

RENY BISPO DE JESUS OLIVEIRA

**OS USOS DA ENERGIA NA CONCEPÇÃO DOS ALUNOS DO ENSINO
MÉDIO DO CEFET/PR-UNIDADE DE CURITIBA**

**FLORIANÓPOLIS
2003**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
MESTRADO EM EDUCAÇÃO**

RENY BISPO DE JESUS OLIVEIRA

**OS USOS DA ENERGIA NA CONCEPÇÃO DOS ALUNOS DO ENSINO
MÉDIO DO CEFET/PR-UNIDADE DE CURITIBA**

**Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Educação, do Centro de
Ciências da Educação-CED, da Universidade
Federal de Santa Catarina, visando à obtenção
do grau de Mestre em Educação.**

Orientador: PROF. DR. CARLOS ALBERTO MARQUES

Co-Orientador: PROF. DR. DEMÉTRIO DELIZOICOV NETO

**FLORIANÓPOLIS
2003**

AGRADECIMENTOS

No pacioso trabalho da água ao esculpir uma rocha, ela vai gotejando lentamente no mesmo ponto, talvez anos e anos sem que um só fragmento de rocha se separe da matriz. De repente, no impacto de uma única e determinada gota, a pedra se parte em dois ou em vários fragmentos. Não podemos atribuir o resultado àquela gota, mas a todas que vieram anteriormente. E assim, se deu a idealização e realização deste trabalho. Ele é o resultado da contribuição direta e indireta de muitas pessoas às quais não poderíamos deixar de agradecer, especialmente,

Ao professor Carlos Alberto Marques, a quem chamo carinhosamente de Beбето, meu orientador de pesquisa, pela amizade e firmeza com que conduziu este trabalho.

Ao professor Demétrio Delizoicov, pela co-orientação, paciência e amizade na condução deste trabalho, o meu carinho, gratidão e minha eterna admiração.

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET/PR)-Unidade de Curitiba, representado na pessoa do professor Cion Cassiano Basso, pelo conjunto de concessões que permitiram a realização deste Mestrado.

A Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC-SC), aqui representada na pessoa do professor Dr. João Josué da Silva Filho, Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Educação, pelo apoio em todas as atividades relacionadas ao curso.

Ao Departamento Acadêmico de Química e Biologia (DAQBI), do CEFET/PR-Unidade de Curitiba, representado na pessoa do professor Nestor Moraes, atual chefe e em especial à secretária Suely Alves Vieira, grande amiga que, além de suporte técnico, me suportou nos momentos de desespero, com sua grande capacidade de dizer a palavra certa na hora certa.

Aos colegas de turma, pela colaboração e, especialmente a Eliani, pelo suporte espiritual tão importante nesta caminhada.

A minha família, principalmente a meus filhos, pela compreensão de minhas ausências mesmo estando fisicamente presente.

A meu Deus, por se fazer presente em minha vida, e, especialmente, por ter-me permitido perceber, que mais importante que o “conhecimento” é a vontade de “conhecer” e a motivação para consegui-lo. Pois foi na busca de conhecimento que encontrei e mantive esta paixão, este entusiasmo e esta energia que animam minha existência. E foi na busca de conhecimento que também “O” encontrei.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	ii
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO I	
O OBJETO DE ESTUDO VISTO A PARTIR DA CONSTRUÇÃO E NATUREZA DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO	8
I.1. Introdução	8
I.2. O Conhecimento Científico à Luz da Epistemologia Bachelardiana	9
I.I.3. As Concepções Alternativas no Ensino de Ciências	17
I.I.4. O Objeto de Pesquisa Visto na Perspectiva da Química	22
CAPÍTULO II	
ENERGIA E SOCIEDADE	29
II.1. Introdução	29
II.2. Levantamento Histórico Sobre os Usos da Energia	31
II.3. Energia: Fontes e Tipos	39
II.4. A Organização das Fontes, Formas e Usos da Energia na Rede Sinótica de Significados	61
CAPÍTULO III	
A ENERGIA NO ENSINO DE QUÍMICA	65
III.1. Introdução	65
III.2. O Ensino de Química X LDB/96	67
III.3. O Ensino de Química Abordagem das DCNEM	68
III.4. OS PCNs e o Ensino de Química no Ensino Médio	69
III.5. Os Usos da Energia e o Conteúdo Curricular de Química nas Matrizes Curriculares de Referência	73
III.6. Os Usos da Energia nos Planos de Ensino e no Livro Didático	76
III.7. A Organização dos Conteúdos Curriculares de Química	80

CAPÍTULO IV	
O QUE PENSAM OS ALUNOS SOBRE OS USOS DA ENERGIA.....	82
IV.1. Introdução.....	82
IV.2. Característica do Instrumento Utilizado.....	83
IV.3. Pesquisa de campo: Entrevistas.....	87
IV.4. Protocolo de Entrevista e Detalhamento das Questões Propostas aos Alunos.....	89
IV.5. Análise das Respostas Obtidas.....	94
IV.6. O Universo Conceitual dos Alunos Formandos do Ensino Médio Visualizado na Rede Sinótica de Significados.....	120
IV.7. Considerações Finais.....	125
V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	129
VI. ANEXOS.....	135
ANEXO 1 – OS DESCRITORES DE QUÍMICA.....	135
ANEXO 2 – PLANOS DE ENSINO DE QUÍMICA.....	144
ANEXO 3 – TERMO DADO AO ALUNO.....	153
ANEXO 4 – PROTOCOLO DE ENTREVISTA.....	154
ANEXO 5 – BLOCO I.....	158
ANEXO 6 – CENÁRIO I.....	166
ANEXO 7 – CENÁRIO II.....	167
ANEXO 8 – CENÁRIO III.....	168
ANEXO 9 – TABULAÇÃO DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS-BLOCO II.....	169

RESUMO

Constitui-se objeto deste trabalho levantar as concepções que os alunos do Ensino Médio do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET/PR)–Unidade de Curitiba, têm sobre os usos da energia, relacionando-as com os conceitos químicos. A finalidade do estudo foi identificar os significados que os alunos dão aos conteúdos científicos, como eles os empregam em situações do cotidiano e qual a abrangência desses na análise que fazem sobre fontes, formas e usos de energia. O estudo dos usos da energia foi abordado sob três aspectos: *histórico*, através de um levantamento bibliográfico; *documental*, através dos documentos oficiais e escolares concernentes à disciplina de Química no Ensino Médio da referida Instituição e *social*, através de uma investigação dirigida a 20 alunos das 3^{as} séries do Ensino Médio da mesma escola. Em função dos estudos realizados, construímos Redes Sinóticas de Significados que, além de fornecer os dados para elaboração do instrumento de pesquisa foram tomadas como parâmetro para análise e interpretação das respostas dos alunos. Finalmente, procuramos interligar os estudos *históricos*, *documental* e *social* para visualizar as relações existentes. Sugerimos uma proposta pedagógica em que a organização dos vários significados de um conceito dentro de uma rede, possa evidenciar o universo conceitual da turma, e sirva portanto como instrumento de avaliação permanente entre os conhecimentos Químicos: 1 - historicamente construídos e circulantes na sociedade; 2 - propostos como conteúdos de Ensino; 3 - ensinados e apreendidos na disciplina de Química.

