímica	1
Automação	2	Ciência da Computação	5
Automação industrial ou eng. mecatrônica	1	Direito	1
Aviação civil	1	Economia	1
Biologia	2	Educação Física	2
Biologia ou química	2	Exatas	6
Biologia ou engenharia química	1	Engenharia Agrônoma	1
Bioquímica ou farmácia	1	Eng. Química/ de Alimentos	6
Ciência da computação ou eng. elétrica	1	Engenharia Mecatrônica/ Elétrica/ Mecânica/ Computação	24
Ciência da computação	2	Farmácia	6
Ciência ou engenharia da computação	2	Filosofia	1
Direito, fotografia, jornal. ou psicologia	1	Fotografia	1
Economia ou química	1	Gastronomia	1
Educação física	2	Geologia	1
Elétrica ou eletrônica	1	História	1
Engenharia	12	Humanas	1
Engenharia agrônoma	1	Informática	1
Engenharia da computação	2	Jornalismo	1
Engenharia elétrica	2	Matemática	2
Engenharia mecânica	3	Medicina	7
Engenharia química	4	Moda	1
Exatas	6	Música	1
Farmácia	2	Psicologia	5
Farmácia ou química	3	Publicidade	1
Filosofia, música ou química	1	Química	35
Gatronomia ou química	1		
Geologia ou química	1		
História	1		
Humanas ou química	1		
Informática	1		
Matemática ou química	2		
Medicina	4		
Medicina ou química	2		
Medicina, música ou psicologia	1		
Moda	2		
Psicologia ou eng. química/de alimentos	1		
Psicologia ou química	2		
Publicidade	1		
Química	18		

APÊNDICE B
LEVANTAMENTO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS E INTERESSES

QUESTIONÁRIO APLICADO

Nome: _____ Curso: _____ Turma: _____
1) Você já ouviu falar sobre algum problema ambiental no planeta ou em sua cidade? () Sim () Não
2) Onde ouviu sobre problemas ambientais? (podem ser assinalados vários itens)
() TV – Qual programa? _____
() Filme - Qual? _____
() Revista - Qual? _____
() Jornal - Qual? _____
() Música – Qual? De quem? _____
() Familiares - Quem? _____
() Amigos – De onde? _____
() Livro - Qual? _____
() Outros – Especifique: _____
3) Cite problemas globais sobre o meio-ambiente que você conheça.

4) Cite problemas ambientais da sua região, que você tenha conhecimento.

5) Você estudou, no ensino fundamental, algum assunto sobre o meio ambiente? Qual?

6) Você acha que existe relação entre a Física e o meio-ambiente? Que relação?

7) Que temas ambientais mais despertam o seu interesse?

8) De que forma um conhecimento maior sobre questões ambientais da sua região poderia melhorar a sua participação na sociedade?

DADOS OBTIDOS

Total de estudantes pesquisados	102
---------------------------------	-----

Já ouviu ou viu sobre problemas ambientais?		
Sim	96	94%
Não ou em branco*	6	1%
*Mesmo os alunos que preencheram "não" como resposta ou deixaram em branco responderam à próxima questão, o que mostra que todos já ouviram ou viram algo sobre problemas ambientais em suas vidas.		

Quais problemas ambientais já ouviu falar?		
TV	101	99%
Filme	68	67%
Revista	65	64%
Jornal	51	50%
Música	16	16%
Familiares	39	38%
Amigos	41	40%
Livros	4	4%
Internet	10	10%
Escola (trabalhos, professores...)	7	7%
Outros (Anúncio e programas de ONGs)	2	2%

Programas de televisão mencionados:		
Jornal Nacional	40	39%
Globo Reporter	17	17%
Fantástico	21	21%
Terra da Gente	2	2%
Discovery	12	12%
Jornal da Globo	6	6%
Globo ecologia	7	7%
Telejornais	23	23%
Jornal Hoje	7	7%
Jornal EPTV	12	12%
National Geographic	3	3%
Outros	12	12%
Outros: Jornal da Record (1), Jornal do SBT (1), History Channel (1), Mix TV (1), Lateshow (1), Jornal da Band (1), CQC (1), Rede TV Notícias (1), Globo ciência (1), Cultura (1), Bom dia Brasil (1) e Domingo Espetacular (1).		

Filmes mencionados:		
Dia depois de amanhã	51	50%
Uma verdade inconveniente	14	14%
Documentários	4	4%
Outros	8	8%
Outros: Tayná 2 (1), O fim do mundo (1), Tempestade - a natureza em fúria (1), Xuxa (1), Mamãe virei um peixe (1), Os sem floresta (1), EPTV na escola (1), O dia em que a Terra parou (1).		

Revistas mencionadas:		
Veja	43	42%
Época	9	9%
Superinteressante	22	22%
Terra da gente	3	3%
Escola	2	2%
Capricho	2	2%
Recreio	2	2%
Mundo estranho	4	4%
Science	2	2%
Isto é	2	2%
Outros: Galileu (1), National Geographic (1) e Revide (1).		

Jornais mencionados:		
Agora	2	2%
Folha de São Paulo	26	25%
O Estado de São Paulo	14	14%
O Globo	3	3%
A Cidade	6	6%
Momento	1	1%

Músicas mencionadas:		
U2 - The Saints are Coming, Green Day	3	3%
Rio Negro e Solimões ou Chitãozinho e Chroró - Planeta Azul	3	3%
Sandi e Júnior ou Guilherme Arantes - Terra, Planeta Água	4	4%
Madonna - Hey You	2	2%
Planta no Aquário - Legião Urbana	1	1%
Outros: Beautiful Lie (1), What Have You Done (1), Planta no aquário - Legião Urbana (1).		

Livros mencionados:		
Didáticos	3	3%
Coleção meio ambiente	1	1%

Problemas ambientais globais:														
	1A1-2009		1Q1-2009		1A2-2009		1Q2-2009		2Q-2009		2A-2009		Total	
Aquecimento global	17	85%	3	100%	16	67%	4	67%	15	63%	21	84%	76	75%
Efeito Estufa	5	25%	1	33%	1	4%	0	0%	2	8%	8	32%	17	17%
Desmatamento	13	65%	3	100%	15	63%	4	67%	12	50%	15	60%	62	61%
Queimadas	7	35%	1	33%	7	29%	2	33%	12	50%	3	12%	32	31%
Água potável	5	25%	0	0%	1	4%	0	0%	1	4%	0	0%	7	7%
Poluição da água	8	40%	1	33%	11	46%	3	50%	11	46%	10	40%	44	43%
Poluição do ar	9	45%	1	33%	8	33%	2	33%	11	46%	11	44%	42	41%
Poluição do solo	7	35%	0	0%	4	17%	3	50%	10	42%	7	28%	31	30%
Derret. de geleiras	5	25%	0	0%	0	0%	0	0%	6	25%	3	12%	14	14%
Aumento nível mar	2	10%	0	0%	0	0%	0	0%	1	4%	2	8%	5	5%
Lixo	3	15%	0	0%	1	4%	0	0%	1	4%	1	4%	6	6%
Extinção de animais	1	5%	1	33%	1	4%	0	0%	5	21%	1	4%	9	9%
Chuva ácida	0	0%	0	0%	1	4%	0	0%	0	0%	4	16%	5	5%
Fen. atm e naturais	1	5%	0	0%	2	8%	0	0%	6	25%	2	8%	11	11%
Mudan. climáticas	1	5%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	4%	2	2%
Camada de ozônio	4	20%	1	33%	1	4%	1	17%	3	13%	7	28%	17	17%
Outros	0	0%	0	0%	2	8%	1	17%	5	21%	1	4%	9	9%

Outros: assoreamento (1), poluição sonora (1), erosão (4), morte das algas marinhas (1), radiação (1), desperdício de energia (1).

Problemas ambientais da região:														
	1A1-2009		1Q1-2009		1A2-2009		1Q2-2009		2Q-2009		2A-2009		Total	
Aquec. global	2	10%	1	33%	2	8%	0	0%	0	0%	1	4%	6	6%
Efeito Estufa	0	0%	1	33%	1	4%	0	0%	0	0%	1	4%	3	3%
Desmatamento	4	20%	0	0%	2	8%	1	17%	4	17%	5	20%	16	16%
Queimadas (cana)	12	60%	2	67%	10	42%	3	50%	22	92%	6	24%	55	54%
Água potável	1	5%	0	0%	0	0%	0	0%	1	4%	1	4%	3	3%
Poluição da água	7	35%	1	33%	7	29%	0	0%	7	29%	9	36%	31	30%
Poluição do ar	4	20%	0	0%	11	46%	1	17%	8	33%	8	32%	32	31%
Poluição do solo	1	5%	0	0%	1	4%	0	0%	4	17%	5	20%	11	11%
Lixo	2	10%	3	100%	3	13%	2	33%	2	8%	2	8%	14	14%
Enchentes/ seca	3	15%	0	0%	2	8%	2	33%	3	13%	0	0%	10	10%
Mudan. climáticas	2	10%	0	0%	0	0%	0	0%	1	4%	0	0%	3	3%
Outros	0	0%	0	0%	0	0%	1	17%	3	13%	2	8%	6	6%

Outros: desmoronamento (1), erosão (3), desertificação do solo (1), inversão térmica (1), extinção de animais (1).

Estudou problemas ambientais no ensino fundamental? (Sim)													80	78%
	1A1-2009		1Q1-2009		1A2-2009		1Q2-2009		2Q-2009		2A-2009		Total	
Aquecimento global	8	40%	1	33%	13	54%	0	0%	5	21%	8	32%	35	34%
Efeito Estufa	4	20%	1	33%	1	4%	0	0%	5	21%	1	4%	12	12%
Desmatamento	3	15%	1	33%	5	21%	1	17%	6	25%	1	4%	17	17%
Queimadas	1	5%	0	0%	0	0%	0	0%	2	8%	0	0%	3	3%
Água potável	6	30%	0	0%	4	17%	1	17%	3	13%	1	4%	15	15%
Poluição da água	6	30%	0	0%	2	8%	1	17%	9	38%	4	16%	22	22%
Poluição do ar	5	25%	0	0%	4	17%	1	17%	4	17%	2	8%	16	16%
Poluição do sólo	3	15%	0	0%	1	4%	1	17%	5	21%	2	8%	12	12%
Derret. de geleiras	1	5%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	1%
Aumento nível mar	1	5%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	1%
Lixo	3	15%	0	0%	1	4%	0	0%	3	13%	2	8%	9	9%
Extinção de animais	1	5%	1	33%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	2	2%
Chuva ácida	0	0%	0	0%	1	4%	0	0%	0	0%	3	12%	4	4%
Fenôm.atmosféricos	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	2	8%	0	0%	2	2%
Mudan. climáticas	0	0%	1	33%	0	0%	1	17%	0	0%	0	0%	2	2%
Camada de ozônio	2	10%	0	0%	0	0%	1	17%	2	8%	2	8%	7	7%
Outros	1	5%	0	0%	7	29%	1	17%	2	8%	3	12%	14	14%
Outros: dia da árvore (1), transformações no meio ambiente (1), fauna e flora (1), como reduzir problemas ambientais (1), ecossistemas (1), vários (3), erosão (2), poluição sonora e visual (1), agenda 21 (1), desenvolvimento sustentável (1), inversão térmica (1).														

Relação entre Física e Meio Ambiente:	Sim	71	70%
	Não	21	21%
	Não sei	5	5%
	Em branco	5	5%

Qual relação?

Uma relação pode ser: com o aquecimento global, as geleiras estão derretendo, fazendo com que o nível do mar aumente. Também as chuvas são maiores, causando desastres naturais.

A física estuda os efeitos da natureza. E um exemplo de relação: com o aquecimento global as geleiras estão derretendo, fazendo com que o nível do mar aumente, causando desastres naturais.

Por exemplo: com o aquecimento global as geleiras estão derretendo fazendo com que o nível do mar, as chuvas são maiores causando desastres naturais.

Entre as forças de natureza (Cada ação tem sua reação).

A física faz experimentos, estudos da natureza, etc, para diminuir os problemas do meio-ambiente.

Entre as forças da natureza.

Acho que tempestade tem relação.

A física tem relação com o meio ambiente pela natureza, a chuva e o aquecimento.

Acho que a temperatura tem haver com a física.

A relação entre Física e o meio-ambiente está nas forças da natureza, descargas elétricas, temperatura, etc.

Tudo que acontece na natureza tem relação com a física, como a chuva, o aquecimento.
A física estuda várias coisas que tem relação.
A física estuda também a natureza.
Em tentar através da física reprimir os gases poluentes, saber como evitar que destrua a camada de ozônio.
A diferença de massas, velocidades, ela estuda tudo à nossa volta.
Existe.
Pois as transformações físicas afetam o meio ambiente, tanto beneficemente quanto maleficamente.
Por exemplo, em quanto tempo uma área será desmatada.
A física pode estruturar um equipamento para carros não soltarem o CO2
Na termodinâmica que estuda o movimento das ondas.
São algumas áreas do meio-ambiente que a física estuda, podendo então ajudá-los a resolvê-los.
A natureza.
Porque a física ajuda a entender os fenômenos da natureza.
Em praticamente todos. Ex.: de uma folha que cai de uma árvore.
Porque a física ajuda a explicar os fenômenos que acontecem em nosso meio.
A física mostra como o meio ambiente reage a certos maus tratos.
Pois a física estuda vários fenômenos naturais que fazem parte do meio ambiente.
Pois vários aspectos da física ajudam os problemas do meio-ambiente.
Os fenômenos que ocorrem.
Vários estudos físicos estão relacionados com o meio ambiente como: termodinâmica, óptica, movimento, astronomia...
A física poderia resolver o destino dessas coisas que poluem o meio ambiente.
A física pode ajudar a resolver os problemas do meio ambiente.
O movimento da Terra, etc.
Por exemplo a energia dos ventos, etc.
A física ajudaria a obter novas formas de energia e aproveitar melhor as já existentes.
Não sei explicar qual relação.
Na ação da temperatura que em variado com o tempo.
A ação de mudança de temperatura no planeta e as previsões de como será os próximos anos.
Ação da mudança de temperatura do planeta.
São várias por exemplo a queda da água com geradores para obter a energia elétrica.
Para analisar temperatura, gravidade.
Sim, pois no meio ambiente sempre está ocorrendo gasto e produção de energia, presença da gravidade, repouso e deslocamentos, que são alguns assuntos da física.
Na construção de uma usina hidrelétrica.
Sim, a relação de energia que vem de usinas hidrelétricas.
Da energia que a fonte dela vem das hidrelétricas.
A obtenção de energia que tem tudo a ver com física, afeta o meio-ambiente ex: construção de uma hidrelétrica que gera desmatamento, desvio de rios
Eu acho que sim, mas não tenho uma idéia clara de qual seria a relação.
A energia elétrica, porque uma maçã cai, as marés, velocidade dos ventos.
Sim, pois a energia elétrica vem de hidrelétricas, que represam água para obtenção da mesma, e isso pode acarretar alagamento área fértil e fuga animais para outro lugar.
Da tecnologia com o meio ambiente.
Pois uma hidrelétrica usa a água para gerar energia.
Ela estuda um meio de como podemos aproveitar o nosso planeta sem desperdiçá-lo.
Pois sabemos como as coisas acontecem.

Existem coisas que o homem projeta através da física que podem ajudar ou prejudicar o meio ambiente.
Em relação a proporções (como notação científica).
Pois tudo quase que os homens fazem pela física tem uma certa importância quanto o ambiente.
A criação de materiais elétricos que gastem menos energia ajudando o meio-ambiente.
Pois partes da física que envolve problemas ambientais
A física surgiu como o estudo da natureza, portanto está diretamente ligada ao meio ambiente.
Eu acho que a física é a chave para resolução dos problemas ambientais.
A relação está nos processos físicos que os homens usam em diversos trabalhos, que modificam o funcionamento natural do planeta, o que provoca problemas ambientais.
Por que a física estuda os movimentos, gravidade (aceleração). Os exercícios de física, muitos consideram a resistência do ar, levam a gravidade em conta, etc.
O calor entra na física.
Pois pode se relacionar a física ao meio ambiente por meio de alguns acontecimentos
Acho que não existe relação entre a física e o meio ambiente por ser parte da biologia falar do meio ambiente.
Pois a física pode entender também os problemas ambientais.
Pois a física pode entender melhor os problemas ambientais.
Pois a física pode entender melhor os fatores que geram os problemas ambientais.
O calor faz parte da física e também derretimento das geleiras.

Problemas ambientais de seu interesse:														
	1A1-2009		1Q1-2009		1A2-2009		1Q2-2009		2Q-2009		2A-2009		Total	
Aquecim. global	13	65%	1	33%	5	21%	3	50%	8	33%	12	48%	42	41%
Efeito Estufa	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	4%	1	4%	2	2%
Desmatamento	9	45%	2	67%	7	29%	1	17%	7	29%	6	24%	32	31%
Queimadas	2	10%	1	33%	2	8%	0	0%	2	8%	0	0%	7	7%
Água potável	3	15%	0	0%	0	0%	0	0%	3	13%	1	4%	7	7%
Poluição da água	3	15%	2	67%	4	17%	0	0%	7	29%	0	0%	16	16%
Poluição do ar	2	10%	1	33%	4	17%	0	0%	8	33%	2	8%	17	17%
Poluição do sólo	1	5%	0	0%	0	0%	0	0%	6	25%	0	0%	7	7%
Derret. de geleiras	3	15%	0	0%	3	13%	0	0%	0	0%	0	0%	6	6%
Aumento nível mar	1	5%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	1%
Lixo	2	10%	0	0%	1	4%	0	0%	2	8%	1	4%	6	6%
Extinção animais	1	5%	0	0%	1	4%	1	17%	2	8%	3	12%	8	8%
Chuva ácida	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	4%	1	1%
Fen. atm e naturais	1	5%	0	0%	0	0%	0	0%	3	13%	1	4%	5	5%
Mudan. climáticas	0	0%	1	33%	1	4%	0	0%	0	0%	0	0%	2	2%
Camada de ozônio	0	0%	0	0%	1	4%	1	17%	1	4%	0	0%	3	3%
Outros	0	0%	1	33%	6	25%	1	17%	7	29%	1	4%	16	16%
Outros: conscientização (1), preservação (3), fauna e flora (2), todos (1), pedras preciosas e dinossauros (1), ecologia (1), bombas e descarte nuclear (1), ecossistemas (1), flora (1), plantação de árvores (2), resíduos hospitalares (1), ecossistemas e efeitos da radiação (1).														