ABSTRACT

This work aims at raising the conceptions high school students at Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET-PR) Curitiba Unit, have about the uses of energy, relating them to the chemical concepts. The objective of the study was to identify the meanings students give to scientific subjects, how they use them in daily situations and what is their inclusion in the analysis students do about sources, forms and uses of energy. The study about uses of energy was examined considering three aspects: *historical*, through a bibliographic study; *documental*, checking official and school documents related to Chemistry, studied in high school at CEFET-PR and *social*, through an investigation directed to 20 high school students in the third year at CEFET-PR. According to the studies, Synoptical Nets of Meaning were built, and these nets besides supplying data for the elaboration of the research instrument, were taken as a parameter for analysis and interpretation of the students' answers. Finally, the three studies (historical, documental and social) were interconnected in order to visualize the existing relationship. A pedagogical proposal was suggested in which the organization of the different meanings of a concept inside a net, may put in evidence the conceptual universe of the high school group, and in this way it acts as an instrument of permanent evaluation among the Chemical knowledge. 1- historically built and spreading in the society; 2 – proposed as a teaching subject; 3 – taught and learnt in the discipline of Chemistry.

INTRODUÇÃO

Relatamos aqui o resultado de estudos relativos aos usos da energia na concepção dos alunos do Ensino Médio do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná-Unidade de Curitiba (CEFET/PR), bem como o levantamento, a síntese e a organização de informação sobre as várias fontes e formas de energia de que o homem tem-se utilizado ao longo da história. Tais estudos possibilitaram-nos um olhar mais criterioso sobre a forma como a escola vem tratando tal temática no Ensino Médio, especialmente no Ensino de Química.

Para sintetizarmos as idéias individuais dos alunos, num quadro homogêneo de significados, de forma que representasse o universo conceitual da turma no final da escolaridade média, escolhemos uma determinada metodologia de investigação. Tal escolha, possibilitou realizar a pesquisa em três fases distintas: primeiramente, buscamos na epistemologia histórica do filósofo francês Gaston Bachelard (1884 - 1962), referenciais para o embasamento teórico. Refletiu-se sobre a natureza e a construção do conhecimento científico na abordagem bachelardiana, isto é, concebendo rupturas e descontinuidades.

Bachelard se tornou referência principal neste trabalho, pelas suas idéias, segundo as quais os princípios científicos da ciência moderna não se traduzem só na mudança dos conhecimentos científicos, mas também nos processos de pensamento, nas atitudes, nos valores e interesses que o caracterizam. Devido a sua ampla formação intelectual, BACHELARD reuniu, no conjunto de suas obras, conhecimentos de caráter distintos que deram conta das duas dimensões abordadas neste trabalho: a dimensão epistemológica que sustenta o conhecimento científico e a dimensão pedagógica responsável pela difusão e incrementação deste conhecimento.

No que se refere a dimensão pedagógica do conhecimento científico, além dos problemas apontados por BACHELARD (1953; 1977; 1978; 1999), os quais serão difundidos durante a exposição do trabalho, CHASSOT (1998), aponta que no ensino das disciplinas científicas do Ensino Médio, a aprendizagem de Química ainda é caracterizada por mera reprodução linear e cumulativa de conteúdos formais e inadequados existentes no livro didático. Além de a escola não trabalhar com as incertezas próprias do conhecimento científico, ela também não possibilita que o aluno perceba que existem outras formas de se pensar e conceber a realidade, que são diferentes da clareza cotidiana.

LOPES (1999), estudiosa e comentadora respeitada das obras de BACHELARD, aponta que para compreender a noção de ruptura no conhecimento científico é necessário

assumir uma nova forma de compreender toda a história deste conhecimento. Por exemplo, até 1905, época em que Einstein elaborou a teoria da relatividade, a ciência era compreendida essencialmente como cumulativa. Ninguém ousava questionar o conhecimento científico estabelecido. Os conceitos e as teorias científicas eram interpretados e entendidos como verdadeiros, definitivos e universais.

Na opinião da referida autora, na escola ainda continua a difusão do conhecimento científico como algo imutável e não questionável. Podemos ilustrar tal denúncia com o caso de a teoria da Relatividade, segundo a qual, quando se trabalha a equivalência massa e energia na velocidade da luz, as leis de Newton podem ser negadas, não ser questionada pela escola em nenhum momento.

No entanto, para que o aluno possa questionar e conciliar tais teorias, ele precisa ter conhecimento suficiente sobre cada uma delas e saber defini-las precisamente dentro do seus respectivos campos de validade e aplicação.

À medida que se avança no estudo histórico do conhecimento científico, percebe-se que ele é produto de uma construção social, e como tal, subordinado à visão de mundo prevalecente em cada época específica. Parece contraditório, mas é dialético. Ao mesmo tempo em que o conhecimento científico está subordinado às visões de mundo de cada época histórica, estas, são suplantadas à medida que novas descobertas vão sendo realizadas no campo do conhecimento científico.

Portanto, foi na revisão de literatura realizada na primeira fase que extraímos a idéia de que para compreender-se e utilizar-se dos conhecimentos científicos circulantes na sociedade atual, e neste caso, incluem-se os referentes aos usos da energia, é preciso remontar a história para saber como se deu a construção/reconstrução e os usos de tais conhecimentos.

Nesse sentido, entendemos que a educação em Química, proporcionada pelo Ensino de Química no Ensino Médio, deve e pode desempenhar um papel fundamental.

Nesta perspectiva, o Ensino de Química no Ensino Médio deve propiciar aos alunos o domínio dos fundamentos científicos de forma que, ao se apropriarem dos conceitos científicos, possam utilizá-los como instrumentos críticos e reflexivos no processo de construção da cidadania. Assim, a educação em Química poderá ser um elemento importante, capaz de mudar a compreensão do aluno em relação à utilidade dos conhecimentos científicos trabalhados na escola.

Na segunda fase da pesquisa, discutiu-se a relação entre Energia e Química, principalmente no Ensino de Química destinado aos alunos do Ensino Médio e o resgate das

diferentes concepções sobre os usos da energia ao longo da história do homem em termos teóricos e práticos.

Buscou-se nesta fase da pesquisa: 1 – identificar as relações existentes entre os usos da energia e o desenvolvimento da sociedade; 2 – identificar as fontes e formas de energia resultantes dessas relações; 3 – identificar os conceitos referentes aos usos da energia que são veiculados nos documentos escolares e a forma como esses documentos abordam a relação Energia-Matéria nos processos físicos e químicos; 4 – verificar se os conceitos referentes às transformações da matéria estão relacionados com a geração ou necessidade de energia para que estas se processem e em quais conteúdos escolares o assunto é tratado.

Munidos dos conhecimentos adquiridos através dos estudos realizados nas duas fases citadas, desenvolvemos a terceira fase da investigação a qual foi estruturada numa pesquisa empírica que será descrita em detalhes no quarto capítulo da presente dissertação.

Adiantamos que, ao realizarmos a pesquisa empírica, tínhamos em mente apreender quais os significados que os alunos dão ao conceito de energia e como eles usam esses conceitos para explicar fenômenos do cotidiano. Almejávamos também captar a que está associado o conceito que eles têm de energia. Através das respostas deles às nossas perguntas, pretendíamos verificar a relação existente entre a explicação do aluno e a explicação científica para um mesmo fenômeno. Verificaríamos também se existe distanciamento entre os conceitos ensinados na disciplina de Química e aqueles apreendidos pelos alunos. Acreditávamos que, se entendêssemos como os alunos concebem os fenômenos que envolvem os usos da energia, poderíamos ter uma visão da sua concepção de energia.