Formas de participação social:
Com o meu conhecimento sobre questões ambientais eu poderia tomar mais iniciativas de soluções e conscientizar as pessoas menos informadas para a melhora de nossa cidade.
Com mais conhecimento sobre as questões ambientais, eu poderia ter iniciativa de soluções e conscientizar a população para melhorar a cidade.
Com conhecimento maior eu poderia tomar iniciativas para conscientizar a população desinformada, melhorando pelo menos um pouco a vida de todos.
Ajudando a evitar danos ambientais no futuro, e sendo um cidadão de bem com a natureza, assim será melhor visto e reconhecido pela sociedade, e mantendo um bom conhecimento.
Em locais onde o assunto é meio-ambiente, debates da escola, etc.
Com um maior conhecimento sobre os problemas ambientais eu poderia ajudar a resolver ou dar opiniões.
Talvez se a sociedade se interessasse pelo meio ambiente, a participação na sociedade melhoraria se este conhecimento fosse aplicado de forma dinâmica chamando a atenção de todos.
Com consciência e preservação do meio ambiente.
Com conhecimento maior sobre questões ambientais ajudariam a preservar o meio ambiente e talvez conservar a nossa reigão.
Com consciência e preservação do meio ambiente.
Tendo esse conhecimento ajudar a não fazer algo que venha a prejudicar o meio-ambiente.
Com um conhecimento maior sobre questões ambientais pode-se prevenir e talvez consertar os problemas ambientais.
Ter mais incentivo para nós entendermos mais sobre meio ambiente.
Ter conhecimento da preservação ambiental, e fazer as pessoas enxergarem e ver o que está acontecendo no mundo, para cada um fazer a sua parte.
Mostrando mais variado e de outras maneiras, como prevenir todos os problemas ambientais que existem atualmente, o que causa determinado problema, se é um problema que se cada um colaborar ele terá chance ou se é um problema que depende da iniciativa de governos.
Arrumando maneiras e/ou até mesmo tendo um maior conhecimento para poder discutir melhor e encontrar soluções.
Por estar sabendo com o que se preocupar pode se saber como ajudar.
Ter o conhecimento e a noção dos riscos que oferece o aquecimento global e tentar evitá-lo ou diminuí-lo.
Quando eu ir em palestras sobre meio ambiente, por que aí eu poderei mostrar conhecimento e dar argumentos para as pessoas que lá estiverem.
Eu ficaria mais ciente dos efeitos e preservaria para que os meus filhos e netos não sofressem consequências dos outros.
Iria conscientizar a população para tentar poluir menos.
Me ajudando a não cometer atos que piorem a situação da minha região.
Ajuda a entender melhor os problemas ambientais para resolvê-los.
Tendo mais conhecimento sobre as questões ambientais eu poderia contribuir mais para diminuir danos ao meio ambiente.
Quanto mais informado, mais a pessoa pode prevenir e preservar.
Quando você sabe o que é e o que faz um aquecimento ou lixos nas ruas, você está ciente que não seria legal fazer igual aos outros. Você sabe o que está fazendo. A consciência é o que pode mudar uma pessoa.
Conhecendo melhor e a fundo o que é realmente o meio ambiente.
Prendo a respeitar o meio ambiente.

Assim eu ficaria sabendo uma forma de alertar as pessoas para evitar a poluição do ambiente.
Melhoria na área de poder ajudar a resolver esses problemas.
Poderia nos ajudar a preservar a natureza e cuidar melhor do ambiente.
Uma pessoa que tem conhecimento com questões ambientais pode ajudar uma pessoa que não tem a aprender coisas sobre o assunto.
Eu poderia conscientizar meus familiares a fazer o melhor para o bem do meio ambiente e assim eles poderiam passar a mensagem adiante.
Com um conhecimento maior sobre questões ambientais, eu poderia ser mais útil nas discussões e soluções envolvendo esses problemas.
De forma que dê para nós prevenirmos e com isso conscientizar a população, se fizermos nossa parte o mundo melhora.
Evitaria muitos problemas de saúde.
Palestras, aulas específicas na escola.
De forma que mostre os cuidados a serem tomados para reduzir o risco de impacto ambiental que estão tendo hoje.
Eu poderia estar alertando as pessoas que conheço para tomar certos cuidados.
Ajudaria a informar as pessoas da minha sociedade a ter um conhecimento maior sobre as questões ambientais da minha região.
Ela nos daria mais assuntos para ser debatidos com os amigos no bar, ou em casa assistindo filme, até no trabalho.
Poderia por incentivar as pessoas a plantarem mais árvores.
Conhecendo melhor os recursos que nós podemos utilizar para melhorar o mundo.
Eu teria que ter um conhecimento a mais do que eu tenho, assim eu poderia ajudar a melhorar o ambiente da minha região. Informações e tudo.
Só o meu conhecimento não bastaria, mas um maior conhecimento para todos, poderia sim melhorar os problemas de nossa região, pois a falta de informação colabora para que os problemas não se resolvam.
Melhoraria no fato de eu poder ensinar os outros participantes da sociedade e conscientizá-los a melhorar seus hábitos.
Melhoraria meu conhecimento e eu poderia ajudar, respondendo dúvidas e conscientizando a população.
Conhecendo melhor as questões a pessoa poderia descobrir modos simples de colaborar.
Se todos tivessem conhecimento sobre questões ambientais o nosso planeta seria bem melhor, por isso eu acho que quanto maior o conhecimento sobre o assunto melhor podemos ajudar o planeta.
Eu acho que a Prefeitura deveria fazer coleta seletiva em todos os bairros.
Um conhecimento maior melhoraria muito, mas isso só não basta, na minha opinião se houver mais ação das pessoas os problemas diminuiriam.
Policiar minha família para diminuir o depósito de "lixo" no meio ambiente e colaborar na economia de energia, assim fazer um trabalho social para tentar conscientizar a sociedade do "perigo" que corremos.
Utilizando uma forma de pesquisa ambiental envolvendo sua profissão ou função social. Ou seja cada cidadão desenvolve um papel envolvendo seu cotidiano. Exemplo: um químico deve estudar o melhor meio possível e praticar para descartar seus resíduos profissionais.
Através de pesquisas ambientais envolvendo a sociedade, para que cada um participe de um determinado problema para tentar resolvê-lo.
Com um entrosamento entre as políticas ambientais federais, estaduais e municipais, com maior esclarecimento sobre estas questões como a poluição e o carvão na região.
Projetos escolares e municipais.

Sabendo mais sobre o tema, pode-se desenvolver trabalhos mais eficazes, assim como é possível através do conhecimento conscientizar outras pessoas.
Poderia conscientizar as pessoas de que se continuarem com a poluição e desmatamento, o mundo não terá muito tempo pela frente.
Criação de projetos buscando conscientizar o povo para valorizar o meio ambiente.
Acho que conhecimento sobre os problemas ambientais a maioria das pessoas têm, falta mesmo a conscientização dos mesmos.
Um conhecimento maior permite que eu ou um outro possa alertar a comunidade ou sociedade em geral.
De muitas formas, porque uma pessoa que tem um maior conhecimento que se conscientiza ela vai fazer a sua parte e cuidar para que faça nada de ruim para o meio ambiente.
Na minha opinião o conhecimento não adiantaria em nada, o que mudaria alguma coisa seria a minha conscientização sobre os problemas.
Projetos sociais envolvendo toda a cidade para ajudar o meio ambiente.
Seria importante ter conhecimento sobre o que está acontecendo e de que forma poderia ajudar e participar e tendo o conhecimento maior iria facilitar muito na minha participação na sociedade.
Poderia melhorar na hora da explicação sobre o assunto e poderia melhorar a ter menos poluição do meio-ambiente.
A partir do comprometimento em evitar as causas dos problemas e de transmitir os conhecimentos.
Projetos escolares e do município.
Em vários aspectos, pois tendo conhecimento sobre os problemas causados com o desperdício e o mau uso do meio ambiente, as pessoas pensariam num todo no meio ambiente, antes de agir.
Para evitar um problema maior, para não queimar papéis.
Tendo conhecimento amplo das questões ambientais, poderia estar colaborando na comunidade, ensinando e orientando as pessoas a terem consciência de como ajudar a melhorar o planeta em que vivemos.
Inserindo atividades práticas sobre o meio ambiente.
Mais informação sobre as consequências de usar demais o meio ambiente as consequências e soluções, palestras informativas.
Poderia melhorar pois eu iria saber que modo eu devo agir, e assim educar a todos a cuidar do meio ambiente.
Com isso, podemos aproveitar o nosso ambiente de forma mais sustentável e harmoniosa e contribuirmos para o crescimento de nossa sociedade.
Criando projetos junto à sociedade.
Um conhecimento maior me permite refletir sobre o que eu e a comunidade ao meu redor faz que prejudica o meio ambiente e me permitiria tentar achar soluções para os problemas.
A partir de acontecimentos que ocorrem na sociedade, você acaba interagindo com os problemas para tentar resolvê-los, e saber as suas causas.
A partir disso eu poderia conscientizar as pessoas ao meu redor sobre o que elas tem feito com o meio ambiente.
Assim eu poderia estar evitando coisas que prejudicam o meio-ambiente, e influenciar outros.
Se as pessoas conhecerem melhor os problemas ambientais de sua região poderão participar de campanhas a favor do meio ambiente ajudando a conscientizar outras pessoas.
Conhecendo as questões posso cobrar das autoridades.
Talvez através de organizações de proteção ambiental (como a agenda 21) e campanhas.

Ter um conhecimento maior, nos motivaria a agir corretamente para tentar resolver essas questões, e nos dispunharíamos a trabalhar em sociedade para resolver esses problemas.
Não sei, porque já há pessoas responsáveis pelo meio ambiente onde eu vivo.
Com um maior conhecimento, você ser mais presente na sociedade.
Não poluindo, mostrar como não agredir o meio ambiente...
Criando formas que façam com que a sociedade comece a se preocupar com as questões ambientais.
Conhecendo mais o tema, a sociedade estaria mais ativa, e mais preparada para agir.
Porque sabendo mais sobre as questões ambientais da sua região, você vai saber responder melhor quando alguém te perguntar algum assunto relacionado a questões ambientais da sua região, você vai ter mais argumentos.
Criando meios que conscientize a sociedade sobre problemas ambientais.
Pois com um maior conhecimento você consegue identificar os problemas e resolvê-los.
Poderíamos informar as pessoas e elas se conscientizariam, e melhorariamos o planeta.
Você pode cobrar mais das Indústrias e Autoridades, por ter certeza do que está falando e também por saber como resolver.

APÊNDICE C
PESQUISA COM ESTUDANTES APÓS SEMANA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA 2009

QUESTIONÁRIO APLICADO

Nome: _____ Turma: _____
1) Você gostou de desenvolver e apresentar um projeto sobre física e meio-ambiente na Semana de Ciência e Tecnologia de 2009? <input type="checkbox"/> Muito <input type="checkbox"/> Um pouco <input type="checkbox"/> Muito pouco <input type="checkbox"/> Não gostei
2) Durante o desenvolvimento dos trabalhos, o que você mais gostou e o que menos gostou? Mais gostei → _____ Menos gostei → _____
3) Nos dias de apresentação, o que você mais gostou e o que menos gostou? Mais gostei → _____ Menos gostei → _____
4) Você acredita que a apresentação do trabalho foi uma contribuição da turma para a sociedade? <input type="checkbox"/> Grande contribuição <input type="checkbox"/> Contribuição mediana <input type="checkbox"/> Pequena contribuição <input type="checkbox"/> Não Por quê? De que forma? _____ _____
5) Seu trabalho envolveu algum conceito de física estudado durante as aulas de física deste ou de outros anos? <input type="checkbox"/> Sim - Qual (is) ? _____ <input type="checkbox"/> Não
6) Você consegue imaginar (mais) conceitos físicos relacionados com o meio ambiente? <input type="checkbox"/> Sim - Qual (is) ? _____ <input type="checkbox"/> Não
7) O desenvolvimento deste trabalho ajudou na compreensão dos conteúdos estudados durante as aulas? <input type="checkbox"/> Sim - Qual (is) ? _____ <input type="checkbox"/> Não
8) Você considera que aprendeu física ao desenvolver este trabalho? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
9) Gostaria de desenvolver um trabalho sobre física do meio ambiente no próximo ano? <input type="checkbox"/> Sim - Sobre qual tema? _____ <input type="checkbox"/> Não

DADOS OBTIDOS

Total de alunos pesquisados:	93
------------------------------	----

Resposta à questão se gostaram de desenvolver e apresentar o trabalho de 2009:		
Muito	78	84%
Um pouco	14	15%
Muito pouco	1	1%

Em respostas às questões sobre o que mais gostaram no trabalho:			
No desenvolvimento		Na apresentação	
Pesquisa de campo	2	Resultado	7
Resultados/ Produto do trabalho	6	Interesse dos visitantes	11
Montar experimentos/ Desenvolvimento	20	Quantidade visitantes	13
Usar a criatividade/ Decoração	4	Apresentação/ Explicações	36
Trabalho em grupo/ Colaboração	34	Integração entre turmas	7
Conteúdos/ Aprender	16	Troca de experiências	7
Explicar/ Apresentação	13	Conteúdos	7
Outros ¹	10	Outros ²	18

Em resposta às questões sobre o que menos gostaram no trabalho:			
No desenvolvimento		Na apresentação	
Organização dos grupos	5	Falta de interesse dos visitantes	24
Dificuldades nos grupos/ Cooperaração	32	Falta de organização	18
Tema próprio ou de outros grupos	5	Tema próprio ou de outros grupos	3
Pesquisa de campo	1	Falta de cooperação entre colegas	10
Simplicidade dos trabalhos	3	Repetir explicações	2
Pesquisas	2	Falta de conhecimento	1
Quantidade de trabalho	5	Problemas nos experimentos	1
Apresentação	1	Apresentação (vergonha)	1
Não ter estudo prévio sobre os temas	1	Outros ⁴	18
Experiências que não davam certo	1		
Outros ³	17		

Foram agrupados nas opções "Outros" assuntos não relativos ao projeto, mas à feira de uma forma geral, ou não específicos, como "Tudo" ou "Nada", da seguinte forma:

¹Palestras e/ ou oficinas (4), Visitantes não fizeram perguntas idiotas (1), Tudo (3), Interação dos professores responsáveis pelo projeto (1), Da sala de Tecnologia em Automação (1).

²Palestras e/ ou oficinas (15), Tudo (1), Desempenho dos professores (1), Promover o nome da escola com nossos trabalhos (1).

³Espaço para apresentação (1), Professor responsável esquecia o grupo (1), Ter durado pouco (1), Nada (7), Falta de tempo para palestras (2), Nome da feira (2), Falta de tecnologia nos projetos (1), Sem escolas de outras cidades (1), Não ter aula normal nos dias de feira (1),

⁴Muitas pessoas (1), Ficar muito tempo na escola (1), Não ter intervalo entre os turnos (2), Nada (11), Falta de tecnologia (1), Esperar (1), Poucos dias de apresentação (1).

Contribuição social do projeto			
Grande	Mediana	Pequena	Nenhuma
53	26	14	0
57%	28%	15%	0%

Formas de contribuição mencionadas:
Contribuiu para que as pessoas pudessem entender mais sobre o mundo da física
Porque demonstrou como o meio ambiente está.
O repasse de conhecimento, a interação
Com as nossas análises, mostramos para as pessoas algumas informações que eles obtinham.
Para educação de qualidade para pessoas de baixa renda
Porque foi apresentado para poucas pessoas, mas essas pessoas receberam uma boa explicação
Para as pessoas aprenderem mais sobre o meio ambiente e o que está ocorrendo com o planeta
Porque foi legal a gente ter apresentado um projeto que a gente aprendeu para que a sociedade aprenda também tantos perigos quanto os benefícios.
Ensinando formas fáceis de se medir a umidade do ar, pressão atmosférica e a direção e intensidade do vento.
Porque as pessoas puderam conhecer um pouco do mundo que vivemos, em relação à tecnologia, ética e criatividade
Porque esse tema foi mais uma curiosidade; a sociedade não usará essas informações em seu cotidiano.
Porque tiveram uma noção mais ampla do aquecimento global. Assim vão ter mais consciência do que está acontecendo.
Porque a sociedade ficou sabendo mais sobre sua cidade, mas muitos não prestaram atenção nas explicações
Porque não são todos que refletem sobre os problemas relatados na apresentação. Pode contribuir se que ouviu e apresentou, por em prática o que ouviu e fez.
Dá um conhecimento para quem veio na feira, isso é interessante para quem nunca viu algo desse jeito.
Com a conscientização
Porque tiveram muitas pessoas que vieram de outros lugares e falaram que valeu a pena ver a exposição
Porque muitas pessoas não sabiam dos riscos que corremos com as queimadas.
Falando sobre o meio-ambiente, o uso de energia, água, algumas formas de tratamento, de economia, etc...
Porque poucas pessoas conhecem o biodiesel e suas vantagens
Pois na verdade eles não entenderam tudo e não vão poder usas as experiências no dia-a-dia.
Atualizar e informar a sociedade sobre assuntos interessantes
Pois no caso do projeto de biodiesel a sociedade que esteve presente aprendeu que o óleo de cozinha pode ser reaproveitado.
Porque alguns trabalhos contribuíram ou não para a sociedade.
Porque conseguimos passar e mostrar o que aprendemos aqui e que somos interessados e aqueles que também são interessados em estudar seja em que área pode ter uma noção e pode ter se interessado pela escola através de nossos projetos
Pois conseguimos ensinar e mostrar nossos projetos para aqueles que ficaram interessados
Com o entendimento do aquecimento por exemplo e com isso evitar o máximo possível fazer coisas que possam piorar essa situação
Mostrando um pouco do que nós aprendemos na escola
Porque apresenta uma forma de conhecimento para toda a sociedade, sem exceção
Porque pelo que a gente explicava sobre vários métodos que o pessoal que vinha entendia já dava pro pessoal ter noção dos cursos que acontece no IFSP para que eles se quiserem fazer.

Formas de contribuição mencionadas:
Porque achei que a feira não foi muito divulgada, e que a sociedade não tem ainda um certo conhecimento, por isso não ajudou muito.
Porque a sociedade tem pouco conhecimento, por isso não foi uma grande contribuição.
Bom, contribuiu para quem estava interessado e trabalha na área.
Pois pode levar interesse de alunos das outras escolas (visitantes) a trabalhar na área apresentada
Apresentamos um trabalho sobre biodiesel, por ser um combustível do futuro, é legal que outras pessoas entendam todos os processos.
Porque para muita gente que veio na escola, ouvir as apresentações, vieram por vir, mais para outras pessoas foi interessante, pois aprenderam outras coisas
Porque a sociedade ficou sabendo mais da importância do biodiesel.
A sociedade ficou sabendo mais a importância do biodiesel.
O trabalho necessita de ajustes, pode ter contribuído apenas intelectualmente.
Sim, mas nosso trabalho ainda está em desenvolvimento e creio que ainda não ajuda muito.
Aprenderam um pouco mais sobre energia solar, que será a energia do futuro.
O esclarecimento de algumas coisas que as pessoas que nos visitaram não sabiam
A maioria das pessoas que passaram pelas salas não tinha conhecimento do que foi apresentado, ou seja, foi uma forma de aprendizado
Porque a maioria das pessoas que passaram por aqui não tinha conhecimento daquilo que foi apresentado aqui na nossa sala e com certeza alguma coisa aprendeu
Porque algumas pessoas não sabiam como uma coisa funciona na prática e de uma forma contribui para que as pessoas aprendessem mais um pouco
Mostrou como economizar energia elétrica
Difundindo a idéia de conhecimento
Porque somente a minoria estava interessada em aprender sobre os projetos
Porque lançou uma "luz" na mente das pessoas quanto a economia que poderia ser feita se só se usassem painéis solares em vez de usinas hidrelétricas
Foi de grande contribuição porque mostrou formas inovadoras de produzir energia e combustível limpos e mais saudáveis para o meio ambiente.
Porque a maioria era leiga sobre nosso assunto e saiu com um certo conhecimento
Tivemos chance de mostrar o nosso trabalho para todos os que não tem acesso a tecnologia
Pois eles aprenderam muitas coisas, mas muitos termos creio que fica vaga a explicação
Porque os visitantes puderam conhecer a escola, ter informação sobre os cursos, o que os alunos aprenderam durante o curso...
Porque nós cursamos química, tínhamos mais facilidade nessa área, ao apresentar a parte de física ficou meio vago, sem muita ênfase
Pelo fato de ter ensinado conceitos novos à maioria das pessoas que visitaram a feira
Porque, além de divulgar a escola a possíveis novos alunos, colocamos a sociedade em contato com a ciência técnica.
Porque foi uma forma de reforçar o que todos estão dizendo, para economizar energia. Mas não adianta a pessoa falar, pouca gente faz, por isso que foi mediana.
Porque ajudamos a divulgar a escola, dicas de economizar energia, dicas de segurança.
A divulgar a escola, dicas de segurança.
A divulgação da escola, dicas de segurança e economizar energia.
A divulgar a escola, dicas de segurança.
Ajudou a sociedade a descobrir que tem um ensino de qualidade e próximo delas, além de passarmos dicas de segurança e economia de energia.