No nosso entendimento, o presente trabalho apresenta relevância teórica por escolhermos um tema de interesse social, político, econômico e cultural para - através do que pensam os alunos sobre tal assunto – discutirmos a importância do Ensino de Química no Ensino Médio, já antecipa possibilidades de melhorias no processo de ensino-aprendizagem da Química e demais ciências.

Outro aspecto importante a ser salientado a respeito da relevância da presente pesquisa, é a visão de importantes teóricos da educação científica e da educação em Química, que focalizam, respectivamente, as concepções alternativas dos estudantes sobre determinados conceitos científicos e as relações destas com o conhecimento científico; e de pesquisadores de outras áreas do conhecimento que focalizam em seus estudos as fontes e formas de energia, a socialização do seu uso, e as formas de sua utilização.

Empiricamente, a relevância da pesquisa reside principalmente em analisar-se como o aluno usa os conhecimentos adquiridos na escola e em detectar-se quais são esses

conhecimentos para organizá-los numa “Rede Sinótica de Significados”¹ que permitirá ao professor e aos próprios alunos tomarem conhecimento do universo conceitual da turma.

Por outro lado, esta forma de representar num quadro único, as concepções dos alunos sobre os usos da energia, revela também que existe na mesma turma vários níveis de entendimentos e várias formas de interpretação para um mesmo objeto de conhecimento. Isso está de acordo com os princípios defendidos por BACHELARD e que serão tratados no primeiro capítulo desta dissertação.

Porém, outras questões importantes como: [1 *De que forma os conteúdos curriculares da disciplina de Química podem contribuir para a formação científica do aluno do Ensino Médio?*]; [2 *Quais/como os conceitos científicos relacionados com os usos da energia são trabalhados no Ensino de Química?*]; [3 *Qual o conhecimento que os alunos têm sobre as fontes e formas de energia utilizadas na sociedade atual?*], permaneceram motivando o desenvolvimento da presente dissertação.

De certa forma, os problemas aqui levantados, somados à falta de pesquisas científicas que abordam os usos da energia relacionados com a disciplina curricular de Química no Ensino Médio, constituíram o conjunto de motivos que, além de justificarem a temática escolhida, nos motivaram a desenvolver esta dissertação.

Frente a tudo isso, em forma de questões pode-se colocar o problema de pesquisa nos seguintes termos: Quais as concepções que os alunos do Ensino Médio do CEFET/PR – Unidade de Curitiba têm sobre os usos da energia?

Tradicionalmente a pedagogia construiu a noção de energia como se fosse complexa, a partir da noção de força aplicada e de espaço percorrido. Segundo BACHELARD (1953), ao analisar a noção de energia nesta fórmula de dimensões onde as noções de massa, de espaço e de tempo se intervêm e passam a ser primordiais, a pedagogia não comprova nada contra a existência sintética desta noção. Para o autor, no domínio dos átomos e das moléculas, esta análise completamente conceitual da noção de energia nunca poderá transformar-se numa análise realista, pois no domínio da Química, a noção de energia só poderá ser tomada como uma realidade primitiva. Para o autor, esta definição fundamental de energia herdada da mecânica clássica não se aplica à Química, porque nela, a força não aparece como o produto de uma massa por uma aceleração.

¹ “A Rede Sinótica de Significados é um esquema que deve, em princípio, conter todos os tipos e todas as formas de compreensão do objeto em estudo, revelado pelo instrumento utilizado”. (HIGA, 1988, p. 134).

Este é mais um motivo que justifica a nossa caminhada na busca das contribuições da epistemologia histórica de BACHELARD para interpretarmos como os alunos do Ensino Médio concebem a noção de energia trabalhada na disciplina de Química.

Nesta perspectiva, o conceito racional da energia em Química, desenvolvido por BACHELARD poderá contribuir em muito com o conhecimento químico na formação científica dos alunos do nível médio. Esta nossa interpretação é pessoal e se fundamenta na utilidade prestada por tal conhecimento no desenvolvimento desta dissertação que teve como objetivo principal detectar e descrever os entendimentos que os alunos formandos do Ensino Médio do CEFET/PR - Unidade de Curitiba têm sobre os usos da energia, com vistas a representar o universo conceitual da turma numa Rede Sinótica de Significados.

Assim, durante toda a investigação, buscamos entender a natureza do conhecimento científico como construção social, histórica e que comporta rupturas, na tentativa de capturarmos os elementos que fundamentassem o objeto deste estudo e a pesquisa empírica referente ao mesmo. Desse modo, necessitou-se em termos específicos:

- 1- Resgatar as concepções dos usos da energia ao longo da história em termos teóricos e práticos;
- 2- Investigar nos documentos oficiais² e escolares³, o tratamento conferido aos usos da energia no ensino de Química do CEFET/PR – Unidade de Curitiba.
- 3- Identificar um referencial para análise do nível conceitual dos alunos do Ensino Médio do CEFET/PR- unidade de Curitiba, que pudesse ser usado antes, durante e depois do processo de ensino.

A metodologia trabalhada nesta pesquisa enquadra-se como pesquisa qualitativa, embora comporte em certos momentos uma abordagem quantitativa (4^o capítulo: reconhecimento das fontes e formas de energia pelos alunos).

Ao buscar compreender as concepções dos alunos sobre os usos da energia, além dos procedimentos metodológicos já referenciados nesta introdução, foram seguidos outros que serão descritos na apresentação de cada um dos respectivos capítulos da presente dissertação.

A pesquisa foi realizada nas dependências do CEFET/PR- Unidade de Curitiba, no segundo semestre de 2002, especificadamente nos meses de agosto a novembro. O

² Documentos Oficiais: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – Lei nº 9394 de 20/12/96 (LDB); Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs); Diretrizes Curriculares Nacionais – Ensino Médio (DCNEM) e as Matrizes Curriculares de Referência para o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB).

³ Documentos Escolares: Planos de Ensino da Disciplina de Química, elaborados no Departamento Acadêmico de Química e Biologia (DAQBI) e o Livro Didático adotado na referida escola: Usberco e Salvador, 1998.

instrumento de pesquisa foi a entrevista semi-estruturada, a qual foi aplicada a 20 alunos concluintes do Ensino Médio.

Ao identificarmos o problema e justificarmos nossa opção temática, traçarmos os objetivos e caracterizarmos a amostra a ser investigada, cabe esclarecer que a nossa convicção inicial de trabalho era a de que: 1 - ao terminar o curso do Ensino Médio, os alunos deveriam ter concepções científicas formadas sobre os usos da energia, quando relacionada aos aspectos químicos das transformações materiais. Portanto, tais concepções poderiam ser descritas através das respostas às questões a que foram submetidos num processo de entrevista; 2 – que estas respostas poderiam ser interpretadas à luz da epistemologia histórica do filósofo francês Gaston Bachelard; 3 – que o universo conceitual da turma poderia ser organizado e representado numa Rede Sinótica de Significados que poderia servir como instrumento de avaliação permanente entre os conhecimentos químicos: historicamente construídos e circulantes na sociedade, os propostos como conteúdos de ensino e os ensinados e apreendidos no Ensino Médio através do ensino de Química.

Esta dissertação está estruturada da seguinte forma: a introdução que ora se descreve, aborda os aspectos gerais da pesquisa: o tema e sua problematização, os objetivos do trabalho, as justificativas e a estrutura dos capítulos.