Formas de contribuição mencionadas:
Por exemplo, o ensino de economizar energia e divulgação do Instituto.
Demos dicas de segurança e um conhecimento a mais para as pessoas e também divulgamos bastante a escola
Divulgar a escola para a sociedade
Dicas de segurança e economizar energia, além da divulgação da escola.
A divulgar a escola
Porque a gente ajudou a divulgar a escola, demos dicas de segurança.
Porque ensinamos como funcionam alguns itens de eletricidade, como o chuveiro, geladeira.
Sim, divulgação da escola, ensinamento de como economizar energia.
Ensinando métodos de economizar energia, divulgando a escola.
Não muito, pois muito das linguagens são complexas demais para os outros.
De mostrar coisas que acontecem no nosso dia a dia
Pois as pessoas que visitaram a feira não tinham noção de que o aumento do nível do mar seria assim
Porque mostra o que acontece
Conscientizamos as pessoas do que está acontecendo no planeta de uma forma mais simples
Alertando os riscos das queimadas e do nível do mar, pois eles não tem tanto contato
Ajuda na forma de orientar as pessoas sobre as causas do aquecimento global e elas conhecem a escola melhor
Porque de certa forma a feira mostra para sociedade a importância do meio-ambiente
Porque os alunos e pessoas que visitaram viram muitas coisas relacionadas à sociedade
Se os alunos das outras escolas realmente prestaram atenção na nossa explicação, vão ver que estamos contribuindo com o aquecimento global. Com isso poderão ajudar para que isso pare de acontecer
Passando formas de combater o aquecimento global para as pessoas que assistiram a apresentação
Uma grande contribuição para quem entendeu o trabalho
Porque as pessoas não se importam muito com o trabalho escolar
Porque foi uma forma de apresentar trabalhos que explicavam a física no meio ambiente, e isto é bom para o conhecimento da sociedade
Porque esse trabalho conscientiza as outras pessoas fazendo com que todos enxerguem de uma maneira diferente e respeite o nosso planeta
Uma grande contribuição para as pessoas que vieram ver a feira
Pois foi uma forma de divulgar os problemas do mundo, onde cada um pode ajudar com pequenas coisas e divulgação da escola.
Observação: Apesar de todos afirmarem que houve algum tipo de contribuição quatro alunos deixaram esta parte da questão em branco.

O trabalho envolveu conceitos de física estudados nas aulas:		
Sim	53	57%
Não	40	43%

Quais conceitos:			
Pressão	12	Volume	1
Umidade	5	Dilatação térmica	4

Ventos	2	Atrito	1
Empuxo	12	Motores	3
Densidade	5	Energia	10
Forças	3	Magnetismo	5
Fluidos	1	Eletricidade	4
Calor	1	Colisões	3
Velocidade	2	Tensão	1
Aceleração	1	Fótons	1
Temperatura	6	Estados físicos	1
Peso	1	Resistência	1
Altura	1	Potência	2
Derretimento	3	Corrente elétrica	2

Outros conceitos físicos que poderiam estar relacionados com meio ambiente:		
Sim	41	44%
Não	52	56%

Quais conceitos físicos:			
Energia	18	Mudança climática	2
Efeito estufa	1	Aumento do nível do mar	2
Gravidade	3	Aquecimento global	2
Temperatura	3	Pressão	1
Calor	1	Queima de combustível	1
Eletricidade	5	Queimadas/ Desmatamento	3
Termodinâmica	5	Forma de descartar substâncias	1
Movimento	2	Tecnologia	1
Fenômenos naturais	3	Muita coisa/ Outros	2

Ajudou na compreensão dos conteúdos das aulas:		
Sim	59	63%
Não	34	37%

Quais conteúdos:			
Empuxo	11	Colisões	2
Força	1	Motores	1
Pressão	10	Meio ambiente	1
Massa	1	Reações químicas	2
Volume	2	Separação misturas	4
Dilatação térmica	5	Hidrostática	1
Atrito	1	Velocidade	1
Temperatura	1	Umidade do ar	2

Eletricidade	3	Fluidos	2
Gelo	4	Higrômetro	2
Densidade	1	Potência	1
Energia	8	Corrente elétrica	1
Magnetismo	3		

Aprendeu física fazendo o projeto:		
Sim	66	71%
Não	27	29%

Gostaria de fazer um novo trabalho sobre física e meio ambiente:		
Sim	43	46%
Não	50	54%

Sobre qual tema:	
Água	2
Relacionado à química	1
Aquecimento global	1
Astronomia	3
Automatização de alguma coisa	1
Auto-sustentabilidade baseado na preservação ambiental	1
Camada de ozônio	2
Desmatamento das florestas	2
Eletricidade/ Magnetismo	2
Energia (barata, sustentável, solar, química, elétrica...)	7
Extinções	1
Furacões	2
Índices pluviométricos	1
Motor à biodiesel	1
Poluição	2
Queima de combustível	2
Reações físicas	1
Reciclagem	1
Tecnologia	1
Termodinâmica	1
Variações climáticas	2
Qualquer um interessante	1
O mesmo tema desse ano	1
Não sei	1
Em branco	59

APÊNDICE D
PESQUISA COM ESTUDANTES APÓS FESTCANA 2010

QUESTIONÁRIO APLICADO

Turma: _____/2010

1) Em relação à **organização** do trabalho deste ano, atribua uma nota de 0 a 10 para cada um dos itens abaixo:

Item	Nota
Forma de divisão dos grupos	
Temas propostos	
Organização das etapas do trabalho (roteiro)	
Quantidade de trabalho a ser desenvolvido	
Prazos de entrega das etapas do trabalho	
Orientações dos professores envolvidos	

Para cada um dos itens com nota baixa, dê sugestões de melhoria: _____

2) Quanto ao **desenvolvimento** do trabalho em seu grupo, atribua nota de 0 a 10 para cada um dos itens abaixo:

Item	Nota
Comprometimento e colaboração de cada aluno	
Atividades de pesquisa	
Elaboração dos trabalhos escritos	
Elaboração dos <i>banners</i> e brindes	
Montagem do(s) experimento(s)	
Apresentação para a turma	

Para cada um dos itens com nota baixa, dê sugestões de melhoria: _____

Apenas para os alunos que apresentaram os trabalhos na FESTCANA

3) Quanto à **apresentação** dos trabalhos na FESTCANA, atribua nota de 0 a 10 para cada um dos itens abaixo:

Item	Nota
Organização do stand	
Quantidade de visitantes	
Interesse dos visitantes	
Escalas de apresentação	
Papel social do trabalho	
Explicações para os visitantes	

Para cada um dos itens com nota baixa, dê sugestões de melhoria: _____

4) Você gostou de ter desenvolvido o trabalho sobre meio ambiente?

() Muito () Um pouco () Muito pouco () Não

5) Você considera que aprendeu física desenvolvendo este trabalho?

() Não () Sim. O que? _____

6) Você considera que aprendeu outros conteúdos desenvolvendo este trabalho?

() Não () Sim. O que? _____

7) Você considera que este trabalho possui papel social, para você ou para a comunidade?

() Não () Sim. De que forma? _____

8) Você acha que estudar física, química ou biologia com base em questões ambientais ajuda na compreensão dos conteúdos?

() Não () Sim. Por que? _____

DADOS OBTIDOS

Total de alunos pesquisados:	75
------------------------------	----

	Média	Menor Valor	Maior Valor
Divisão dos grupos	7,9	0,0	10,0
Temas propostos	8,7	6,0	10,0
Organização das etapas do trabalho	8,1	5,0	10,0
Quantidade de trabalho	8,0	4,0	10,0
Prazos de entrega	7,5	3,0	10,0
Orientações dos professores	8,2	2,0	10,0

Sugestões de melhoria:
De acordo com a forma de divisão dos grupos deveria cada um escolher com quem vai trabalhar, porque muitas vezes fica difícil trabalhar com quem fomos sorteados.
Quantidade de trabalho a ser desenvolvido e prazo de entrega das etapas do trabalho, muita coisa para pouco tempo. Se tivesse mais tempo seria com mais tranquilidade,
Os professores responsável para orientação do grupo, devem acompanhar o trabalho, dar sugestão e ouvir e ver a apresentação final do grupo. Os prazos de entrega das etapas do trabalho precisam ser mais extensos, porque no final o trabalho tem que ser grandioso. A quantidade de trabalho é muito, com pequeno espaço de tempo.
Haver mais opção de escolha entre os alunos
Prazos de entrega das etapas do trabalho: pouco tempo para muito trabalho.
Um prazo maior.
Quanto à orientação dos professores, haviam dois professores envolvidos e apenas um deles esteve totalmente à disposição, o outro não orientou.
Estender o prazo de entrega, assim, independente da quantidade de trabalho teremos mais tempo.
Os professores teriam que ter participado diretamente com o grupo todo, ter dado idéias para realizar-se experimento sobre os temas dados, até por que isto interferiu na nota final do trabalho, os experimentos!
Acho que deveria diminuir um pouco os trabalhos, para que sobre mais tempo para poder estudar,
Maior responsabilidade dos alunos e maior adiantamento do tema do trabalho, pois com e-mail é possível avisar no início das aulas sobre prazos de painel e escritas com datas certas.
A divisão dos grupos poderia ter sido mais organizada.
O prazo de entrega foi um pouco curto causando um pouco de confusão. Foi meio desorganizado por não ser distribuído certo causando uma organização muito dispersa.
Logo após que todos os grupos formados, em caso de algum aluno(a) querer entrar em outro grupo não permitir.
Na organização dos professores, deveria ter mais professores para orientar e a quantidade do trabalho deveria ser maior.
Temas propostos - sugestões: temas diferentes, não repetitivos, temas envolvendo as áreas que atuamos. Orientação dos professores envolvidos - sugestões: que os professores se interessem em orientar trabalhos interdisciplinares.
Os prazos não afetaram o desenvolvimento mas sim a qualidade, perante a quantidade.
1º item: deveria não ser sorteio de grupos; 2º item: os temas foram adequados; 6º item:

Professores de outras matérias deveriam ajudar mais os alunos.
Mais orientação dos professores. Faltou tempo, o trabalho poderia ter sido muito melhor.
Acho que deveria ser um prazo maior para a entrega do trabalho, porque em pouco tempo o trabalho não fica muito bom. Acho que os professores não tem muito tempo para nos orientar, então o trabalho acaba ficando meio básico na muito aprofundado.
Mais sugestões e mais tempo dos professores na aula. Mais interesse no projeto.
Poderia melhorar a parte sobre a organização nos prazos, tipo não ter datas em cima da hora ou fazer mudanças inesperadas como aconteceu na cobrança dos banners
O tempo para entregar o trabalho foi muito curto, acho que um pouco mais de tempo seria melhor para desenvolver o trabalho.
Prazos de entrega - poderia ser maior. Temas propostos - deveria envolver mais a área de automação
Diminuir a quantidade de trabalho, maior prazo para a entrega, o resto está bom.
Grupos com menos número de integrantes.
Os alunos tem que ter sua própria escolha, podendo assim escolher com quem quer fazer o trabalho.
Na forma de divisão dos grupos, os próprios alunos devem escolher seus grupos e não sorteio, assim, estando no grupo que escolher os alunos compartilham idéias melhores.
Na minha opinião os alunos deveriam escolher seus grupos.
Deixar os alunos formarem seus grupos.
Prazos curtos

	Média	Menor Valor	Maior Valor
Comprometimento dos alunos	7,6	2,0	10,0
Atividades de pesquisa	8,3	5,0	10,0
Elaboração dos trabalhos escritos	8,3	6,0	10,0
Banners e brindes	8,2	5,0	10,0
Experimentos	8,1	0,0	10,0
Apresentação para a turma	8,3	4,0	10,0

Sugestões:
Muitas vezes os alunos que eram para estar conosco realizando o trabalho, fazendo banner, confeccionando maquetes, os alunos estavam viajando para a Praia e quando retornou o trabalho já estava pronto, sem a ajuda da metade dos integrantes do grupo.
Teve grupos que na explicação não foram tão precisos com o trabalho e o tema meio ambiente,
Cada aluno do grupo deve ser mais participante e não deixar tudo enrolado, Na elaboração dos banners não tivemos orientação de como realizar. O mesmo acontece com a montagem do experimento. A apresentação para a turma deve ser organizada e formal.
Faltou um pouco de explicação quanto à elaboração dos trabalhos escritos, poderia-se procurar tirar as dúvidas quanto a isso.
A elaboração dos banners por parte do grupo foi organizada porém o prazo não contribuiu para o seu melhor elaboração
Haver mais colaboração e mais responsabilidade de cada um
Montagem do experimento: faltou professor para ajudar.
Desenvolvimento melhor dos grupos, sem formar "panelinhas" e envolver pessoas realmente interessadas.
Não houve total colaboração do grupo na parte experimental do trabalho.

Falta de entrosamento no grupo.
Em meu grupo não foi desenvolvido experimentos, por vários motivos. A elaboração do banner foi relevante... Não teve brindes.
Melhores e fáceis fontes. Empenho de todos os participantes. Melhor estudo e interpretação do tema exposto.
O comprometimento de alguns alunos não foi muito bom, e a montagem dos banners não foi das melhores.
Só não é dez por causa das dispersões que sempre ocorrem no andamento.
Poderia apresentar mais experimentos
A montagem do experimento foi feita a partir de alguns alunos e não deu chances para os outros para poder fazê-lo, por motivos pessoais.
Alunos deveriam se importarem mais.
Houve pouca comunicação, eu acho que se formasse grupos com colegas ou da mesma cidade ou que tem mais conveniência seria melhor.
Melhorar apresentação, por parte do aluno.
Alguns alunos não colaboram como o resto do grupo queria por isso dei uma nota rasoável.
Para o comprometimento e a colaboração de cada aluno melhorar, os alunos devem escolher seus grupos.
Não houve comprometimento dos alunos. Não teve apresetnação para a turma no dia previsto.

Número de alunos pesquisados que apresentaram na festcana:	33
--	----

	Média	Menor Valor	Maior Valor
Organização do stand	8,1	3,0	10,0
Quantidade de visitantes	6,3	1,0	10,0
Interesse dos visitantes	5,7	2,0	9,0
Escalas de apresentação	8,1	3,0	10,0
Papel social	8,1	3,0	10,0
Explicações	8,6	5,0	10,0

Sugestões:
Acho que o lugar não er muito propício para expor o trabalho, porque as pessoas estavam lá para se divertirem, acho que os trabalhos tinham que ser expostos em feiras mais direcionadas à escolas.
Chamar mais atenção nos experimentos.
Como foi apresentado em uma festa, as pessoas ali não queriam parar para ouvir, apenas olhavam.
Deu a impressão que houve uma falta de interesse, pois eles não queriam aprender e sim ir ao show.
Fazer um trabalho mais bem feito para que os visitantes se interessem.
Houve poucos visitantes, porém, quem pediu explicação gostou dos trabalhos e se interessou.
Mistura dos stands de química com automação. Poucos visitantes com interesse. Poucas pessoas que sabiam sobre todos os assuntos.
Não estavam muito interessados os visitantes.
Não teve muitas pessoas interessadas, e os que estavam, estavam observando as maquetes.
O espaço não contribuiu para a organização, como o espaço estava pequeno as maquetes

estavam mal arrumadas. Os visitantes não tinham o menor interesse e quando ouviam nunca escutavam com atenção
O melhor é que organizasse as coisas mais antecipadamente
O que faltou muito na apresentação foi o interesse das pessoas sobre o meio ambiente. O barulho que estava dentro do local destinado à arte estava muito alto, acho que misturaram muito a arte educativa com a arte musical.
O tema não interessava aos visitantes, poderia ser um tema que agradasse a todos, pois a população não quer se conscientizar com os problemas do aquecimento. O que é constrangedor.
Os visitantes na verdade não tem interesse, eles só passam para olhar o stand, pois tinham maquetes legais e não tem paciência para ouvir a explicação, isto, porque a mídia hoje não fala sobre os assuntos que estudamos.
Para aumentar a visita poderia haver uma maior divulgação dos estandes e das apresentações.
Pouca quantidade de visitantes interessados, tentar chamar mais atenção.
Uma sugestão seria organizar além da semana de tecnologia, ter outro evento (sem ser festcana) para apresentar trabalhos.

Gostou de participar do trabalho?		
Muito	39	52%
Um pouco	33	44%
Muito pouco/ não	3	4%

Apreendeu física fazendo o trabalho? (Sim)	56	75%
--	----	-----

O que aprendeu de física?		
Efeito estufa	2	3%
Ondas eletromagnéticas/ radiações	34	45%
Gases/ termologia/ termodinâmica	4	5%
Motores	3	4%
Eletricidade	5	7%
Meio ambiente	8	11%
Outros	7	9%
Outros: Em branco (2); vários (2); algumas coisas (1); velocidade (1); as causas, o que são e para que servem (1).		

Apreendeu outros conteúdos? (Sim)	67	89%
-----------------------------------	----	-----

Quais outros conteúdos?		
Biologia	23	31%
Química	36	48%
Eletrônica	22	29%
Meio ambiente/ ecologia/ ecossistemas	7	9%
Outros	7	9%
Outros: Em branco (5), Mecânica (1), Fermentação de bactérias anaeróbicas (1).		

O trabalho tem papel social? (Sim)	60	80%
------------------------------------	----	-----

De que forma?
Forma de conscientizar e ajudar o planeta.
Se importando melhor com a natureza e assim ajuda a sociedade.
Conscientiza a população os riscos e questões ecológicas
Ajudando a manter a vida no planeta
De conscientizar as pessoas do que está acontecendo na natureza.
Conscientização sobre os assuntos propostos
Para que as pessoas saibam mais sobre o meio ambiente
Colaborando com o meio ambiente
Conscientizando
Aprendizado de como podemos ajudar o meio ambiente
Conscientização das consequências da poluição
De certa forma convencer os outros que estamos vivendo de forma errada.
Na conscientização sobre o que acontece com o mundo e qual é o nosso papel nesses acontecimentos.
A partir da nossa conscientização durante o desenvolvimento do trabalho e a conscientização das outras pessoas nas apresentações.
Nós aprendemos, ensinamos e conscientizamos.
Na conscientização sobre os problemas ambientais.
Conscientização da população sobre preservação do meio ambiente.
No meio ambiente, ajudando a conscientizar as pessoas.
Conscientizando a população, quanto à poluição...
Conscientizando a população.
Conscientização sobre os riscos da poluição.
Para conscientizar as pessoas
Serve para orientação para elas
Preservação e conscientização do meio ambiente
Informar cientificamente a forma de problemas ambientais
Mostrando o impacto no meio ambiente
Mostrando efeitos causados por nós, que podem ser amenizados.
Conscientizar sobre o aquecimento global
De forma que pudessemos passar nosso conhecimento para outras pessoas.
Contribuindo para o meio ambiente
Ajudando a produzir energia a partir de um problema
Orientando meios de como lidar com o meio-ambiente
De forma que sabendo como acontece os erros e assim evitar.
Foram de conscientização
Conscientização
Aprender a não poluir o ambiente.
Conscientização das pessoas
A sociedade precisa saber mais sobre a chuva ácida, que nós mesmos causamos
Pessoas aprendendo as consequências e as mudanças vão tentar mudar um pouco.
Pois se utilizássemos menos os carros talvez a camada de ozônio não estaria tão destruída.
Nos ajuda a compreender melhor o meio ambiente
Poder passar uma maneira de se proteger das radiações obtendo conhecimentos delas.
Demonstrando os efeitos da radiação solar ao nosso organismo

Deixa a comunidade com interesse no meio ambiente.
Ajudando a entender a radiação infravermelha
Apresentando e explicando conteúdos interessantes para a comunidade
Passando conhecimentos
Preservação e consciencia sobre o meio ambiente
Conscientizar as pessoas sobre o efeito estufa e o aquecimento global.
Orientando elas, com um pouco que aprendemos.
Expondo para as pessoas na festcana.
Expondo para as pessoas na festcana
Para informar e conscientizar a sociedade
Diminuindo a poluição (partículas suspensas).
Expandindo sua área de conhecimento
Conscientizar as pessoas de como a poluição atrapalha na fotossíntese
A respeitar a natureza.
Mostrar quais os tipos de radiações e seus efeitos.