No primeiro capítulo; O Objeto de Estudo Visto a Partir da Construção e Natureza do Conhecimento Científico, apresentamos a literatura responsável pelo embasamento teórico-empírico que alimentaram as idéias desenvolvidas neste trabalho. Iniciamos o estudo caracterizando o conhecimento científico na concepção bachelardiana; na seqüência há uma pequena abordagem sobre os estudos referentes às concepções alternativas dos alunos e finalizamos a primeira exposição epistêmica com uma apresentação do objeto de pesquisa na perspectiva da Química.

O segundo capítulo, Energia e Sociedade a partir da perspectiva CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). nos fundamentamos em autores que discutem e apresentam as relações entre energia e sociedade. Este levantamento se fez necessário para ampliar nossa compreensão como professores de Química para além do conteúdo específico da sala de aula; para fornecer elementos para elaboração do instrumento de pesquisa utilizado na coleta e análise das concepções dos alunos sobre os usos da energia e para pontuarmos alguns fatores relacionados aos usos da energia, que contribuíram para que a sociedade rompesse com certas visões de mundo e incorporasse outras. Nesta perspectiva, optamos em iniciar o capítulo falando dos usos da energia ao longo da história e sequenciá-lo com a caracterização e organização das principais fontes de energia disponíveis.

No terceiro capítulo, A Energia no Ensino de Química apresentamos o tratamento conferido à energia no ensino de Química do Ensino Médio do CEFET/PR- Unidade de Curitiba. O foco do estudo foi apreendermos os significados que são dados à energia no Ensino de Química; o que se ensina sobre energia e de que forma isto é feito, visando obtermos elementos de compreensão para às respostas dos alunos às questões sobre os usos da energia. Tal estudo teve por base os documentos oficiais e escolares (ver notas 2 e 3 da página 6), concernentes à disciplina de Química no Ensino Médio do CEFET/PR-Unidade de Curitiba.

O quarto capítulo: O que Pensam os Alunos Sobre os Usos da Energia, constitui-se de uma síntese sobre as principais compreensões dos alunos sobre os usos da energia bem como apresentação e discussão de todas as etapas constituintes da pesquisa empírica. Abordamos desde a elaboração do instrumento de pesquisa, passando pela aplicação e análise, à organização dos resultados na Rede Sinótica de Significados, tomada como instrumento de compreensão da teoria presente na sala de aula. Na seqüência, procuramos avaliar o pensar e as compreensões dos alunos, tendo como referência os conhecimentos adquiridos no capítulos anteriores. Com uma rápida conclusão e algumas recomendações que serão apontadas como sugestões de continuidade de estudo, foi finalizado esse capítulo.

Ao final, apresentamos as Referências Bibliográficas e, finalmente os Anexos. Nesses Anexos apresenta-se um exemplar de cada instrumento/material que foi utilizado no trabalho, bem como todo procedimento por nós realizado e não incluído no corpo do trabalho.

CAPÍTULO I. O OBJETO DE ESTUDO VISTO A PARTIR DA CONSTRUÇÃO E NATUREZA DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

I.1. INTRODUÇÃO

Para detectar, descrever, explicar e organizar o universo conceitual de alunos de qualquer nível de ensino ou de qualquer escola, e neste caso específico, dos formandos do Ensino Médio do CEFET/PR-Unidade de Curitiba, é indispensável a revisão da literatura para fornecer idéias e fundamentos que balizem tais ações.

Nesta perspectiva apresentamos nesse primeiro capítulo a visita que fizemos à literatura, principalmente àquela sobre a Epistemologia do Conhecimento Científico, bem como aquela relativa a sua formação, organização e difusão. A literatura científica é rica em abordagens desse tema, no entanto, optamos em usar as idéias contidas na obra do filósofo francês Gaston Bachelard (1884-1962), que se encontram cristalizadas em sua epistemologia histórica, para iluminar as posições que tomaremos nesta dissertação.

No presente trabalho, não existe uma etapa mais importante que outra, porém, optamos em iniciá-lo pela reunião dos elementos particulares que nos possibilitarão transitar entre as várias etapas, sem perdermos o foco central da discussão: as concepções dos alunos formandos do Ensino Médio sobre os usos da energia.

Iniciaremos o estudo caracterizando o conhecimento científico na concepção bachelardiana, na seqüência faremos uma pequena abordagem sobre os estudos referentes às concepções alternativas dos alunos e finalizaremos esta primeira exposição epistêmica com uma apresentação do objeto de pesquisa na perspectiva da Química.

1.2. A NATUREZA DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO À LUZ DA EPISTEMOLOGIA BACHELARDIANA

Gaston Bachelard, filósofo, historiador das ciências, professor e poeta francês, nasceu em 1884 num vilarejo denominado Bar-sur-Aube, no interior da França e morreu em 1962, em Paris. Ao viver a emergência da ciência contemporânea, praticando-a, BACHELARD construiu uma concepção de ciência inovadora a qual, em muitos aspectos, é caracterizada por uma grande exigência de rigor. (SANTOS, 1991).

BACHELARD estudou Matemática porque pretendia ser engenheiro, mas seu sonho foi interrompido com a eclosão da 1ª Guerra Mundial (1911-1918), época em que iniciou sua carreira no magistério secundário como professor de Física e Química em sua cidade natal. Mais tarde, entre 1920 e 1927, licenciou-se e doutorou-se em Filosofia. Lecionou História e Filosofia das Ciências na faculdade de Dijon e na Sorbonne. (PESANHA, 1979).

BACHELARD escreveu várias obras dedicadas ao espírito científico, nas quais ele ressalta que as rupturas na evolução do conhecimento científico só têm sentido para uma ciência evoluída, exatamente por comportar tais rupturas. A citação abaixo, corrobora tal afirmação:

Sempre nos pareceu cada vez mais evidente, ao longo dos nossos estudos, que o espírito científico contemporâneo **não poderia situar-se na continuidade** com o bom-senso, que este novo espírito científico representava um jogo mais arriscado, que formulava teses que, antes de mais nada, podem ferir o senso comum. Com efeito, julgamos que o **progresso científico manifesta sempre uma ruptura**, entre o conhecimento comum e o conhecimento científico. (BACHELARD, 1953, p. 241. Grifos nossos).

Foi ao lado, portanto de sua prática, quer como professor de Física e Química do Ensino Secundário quer como professor de História e Filosofia das Ciências do Ensino Superior que BACHELARD teorizou sua pedagogia para o ensino de conceitos científicos. É importante salientar que ele não escreveu nenhum livro de pedagogia, porém, tanto os comentadores de sua obra, quanto seus ex-alunos, ressaltam a sua forma de ensino como um exemplo vivo do seu modelo pedagógico. (SANTOS, 1991).

As pesquisas realizadas por SANTOS (1991) apontam que a obra de BACHELARD foi construída à medida que ele exercia sua ação didática. Tais pesquisas apontam que entre 1928 e 1961, ele escreveu 25 livros, 50 artigos e prefaciou muitas obras notáveis. Portanto, tal obra é resultado da investigação e da interpretação que ele fazia dessa ação enquanto ensinava.

Vista desta maneira, a pedagogia bachelardiana contrapõe a pedagogia continuísta da historicidade empírica, ou seja, àquela em que o professor se limita a uma apresentação histórica objetiva de conceitos, em favor de uma pedagogia que o professor estimule o aluno a analisar, a julgar e a distinguir o erro da verdade, no sentido do conhecimento científico aceito.