Tratar do meio ambiente ajuda compreensão? (Sim)	68	91%
--	----	-----

Por que?
Com envolvimento da química ajuda a saber qual os fatores químicos que estão ligados.
Conhecemos o conteúdo em geral, onde fica mais fácil se aprofundar mais.
Todas elas estão relacionadas ao meio ambiente
Pois fica dinâmico e mais fácil de entender.
Porque aprende de um jeito diferente
É uma forma diferente de aprender
Facilita o aprendizado e ainda conscientiza os alunos
Que algum dos conteúdos ajudam muito em questão de estudo de prova
O incentivo à pesquisa sobre o assunto facilita o entendimento do mesmo.
Pois precisamos aprofundar e não apenas ver.
Só precisando aprofundar e não só conhecer.
Pois há uma "ilustração" melhor do tema em estudo.
Sim, pois é uma questão real sobre o que ocorre no planeta.
Sim, pois os temas são mais ilustrados, tornando a compreensão melhor.
São mais ilustrados, podendo ajudar a facilidade para entender.
Desta forma temos uma visão mais concreta dos temas abordados.
Para que compreenda os acontecimentos no meio ambiente
Porque uma coisa está ligada à outra.
O meio ambiente é onde vivemos. Dependemos deles..
Pois está mais próximo do nosso cotidiano
Porque é uma coisa que vivemos no dia a dia.
Pois trabalhos assim incentiva mais a estudar e fazer entender.
Teremos mais informações para ajudar o mundo.
Está tudo meio que ligado.
Ajuda no nosso dia-a-dia.
Porque ajuda na compreensão dos problemas ambientais.
Sim, pois não adianta estudar certo assunto se ele não ser aplicado na vida.
Porque essas coisas estão relacionadas ao nosso dia-a-dia.
Pois ajuda a assimilar melhor o que está acontecendo, e assim ajuda o planeta de alguma

forma.
Sim, ver algo mais atual nessas matérias ajuda sim na compreensão.
As vezes ver as teorias na prática ajuda.
Pois assim nós podemos conscientizar outras pessoas sobre cuidados, etc.
Nós vemos o que acontece de acordo com o que estamos estudando.
Porque mostra na prática o que está acontecendo no planeta.
Pois acaba sendo uma coisa prática e palpável
Porque as matérias citadas estão ligadas diretamente com o meio ambiente.
Porque é algo que chama a atenção, algo que interessa para a maioria da sociedade e isto torna o conteúdo mais interessante
Porque é possível compreender o problema de todos os ângulos.
Pois você coloca os conhecimentos em prática.
Ajuda a fixar o conteúdo pois sai da monotonia da sala de aula.
Não muito.
A gente fica sbendo mais dos conteúdos, que forma "combater" isso, etc.
Porque nos mostra no meio prático.
Aprendemos porque ocorre os fenômenos.
Porque é um assunto do momento.
Porque devemos ser informados para compreender as questões ambientais.
Porque vemos uma aplicação do conteúdo no nosso dia a dia.
Porque vemos uma aplicação do conteúdo no nosso dia-a-dia.
Sim, porque muitas vezes vai aparecer questões ambientais na vida, e nós já compreendemos.
Se entende a matéria que está em questão.
Pois vendo na prática tudo fica mais fácil de aprender.
Podemos ver os problemas que nós mesmos causamos no dia-a-dia.
Ira mostrar como aplicar o que aprendemos
Porque você tem noção do assunto, vê no seu dia-a-dia.
Porque é uma coisa que está ligado a nossa vida, portanto aumentando o interesse
Ajuda na associação de cálculos com a natureza facilitando a compreensão.
Podemos ter conhecimento das coisas
Porque já temos uma base.

APÊNDICE E
GUIA PARA ENTREVISTAS APÓS SEMANA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA 2009

ENTREVISTA COM ESTUDANTES

Desenvolvimento dos trabalhos

- Qual o tema do trabalho desenvolvido pela sua turma?
- Quais foram as atividades realizadas até chegar na apresentação?
- Como foi a divisão da turma para as etapas do trabalho?
- Como foi o trabalho no seu grupo? Como vocês se organizaram e dividiram as tarefas?
- Encontraram dificuldades? Como foram solucionadas?
- Houve troca de experiências e conhecimentos entre os grupos?

Construção de Conhecimentos

- Considera que aprendeu física desenvolvendo os trabalhos?
- Aprendeu sobre outras áreas do conhecimento? Quais?
- Aprendeu sobre meio ambiente?
- A realização do projeto auxiliou na sua formação geral? De que forma?

Papel Social

- Vocês conseguiram compartilhar seus conhecimentos com os visitantes?
- Os visitantes demonstraram interesse pelos assuntos abordados?

Análise da Metodologia Adotada

- Para o próximo ano, que sugestões você tem para que o trabalho fique melhor?

ENTREVISTA COM PROFESSORES DE FÍSICA

Organização e Desenvolvimento dos Trabalhos

- Quais foram os temas trabalhados pelas turmas sob sua orientação?
- Como foram escolhidos os temas?
- Como a turma foi dividida e como foram distribuídas as tarefas?
- Como foram organizadas as apresentações?

Construção de Conhecimentos

- Os estudantes se envolveram na realização das atividades?
- Houve melhoria na compreensão dos conceitos físicos abordados nos trabalhos?
- A participação nos projetos trouxe melhoria para a atuação enquanto estudantes?

Análise da Metodologia

- Para o próximo ano, que sugestões você tem para que o trabalho fique melhor?

ENTREVISTA COM PROFESSORES DE OUTRAS ÁREAS E COORDENADORES

Desenvolvimento dos Trabalhos

Quais foram suas intervenções na turma, para o desenvolvimento dos projetos?

Como foi a participação da turma nesses momentos e durante as atividades em geral?

Construção de Conhecimentos

A realização das atividades contribuiu com a formação dos alunos? De que forma?

O projeto auxiliou na construção de conhecimentos específicos? Quais?

O envolvimento do tema meio ambiente auxiliou no ensino-aprendizagem? Como?

Análise da Metodologia

Para o próximo ano, que sugestões você tem para que o trabalho fique melhor?

CODIFICAÇÃO DOS ENTREVISTADOS

Código	Descrição
Professor I	Coordenador da Área de Química e Ciências
Professor II	Professora de Física das Turmas 2A-2009 e 2Q-2009
Professor III	Professora de Língua Portuguesa e Literatura da turma 1A2-2009
Aluno A	Aluno da Turma 1A1-2009
Aluno B	Aluno da Turma 1A1-2009
Aluno C	Aluno da Turma 1A1-2009
Aluno D	Aluno da Turma 1A1-2009
Aluno E	Aluno da Turma 1A2-2009
Aluno F	Aluno da Turma 1A2-2009
Aluno G	Aluno da Turma 1A2-2009
Aluno H	Aluno da Turma 1Q1-2009
Aluno I	Aluno da Turma 1Q1-2009
Aluno J	Aluno da Turma 1Q1-2009
Aluno K	Aluno da Turma 1Q2-2009
Aluno L	Aluno da Turma 1Q2-2009
Aluno M	Aluno da Turma 1Q2-2009
Aluno N	Aluno da Turma 2A-2009
Aluno O	Aluno da Turma 2A-2009
Aluno P	Aluno da Turma 2Q-2009
Aluno Q	Aluno da Turma 2Q-2009
Aluno R	Aluno da Turma 2Q-2009

APÊNDICE F
PESQUISA COM PROFESSORES APÓS FESTCANA 2010

QUESTIONÁRIO APLICADO

Disciplina (s): _____

Turma: () 241 () 242

Participação dos Professores

1) Descreva sua participação em relação à organização do projeto sobre o meio ambiente desenvolvido este ano nas turmas 241 e 242.

() Não tive participação na organização do projeto.

2) Durante as aulas normais nas turmas, quais assuntos foram abordados, relacionados com os temas dos trabalhos deste ano: aquecimento global, chuva ácida, camada de ozônio e efeito guarda-sol?

() Nenhum assunto tratado em sala de aula estava relacionado com os temas.

3) Descreva suas intervenções nos grupos (orientações dentro e fora da sala de aula, sugestões de experimentos, de bibliografia ...), durante o desenvolvimento dos trabalhos.

() Não auxiliei os grupos durante o desenvolvimento de seus trabalhos.

4) O trabalho sobre o meio ambiente fez parte do conjunto de avaliações bimestrais da turma? De que forma?

() O projeto não fez parte das avaliações bimestrais.

Participação dos alunos

5) Como foi a participação, o envolvimento dos estudantes para o desenvolvimento do projeto?

() Não tenho como analisar a participação dos estudantes.

6) De que forma o desenvolvimento deste projeto contribuiu ou não para a formação dos estudantes, de maneira geral?

() O projeto não contribuiu para a formação geral dos estudantes.

() Não tenho como avaliar a contribuição do projeto para a formação dos estudantes.

7) De que forma você avalia o aproveitamento dos estudantes, em termos de conteúdos, com o desenvolvimento dos projetos?

() O projeto não contribuiu para que os estudantes compreendessem os conteúdos tratados.

() Não posso avaliar a compreensão dos estudantes acerca dos conteúdos.

Geral

8) O projeto apresentou efetivamente características interdisciplinares? Se sim, de que forma?

9) De que forma a inserção dos temas ambientais facilitou (ou não) o trabalho com os conteúdos específicos?

10) O que poderia ser feito de maneira diferente para que os resultados encontrados fossem ainda melhores?