A reflexão sobre as teses bachelardianas que dizem respeito à construção do conhecimento científico revela a relação que o cientista estabelece entre a pesquisa científica de ponta e a pedagogia.

Nunca passou pela nossa imaginação a existência de relações entre especulações teóricas muito elaboradas como uma teoria da Relatividade e a pedagogia. No entanto, segundo SANTOS (1991), BACHELARD não só estabeleceu as relações existentes como também mostrou que as rupturas provocadas por tais especulações teóricas provocaram rupturas na pedagogia de base.

Quando BACHELARD postula que só através do ensino é possível formar um novo espírito científico, ele não quer dizer que a pedagogia faz isto, mas que o novo espírito científico exige tal pedagogia. Ou seja, ele defende a idéia de que não é possível ensinar uma Ciência contemporânea com os métodos pedagógicos clássicos, e sugere que se tracem novas diretrizes no que diz respeito à metodologia do ensino científico.

É sobretudo por esta sua forma de pensar que recorreremos a sua epistemologia histórica, que é também pedagógica, para analisar as concepções que os alunos do Ensino Médio têm sobre os usos da energia na perspectiva da Química.

Defendemos a idéia de que, quando o ensino dos conceitos científicos é feito de forma que possibilite os alunos acessarem as tramas e os conflitos que os envolveram desde à sua formulação, está-se colaborando com a verdadeira formação científica dos estudantes e a conseqüente mudança de cultura. No entanto, para que tal formação aconteça, o ensino de Química deve fornecer aos alunos os elementos que lhes possibilite transitar entre os dois níveis de cultura, ou seja, o do senso comum e o da cultura elaborada.

Os princípios defendidos por BACHELARD ao longo de sua obra, e que acessamos nesta revisão teórica, não só ajudaram a formar como a sustentar esta concepção que temos a respeito do ensino dos conceitos científicos no Ensino Médio.

Por outro lado, ao tomarmos a evolução do pensamento científico, vamos encontrar em BACHELARD (1999) três grandes períodos que a caracterizam: 1 - o primeiro, que representa o *estado pré-científico*: abrange desde a antiguidade até o início do século XVIII;

2 - o segundo, que caracteriza o *estado científico*, engloba parte do século XVIII até início do século XX; 3 – e o terceiro, que corresponde ao estado atual, é identificado como o *novo espírito científico*, o qual segundo o referido autor, inicia-se em 1905 com a teoria da Relatividade.

O *espírito científico* propagado por BACHELARD (1999), em suas teses, corresponde ao “conjunto de hábitos, pensamentos, atitudes, valores e interesses que constituem a matriz que fundamenta psicologicamente a construção do conhecimento científico”. (P. 145).

Segundo o referido autor, enquanto o *espírito científico antigo* focalizava o lado experimental e imediato do conhecimento, o *novo*, ao contrário, focaliza o lado teórico; enquanto o *espírito científico antigo* se limitava aos acontecimentos naturais e visava descobrir as leis gerais e objetivas que regiam tais fenômenos, o *novo* objetiva impor uma ordem aos fenômenos e ensaia abstrações cada vez mais audaciosas.

BACHELARD considera a Química Moderna – e a fortiori, a Química Contemporânea, a ciência que marcou e caracterizou o novo espírito científico. Sua tese é fundamentada no fato de que esta Química age sobre o natural, ora purificando, ora retificando ou recompondo. Ele comenta em sua obra que a Natureza é muito pobre em exemplos de fenômenos químicos naturais. Daí a sua admiração pelo progresso da Química que se deu em função do homem aprender a dominar os princípios da matéria e realizar as sínteses. No velho espírito científico, o método utilizado era a análise, o que supunha a existência da substância. No novo, ao contrário, sintetiza-se o que não existe na natureza. Podemos exemplificar com a síntese e posterior produção comercial do “álcool etílico” (etanol, C_2H_5OH), que é um produto inexistente na natureza.

Portanto, o que estrutura/identifica a Química Contemporânea ou o novo espírito científico não é só a mudança dos conhecimentos científicos, mas são também os processos de pensamento, as atitudes, os valores e interesses que os caracterizam.

Em sua análise dos conhecimentos circulantes na sociedade, BACHELARD nos ensina que no conhecimento comum, os “dados” são como que oferecidos gratuitamente pela realidade por serem captados pela percepção imediata do sujeito. Já no conhecimento científico, acontece o contrário: os “dados” resultam de uma reflexão. Para o autor, entre a percepção sensível e o estabelecimento do apanhado como conhecimento científico, o sujeito conhecedor refaz um longo caminho através da ciência teórica. É portanto, este afastamento do sujeito da experiência sensível que lhe permite elaborar ou construir o conhecimento científico. É preciso admitir que entre o dado e o recebido, existe um tempo de reflexão, para o estabelecimento do conhecimento científico, o que não se observa no estabelecimento do

conhecimento comum, o qual se constitui por observações, sensações e opiniões justapostas, aproximadas por analogias grosseiras ou semelhanças de rigor pouco preciso. É caracterizado portanto, pelas explicações isoladas, não tem estruturas de referência, nem teoria de suporte.

No entanto, este tipo de conhecimento só poderá ser criticado e comparado ao conhecimento científico pelos sujeitos que transitam entre esses dois níveis de conhecimentos ou de cultura. Daí a nossa defesa de um ensino de Química que possibilite e faça tal trânsito.

BACHELARD fala de um *real científico*, para descrever uma noção que é apreendida por meio de uma experiência científica, como no caso dos isótopos, que só passaram a existir após a sua descoberta através do “espectrômetro de massa”⁴. PARENTE (1990) contribui para o esclarecimento dessa noção dizendo que “*esse real científico é indireto, em contraposição ao real do conhecimento vulgar, considerado direto ou imediato*”. (p.30. Grifos da autora). Portanto, trata-se do real construído e realizado na relação sujeito-objeto, mediada pela técnica. Esta associação entre fenômeno e técnica caracteriza a noção de “fenomenotécnica”, desenvolvida por BACHELARD (1977; 1978), exatamente para explicar as rupturas existentes entre o conhecimento científico e o conhecimento comum, bem como para explicar os fenômenos que não se encontram na natureza.

Nessa concepção, enquanto no nível da experiência comum, os conhecimentos são elaborados em função dos dados obtidos nas observações, no conhecimento científico, o processo se inverte e os dados passam a ser os resultados.

Conforme visto anteriormente, a obra de BACHELARD foi construída em grande sintonia com o seu tempo: são os conhecimentos sobre os fenômenos elétricos da matéria utilizados por ele para apontar a mudança de cultura científica ocorrida na Ciência contemporânea, principalmente no campo da Física e da Química. Mudança que se faz notar também na relação até então estabelecida entre sujeito e objeto, na qual o sujeito era o mero espectador. BACHELARD se utiliza dessas descobertas científicas do seu tempo para pontuar as rupturas entre o conhecimento científico e o conhecimento comum e apontar a necessidade de uma nova filosofia. É o que aponta LOPES (1994, p.338):

Diante da ciência de ponta do século XX, não haverá possibilidade de nos mantermos com as concepções do século XIX: por isso uma nova ciência exige uma nova filosofia. O empirismo, preso à percepção imediata dos fenômenos, cai por terra: a ciência não descreve mais os fenômenos, elas os produz.