DADOS OBTIDOS

Disciplinas e turmas:

Professor A: Biologia, turmas 2A2010 e 2Q2010

Professor B: Química, turma 2Q2010

Professor C: Química Orgânica, turma 2Q2010

Professor D: Sociologia, turmas 2A2010 e 2Q2010

Questão 1

Professor A: Minha participação se refere à discussão juntamente com a Prof. Riama sobre as regras e prazos para entrega das fases do projeto.

Professor B: A professora Riama, diante das dificuldades em conseguir o envolvimento direto dos professores da área de Química, solicitou minha ajuda aos estudantes referentes aos problemas enfrentados pelos mesmos na elaboração dos projetos e experimentos, principalmente quanto às questões de ordem prática de execução dos mesmos.

Professor C: Neste projeto, apenas colaborei tirando dúvidas dos alunos e orientando-os relativamente as reações químicas envolvidas nas maquetes montadas.

Professor D: Minha participação consistiu em uma aula expositiva cuja abordagem foi baseada na questão das relações entre trabalho e meio ambiente, tomando como referência o modelo de produção industrial.

Questão 2

Professor A: Nas aulas normais não foram abordados esses temas, mas foram discutidos de forma particular com alguns grupos.

Professor B: Sou Técnico em Assuntos Educacionais e auxilio alguns docentes no laboratório de química, porém, nenhum dos professores com os quais trabalho diretamente se envolveu nesse projeto, de modo que não posso precisar qual desses temas foi trabalhado em sala de aula. Os temas que participei foram: chuva ácida e aquecimento global; porém foi necessário diferenciar camada de ozônio e aquecimento global e efeito estufa.

Professor C: Aquecimento Global, Chuva ácida e camada de ozônio.

Professor D: De um modo geral os assuntos abordados foram: o questionamento do modo de produção industrial; o conceito de desenvolvimento sustentável/ conflito de gerações; a questão da água e sua privatização; luta ecológica à luz dos movimentos sociais.

Questão 3

Professor A: As intervenções foram no auxílio da escolha do experimento e na montagem do mesmo, visto que tinham dúvidas de como montar e que materiais utilizarem. Foram fora de sala de aula e também houve indicação de algumas bibliografias.

Professor B: Os estudantes me procuraram nos corredores da escola e na biblioteca com dúvidas quanto às questões relacionadas a efeito estufa, aquecimento global e principalmente chuva ácida. Procurei ouvir essas dúvidas e mostrar qual (ou quais) eram as incoerências e erros conceituais demonstrados por eles através das dúvidas. Após os devidos esclarecimentos, as propostas de experimentos eram discutidas e analisadas. Orientava-os sobre quais meios de pesquisa e organização do grupo de estudantes, com as devidas divisões de trabalho e participação na equipe; e esperava que as propostas fossem trazidas para discussões que ocorriam de forma informal, ainda nos corredores. Procurei também conseguir alguns materiais que a escola não dispunha, de modo a permitir que as experiências pudessem ser testadas.

Professor C: Basicamente os alunos chegaram com idéias e as mesmas foram elaboradas de acordo com as condições de laboratório e de material existente no IFSP Sertãozinho.

Professor D: Não auxiliei os grupos durante o desenvolvimento de seus trabalhos.

Questão 4

Professor A: O projeto não fez parte das avaliações bimestrais.

Professor B: Não posso precisar.

Professor C: O projeto não fez parte das avaliações bimestrais.

Professor D: O projeto não fez parte das avaliações bimestrais.

Questão 5

Professor A: Muito boa, na verdade excelente! Eles se envolveram e perceberam a importância do projeto.

Professor B: A participação existiu desde a elaboração dos temas e propostas de experimentos. Eles traziam a proposta de experimento e minha participação foi somente mostrar a eles quais as dificuldades operacionais e apontar alguns erros conceituais, em alguns momentos. A participação dos alunos não foi equânime, sendo que alguns deles me procuraram desde quando a professora propôs a atividade e outros só o fizeram na semana anterior da apresentação como forma de avaliação. A elaboração das atividades e experimentos foi realizada pelos alunos, inclusive a pesquisa e o material básico, como potes, tesoura, fósforos, entre outros, foram trazidos pelos grupos. Posso afirmar que houve muito empenho por alguns membros e pouco de outros, que ficaram somente observando e aceitando as decisões tomadas.

Professor C: Neste caso o envolvimento dos grupos formados foi efetuado em sua grande maioria fora do horário de aulas mostrando a motivação inerente ao desenvolvimento do projeto, melhorando consideravelmente o aprendizado dos alunos.

Professor D: Não tenho como analisar a participação dos estudantes.

Questão 6

Professor A: Contribuiu para percepção de desenvolvimento de projeto, responsabilidades, construção de baner e confecção de experimento.

Professor B: Acredito que eles puderam perceber o quanto é difícil elaborar e executar experimentos no ambiente escolar. Algumas idéias tiveram que ser descartadas devido à necessidade de adequar a atividade com o público alvo (já que os experimentos eram para serem exibidos em eventos externos à escola) e isso foi interessante, pois pode mostrar a eles que não era necessário somente pensar no conteúdo, mas em como executar os experimentos, levando em consideração a segurança dos convidados e dos próprios estudantes (houve inclusive o caso de irritação das narinas de um deles, por tentarem fazer um dos experimentos fora do local adequado – que era a capela). A questão referente aos conteúdos estudados e a devida profundidade sobre cada tema, além do grau de envolvimento de cada um dos envolvidos e dos membros do grupo, apresenta como diferencial o fato de permitir aos estudantes analisar a própria participação em todas as etapas do projeto e, portanto, compreender de forma, tanto global como sistêmica, a evolução do trabalho.

Professor C: Sempre se percebe claramente que atividades especiais são motivadoras no aprendizado geral dos alunos, complementando sua formação. Neste caso específico percebe-se a interação das aulas formais com as atividades realizadas contribuindo significativamente para a observação (por parte dos alunos) da correlação do dia a dia com a química.

Professor D: Não tenho como avaliar a contribuição do projeto para a formação dos estudantes.

Questão 7

Professor A: Não posso avaliar a compreensão dos estudantes acerca dos conteúdos.

Professor B: Muitas discussões foram realizadas e alguns conteúdos puderam ser explicitados, de modo que os estudantes tiveram oportunidade de modificar e, em alguns casos, reestruturar os conceitos e conteúdos. A riqueza deste trabalho esteve diretamente ligada a esse processo de redescoberta em conjunto com a ampliação dos conteúdos e conceitos.

Professor C: Como citado anteriormente, os conteúdos tratados são do dia a dia, então com a realização de atividades práticas foi possível concluir que o desenvolvimento dos projetos fez com que o aproveitamento dos alunos fosse aumentado, contribuindo ainda para a motivação em outros assuntos tratados em paralelo aos citados.

Professor D: Não posso avaliar a compreensão dos estudantes acerca dos conteúdos.

Questão 8

Professor A: Creio que sim, pois para confecção dos experimentos tinham que conhecer conceitos de física, química e biologia além da língua portuguesa para a escrita dos relatórios e do próprio baner.

Professor B: Sim, foram várias questões envolvidas e os temas só poderiam ser tratados de maneira interdisciplinar. Química, Física, Matemática, e questões ambientais foram os pilares para resolver os principais questionamentos acerca dos temas.

Professor C: Sem dúvida alguma. Foram em minha opinião tratadas concomitantemente as disciplinas de Física e Química, com participação da disciplina de Biologia. Quando analisamos efeito estufa, camada de ozônio e chuva ácida, fica bem claro o envolvimento destas disciplinas.

Professor D: Sim, uma vez que foi possível estabelecer um diálogo entre os diferentes componentes curriculares. Particularmente à luz da sociologia foi possível analisar conteúdos históricos e geográficos por meio dos quais a análise sociológica se explicita, tendo em vista o debate acerca das questões ecológicas. Nesse aspecto, a sociologia, a história e a geografia foram amplamente exploradas no processo de compreensão de questões ambientais relevantes.

Questão 9

Professor A: Para mim não houve interferência.

Professor B: Os temas ambientais foram a porta de entrada para os conteúdos específicos. O fato de perceberem a aplicação, nas questões práticas do dia a dia no planeta, dos conteúdos específicos estudados em química, física e ciências em forma geral, auxiliou-os no fortalecimento dos conceitos, pois estiveram associados a essas temáticas de forma direta e objetiva.

Professor C: Como citado anteriormente: a motivação dos alunos e a interdisciplinaridade dos projetos propostos fomentaram discussões, fazendo com que as competências e habilidades fossem enaltecidas.

Professor D: Particularmente em sociologia, os temas ambientais abrem a possibilidade para uma reflexão ampla, envolvendo diferentes conteúdos, tais como: relações de trabalho, modo de produção e consumo, cultura e natureza.

Questão 10

Professor A: Creio que se fosse feito com o tempo maior, que pudesse ser estendido os prazos, o aproveitamento seria maior. Tanto para o professor conseguir abordar os temas e ter como consequência o aproveitamento de conceitos.

Professor B: As discussões com os alunos poderiam ter horários específicos, tanto de forma individual quanto com todos os membros do grupo. Outra coisa que poderia ter sido diferente é a falta de discussão entre os responsáveis pelas disciplinas, de modo a permitir alterações na

condução do processo através de avaliações técnicas, que considerem as necessidades de cada área e expectativas de cada docente. Em alguns casos, precisei reformular as idéias junto aos alunos, pois não contemplavam as orientações do docente responsável.

Professor C: Imagino que um maior comprometimento de outras disciplinas e logicamente de outros profissionais da educação seria primordial para conseguirmos transformar o resultado que considero BOM para Ótimo. Quanto mais interdisciplinar for um projeto mais difícil é a coordenação, porém, caso tenhamos profissionais de todas as áreas (com disponibilidade e/ou motivação e/ou capacitação) conseguiremos sem dúvida alguma chegar a essa otimização do aprendizado, possibilitando a sedimentação do mesmo.

Professor D: (em branco)