⁴ O espectrômetro de massa é um “*aparelho no qual uma amostra é bombardeada com um feixe de elétrons, resultando íons ou fragmentos iônicos das espécies originais, que são separados segundo suas relações de massa/carga, com base nas diferenças dos percursos iônicos em um campo magnético ou elétrico*” (LOPES, 1996, P.260).

De acordo com esses pressupostos, práticas de ensino em que o conhecimento científico continua sendo trabalhado como algo estático, pronto, obtido através de dados, precisam ser repensadas. Neste sentido, a epistemologia bachelardiana pode contribuir mostrando aos professores que uma prática que não tem leis claras, coordenadas ou dedutivas, não pode ser pensada nem ensinada. Da mesma forma, uma teoria que não tem provas palpáveis nem aplicação à realidade imediata, não pode convencer plenamente. Para BACHELARD (1978, p. 5): “*Prova-se o valor real de uma lei empírica fazendo dela a base de um raciocínio. Legitima-se um raciocínio fazendo dele a base de uma experiência*”.

Diante desses pressupostos, justificam-se as críticas encontradas na literatura científica sobre o ensino de Química que é praticado em nossas escolas. Na perspectiva pragmática defendida por CHASSOT (1998), o referido ensino não contribui em nada para a formação científica dos alunos, da mesma forma que não suscita nenhum tipo de questionamento nos mesmos.

Em relação ao tipo de Ensino que se processa nas escolas, BACHELARD (1953) também faz sua crítica. Ora critica os professores que, ao facilitarem a aprendizagem do aluno, acabam entorpecendo o espírito do aprendiz. Ora critica aqueles que desprezam ou ignoram os conhecimentos de que o aluno é portador quando ingressa na sala de aula. Em resumo, BACHELARD aponta o próprio ato de ensinar ou de aprender como “obstáculos” ao aprendizado científico.

Para o autor, é no ato de conhecer que conhecimentos subjetivos, essencialmente de foro afetivo, agem no inconsciente do sujeito e entram o conhecimento objetivo. A essas resistências do pensamento, que impedem que o sujeito compreenda os conhecimentos elaborados, ele deu o nome de “*obstáculos epistemológicos*”.

Os obstáculos epistemológicos, portanto, são conhecimentos localizados no próprio sujeito; situados no inconsciente científico e dizem respeito a aspectos intuitivos, imediatos e sensíveis; a experiências iniciais; a conhecimentos gerais, unitários e pragmáticos; a perspectivas filosóficas empiristas, realistas, substancialistas e animistas; a interesses, hábitos e opiniões de base afetiva etc., que aparecem no ato mesmo de conhecer (BACHELARD, 1999, p. 13).

Neste entendimento, se as concepções dos alunos estão mais associadas a aspectos de natureza subjetiva, imediata, espontânea; privilegiam as qualidades sensíveis e procuram facilitar todo tipo de explicação, podem ser associadas aos obstáculos epistemológicos e como tal, ser consideradas como obstáculos à conceitualização científica.

Tal compreensão possibilita a utilização da categoria obstáculos epistemológicos na análise das concepções que os alunos formandos do Ensino Médio têm sobre os usos da energia.

BACHELARD (1999), teorizou e inventariou as principais categorias de obstáculos ao progresso da ciência e, nas situações pedagógicas em que eles obstruem a atividade racional do aluno, ele os denominou de “*obstáculos pedagógicos*”, dos quais destacamos: *a experiência primeira; o conhecimento geral; o obstáculo verbal; o conhecimento pragmático e o obstáculo animista.*

a) A *experiência primeira, pitoresca, concreta, fácil* é a experiência situada antes e acima da crítica, que capta o imediato, o subjetivo.

Na educação em ciência, o referido autor aponta as aulas de Laboratório em que o colorido e pitoresco de certas manifestações naturais seduzem os alunos, como obstáculos que impedem que os mesmos olhem para os fenômenos essenciais. Segundo o autor, a dificuldade em abandonar o pitoresco da observação primeira acaba contribuindo para o não aprendizado, pois impede que as crianças ou os jovens procurem o porquê de tais fenômenos e afirma: “*Em resumo, no ensino elementar as experiências muito marcantes, cheias de imagens, são falsos centros de interesse*” (*Ibidem*, p. 50).

b) O *conhecimento geral* é um conhecimento vago que imobiliza o pensamento. Em pedagogia se constitui num obstáculo pedagógico por aparecer imediatamente adaptado à idéia comum. Fornece a mesma resposta para todas as questões e desqualifica experiências de detalhe. Para o referido autor, quando os professores dizem para seus alunos que: “*todos os corpos caem*” (*Ibidem*, p.70), de certa forma, eles acham que tal afirmação é suficiente para que os alunos entendam a noção de “gravitação”. Este tipo de generalização obstaculariza a compreensão dos alunos ao impedirem que questionem as condições necessárias para que tal fenômeno aconteça, pois em tal forma de generalização, fica evidente que todos os corpos caem, sem exceção.

c) O *Obstáculo verbal* é uma falsa explicação obtida à custa de uma palavra explicativa. Em situações de ensino está relacionado com o uso exagerado de imagens, analogias e metáforas. No entanto, BACHELARD não condena o uso de imagens e metáforas no ensino de conceitos científicos, mas alerta para os casos em que esses elementos se constituem em obstáculos ao aprendizado dos conceitos científicos. Segundo o autor, isto ocorre quando eles se transformam em esquemas gerais que permanecem, em vez de assumirem um papel transitório.

BACHELARD (1953, p. 207) diz que a energia é uma das palavras que mais recebe essas conotações e aponta “*A energia é uma palavra que se perde no vago e na multiplicidade das imagens, na facilidade das metáforas*” A análise das respostas de nossos alunos a questões referentes aos usos da energia comprovam tal afirmação. No IV capítulo retomaremos o assunto.

d) O *conhecimento pragmático* traduz-se na procura do caráter utilitário de um fenômeno como princípio de explicação. BACHELARD (1999, p.92) diz que associar a utilidade ao fenômeno está fundamentado na convicção de que : “*encontrar uma utilidade é encontrar uma razão*”.

SANTOS (1991) constatou que em pedagogia parece claro aos alunos que é bastante referirem-se a aspectos utilitários dos conceitos para defini-los.

e) O *obstáculo animista* traduz-se numa tendência para, de modo ingênuo, animar, atribuir vida e, muitas vezes, propriedades antropomórficas a objetos inanimados.

Segundo a referida autora, em Educação em Ciência, o obstáculo animista constitui uma grande dificuldade à apropriação dos conceitos científicos, porque ao atribuir vida às substâncias, os alunos passam a interpretá-las como as responsáveis pela ocorrência dos fenômenos.

Esses conceitos serão discutidos no quarto capítulo, à medida que eles aparecerem nas respostas dos alunos.

Os obstáculos epistemológicos são polimorfos e como tais podem se desdobrar numa diversidade de longa enumeração, desnecessária para os objetivos do presente trabalho. Entretanto, esta limitação dos obstáculos citados não é fechada e não descarta a utilização de outras categorias que, por ventura, aparecerem nas respostas dos alunos.

Ao levantar os erros cometidos na construção do conhecimento científico ao longo da história e utilizar-se dos obstáculos epistemológicos para analisá-los, BACHELARD (1999) nos faz refletir sobre a ocorrência de muitos desses erros no processo de ensino-aprendizagem atual. No entanto, tal contribuição também nos leva à reflexão sobre a possibilidade de outras causas para as dificuldades dos alunos, não só individualmente, mas que fazem parte do próprio processo de amadurecimento científico.

Nessa perspectiva, buscamos entendimentos na obra “*Filosofia do Não*”, (BACHELARD, 1978), na qual ele emprega e desenvolve a noção de “*perfil epistemológico*”, formulado em termos de sistemas filosóficos de pensamento, para analisar a evolução de conceitos científicos e relacioná-los com as concepções teóricas da época em que eles eram usados. O filósofo usa também essa idéia para mostrar que um conceito, quando isolado do

seu contexto, pode apresentar significados que não estão de acordo com uma única filosofia, porque cada filosofia se apóia num único aspecto da realidade. Esse princípio é válido tanto na análise da evolução dos conhecimentos ao longo da história da Ciência, quanto na dos conhecimentos circulantes na sala de aula, ou dos alunos.

Para o filósofo, um dos papéis da escola é levar os alunos a perceber essas diferenças de significados para um mesmo conceito, bem como compreender os níveis de realidade onde eles funcionam ou não. Nessa forma de entendimento, a educação científica deverá introduzir o aluno numa nova cultura, sem no entanto, obrigá-lo a abandonar a sua.

Assim, através dessa breve exposição teórica, tivemos a intenção de explicitar o ensino de Química que concebemos, isto é, como o ensino que deve contribuir para a formação científica do aluno, entendendo-a como a necessidade, a forma e o caminho para o aluno poder transitar nos dois níveis da realidade apresentados neste trabalho: o do senso comum e o do conhecimento científico ou cultura elaborada.

O uso da epistemologia histórica de Gaston Bachelard como instrumento teórico dessa discussão mostrou também que o ensino de Química poderá fornecer ao educando o elemento de oposição que lhe permitirá a construção dialética do conhecimento científico. Isso significa que é o diálogo envolvido entre a concepção do aluno e o conceito científico que lhe possibilitará retificar a primeira em favor do segundo, o que não significa o abandono da sua concepção.

De modo geral, as idéias apresentadas nos parágrafos anteriores, mesmo que de forma resumida, confirmam nossa intenção inicial de mostrar que é possível: chegar ao conceito de energia a partir das concepções que os alunos têm sobre os usos dela, usando como fundamento teórico a epistemologia histórica de BACHELARD.

Dessa forma, na intenção de detectarmos estratégias de apreensão das concepções dos alunos sobre os usos da energia, faremos um resumo sobre as concepções alternativas que, para uns, podem significar formas que os alunos usam para entender e explicar a realidade; para outros, obstáculos ao conhecimento científico.

I.3. AS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Após os anos 80, vêm crescendo as investigações visando diagnosticar, em profundidade, a compreensão conceitual privada dos alunos: antes, durante e depois do ensino formal. Segundo SANTOS (1991), embora estas investigações não ignorem as concepções alternativas que são desencadeadas nos processos de ensino-aprendizagem, atuam mais especificadamente, naquelas que refletem experiências de aprendizagem anteriores à instrução formal.

LOPES (1999) aponta nas pesquisas relativas ao Ensino de Ciências, dentro da mesma linha, a existência de dois grupos de pesquisadores cujas opiniões são divergentes: 1 - existe o grupo de base construtivista que não problematiza as concepções prévias dos alunos como parte do conhecimento cotidiano deles, ou como componente de uma cultura mais ampla. Eles formulam o conceito de ecologia conceitual que corresponde aos conceitos gerais do indivíduo e compreende assim: as crenças, anomalias, analogias e metáforas, visões de mundo e visões metafísicas sobre ciências; 2 – o grupo que concebe o modelo de mudança conceitual. Porém, este grupo se caracteriza por duas linhas de pensamento distintas: numa linha encontram-se os pesquisadores que tratam as concepções dos alunos como “*misconceptions*”, ou seja, pensam as concepções do ponto de vista da ciência como incorretas e que devem ser suprimidas em nome das concepções científicas. Na outra linha, os que concebem as idéias dos alunos como “*concepções alternativas*”, ou seja, outra via possível frente à ciência tradicional. Na Área de Ensino de Química existem estudos nas duas direções citadas por Lopes: os que defendem a mudança conceitual e os que apontam para a necessidade de valorização de saberes populares, considerados como conhecimentos cotidianos.

Embora este não seja o foco desta discussão, concebemos tais pesquisas como fundamentais para a estruturação da problemática entre os vários tipos de conhecimentos existentes na sociedade, dos quais destacam-se: o científico, o comum e o do aluno.

Em conformidade com nossas convicções, o aluno do Ensino Médio deve adquirir uma formação científica através do Ensino de Química, nos moldes da apresentada e defendida neste trabalho.

Adotamos a idéia defendida por LOPES (1999) de que um sujeito com formação científica no mundo de hoje deve saber avaliar o alcance real de uma notícia científica, isentá-la das contaminações e ruídos da transmissão, saber interpretar o mundo e atuar criticamente sobre ele.

Portanto, a fim de analisarmos qual a formação adquirida pelos alunos do Ensino Médio, através do ensino de Química, é importante compreendermos como pensam os alunos antes e depois do processo de ensino formal. Na pesquisa empírica realizada, só apreendemos as concepções dos alunos sobre os usos da energia, após o ensino formal. Quanto às desenvolvidas antes ou durante tal ensino, para referenciá-las buscamos contribuições nos trabalhos de pesquisadores da área.

Atualmente, existe na literatura científica uma diversidade de estudos relativos à linha de investigação científica sobre os conteúdos das idéias dos alunos em relação aos diversos conceitos científicos, refletindo o interesse de investigadores e teóricos por inventariar e caracterizar as concepções alternativas dos alunos .

SANTOS (1991), após extensa pesquisa bibliográfica sobre concepções alternativas dos alunos de forma geral, aponta que a literatura consultada é reveladora de diversidade quanto à temática, quanto à amostragem e quanto à metodologia selecionada.

Os estudos realizados pela referida autora revelam uma abrangência temática vasta e diversificada, porém a maior gama de estudos empíricos concentra-se sobre determinados tópicos lecionados nas disciplinas curriculares de Física, Química e Biologia, com grande predominância para os de Física.

No que se refere à amostragem, a autora revela que os alunos selecionados vão desde as classes infantis a universitárias, sendo as unidades de análise, individual ou de grupo, como por exemplo, o grupo de alunos de uma classe ou de uma escola. Desta forma, as pesquisas realizadas referem-se a vários níveis etários dos alunos pertencentes as diversas classes social e econômica.

No entanto a maior dificuldade no estudo das representações dos alunos parece ser a escolha de uma metodologia que realmente possibilite a coleta dessas concepções. Na interpretação da autora, isto ocorre por que é difícil elaborar instrumentos que permitam a aproximação da realidade complexa, escondida e subjetiva, que são as formas que cada ser encontra/usa para representar a realidade. Portanto, na tentativa de uma aproximação, os investigadores têm recorrido a diferentes técnicas de colheita e de análise de dados, como as entrevistas individuais ou coletivas, os questionários escritos, a observação direta, a composição livre, etc.

Neste sentido, SANTOS (1991, p. 100) aponta que

quando se pretende avaliar o percurso pedagógico para fazer o ponto da situação após os alunos terem percorrido um certo caminho, utilizam-se metodologias mais estruturadas. Recorre-se à estratégias que permitem ao investigador observar por exemplo, se na fase de formulação do adquirido, os alunos ultrapassam ou não as primeiras formulações.

Procura-se observar qual a atitude dos alunos diante à primeira dificuldade. Se recaem nas concepções alternativas ou se estas são alteradas a favor de conceitos científicos.

Nesta perspectiva, a referida autora menciona a existência de investigadores que concebem a idéia de que alunos que foram submetidos a processos formais de educação científica já devem fazer uso de conceitos científicos verdadeiros e não mais substituí-los por concepções alternativas .

Entretanto, MORTIMER (2000, p. 96), ao analisar resultados de pesquisas dessa natureza, aponta que *“a percentagem de estudantes que usam idéias cientificamente aceitas aumentam com a idade e com a instrução (...), porém o uso de concepções alternativas persistem mesmo entre estudantes que estão terminando o Ensino Médio ou Cursando a Universidade”*.

Por outro lado, na literatura brasileira existem muitos estudos que trazem os resultados de investigações sobre as concepções alternativas dos alunos brasileiros relativas aos mais variados temas. Quanto aos temas relacionados com o conceito de energia, a área de Física é pródiga em exemplos. Entre eles destacam-se os trabalhos de AURANI (1985) e o de HIGA (1988). Porém, nos limites estabelecidos para a nossa pesquisa – trabalhos realizados nos últimos 20 anos, cujo tema de pesquisa fosse: as concepções dos alunos de nível médio sobre os usos do conceito de energia na perspectiva da Química - não foi encontrado nenhum estudo reportado.

A “Revista Química Nova na Escola”⁵ traz resultados de pesquisas realizadas por professores/pesquisadores de Ciências Naturais e especificadamente de Química sobre os mais variados temas. No entanto, na seção “Pesquisa no Ensino de Química”, espaço em que são relatados os resultados de investigações desta natureza, inexistem estudos que abordam de forma direta o conhecimento dos alunos sobre os usos da energia relacionados com a Química. No entanto, dos trabalhos sobre concepções alternativas em que os autores abordam a energia ou temas a ela relacionados, extraímos algumas idéias de estudantes, que os estudos têm revelado.

Encontramos em MORTIMER & AMARAL (1998), que uma característica principal da concepção de calor apresentada pelos alunos é a de que é uma substância. Tal informação nos faz retomar a idéia de calor como substância que está por trás da idéia de que calor e frio são atributos materiais. Tal apontamento confirma as idéias bachelardianas defendidas no item I.2. de que

⁵ Revista “QUÍMICA NOVA NA ESCOLA”. Publicação Semestral da Divisão do ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química-SBQ.

os conceitos científicos não atingiram todos o mesmo estágio de maturidade; muitos permanecem ainda implicados num realismo mais ou menos ingênuo; muitos são ainda definidos na orgulhosa modéstia do positivismo; o que faz com que, examinada nos seus elementos, a filosofia do espírito científico não possa ser uma filosofia homogênea (...). (BACHELARD, 1978, p. 11).

Tal princípio justifica a existência de concepções como a de “calor como substância” introduzida na literatura científica em 1789 por Lavoisier (1743-1794) em seu “*Traité élémentaire de Chimie*”, através do termo “calórico”, (VANIN, 1994), convivendo ao lado de concepções científicas atuais sobre o mesmo conceito num determinado grupo de alunos.

Num outro estudo, MORTIMER & MIRANDA (1985), ao investigarem as concepções de alunos de 8^a série do Ensino Fundamental e 1^a série do Ensino Médio sobre “Transformações Químicas” apontaram que os alunos têm dificuldades em transitar entre os níveis “fenomenológico”⁶ e “atômico molecular”⁷, para explicá-las, e conseqüentemente não reconhecem a conservação da massa em tais transformações. Segundo os autores, os alunos concebem a matéria como algo que pode ser transmutada em energia. O exemplo a seguir aponta para este entendimento. “(...), a madeira queimada vira carvão, cinza e energia”.

Segundo os autores do estudo, neste tipo de explicação, a transformação não é vista como resultado da interação entre diferentes substâncias originando novas substâncias, mas como a realização de uma certa potencialidade de substância transmutada.

LOPES (1994) aponta que o mesmo ocorre em alguns livros brasileiros. Segundo a autora, as concepções de fenômenos químicos nos livros de Química destinados aos alunos do Ensino Médio, editados no período de 1972 a 1990, contêm obstáculos animistas, idealistas realistas, os quais já foram apontados neste referencial como barreiras que impedem os alunos de desenvolverem idéias científicas para explicarem fenômenos químicos, ou a energia neles envolvida.

Acreditamos que os resultados das pesquisas realizadas sustentam as premissas: 1 - é possível apreender, descrever e apresentar o universo conceitual dos alunos formandos do Ensino Médio, analisando as respostas dos mesmos a perguntas relativas aos usos da energia, apreendidas em uma entrevista; 2 – através da forma como os alunos explicam a energia que envolve os fenômenos materiais, poderemos ter uma visão da concepção que eles têm do

⁶ No nível fenomenológico ou macroscópico, o objeto do conhecimento é descrito tal como aparece, isto é, como se apresenta à consciência. *Fenômeno* em grego significa “o que aparece”. (ARANHA, 1993, p.123).

⁷ No nível atômico-molecular ou microscópico, o processo é inverso, para atingi-lo é necessário ultrapassar os observáveis e relacionar fenômenos aparentemente diversos. (MORTIMER, 2000).

conceito de energia. No entanto, para verificá-las, torna-se imprescindível a compreensão do objeto de pesquisa na perspectiva que se quer analisá-lo.

Isto significa que, para verificarmos se as concepções que os alunos do Ensino Médio do CEFET/PR – Unidade de Curitiba, têm sobre os usos da energia estão relacionadas aos aspectos químicos, é importante compreendermos a energia na perspectiva da Química. É o que passaremos a descrever a seguir.

I.4. O OBJETO DE PESQUISA VISTO NA PERSPECTIVA DA QUÍMICA

Tomando como parâmetro a discussão anterior, insistimos na defesa da tese inicial deste trabalho, ou seja, a de que os alunos que foram submetidos ao processo ensino-aprendizagem de Química durante o curso do Ensino Médio, ao final do curso devem possuir formação científica suficiente para explicar a energia envolvida nos fenômenos materiais. É pois sobre tal energia que passaremos a descrever agora.

Nesse aspecto, foi também fundamental a contribuição de Gaston Bachelard, que “*elegeu a energia como entidade a que atribui a realidade máxima. E isso mediante um racionalismo que, já há algum tempo, tem um objeto real, um racionalismo que informa o caráter realístico maior. A energia é a realidade mesma, já se dizia desde o final do século XIX*”. (PARENTE, 1991, p. 31).

Conforme o comentário da referida autora, BACHELARD no artigo, *O Racionalismo da Energia na Química*⁸, confere à energia o estatuto de “*noção de base*” que ela merece. Coloca-a como a primeira entidade a ser estudada quando o objetivo almejado for a compreensão e explicação dos fenômenos materiais.

Neste estudo, BACHELARD não discute a formação do conceito de energia, nem os debates que a acompanharam, e diz o porquê: “*A nossa finalidade, neste capítulo, é a partir do espírito científico constituído. Uma demasiada longa história perturbaria a declaração de **primazia racional** que nos é necessário fazer para acompanhar o início de ciência energética da matéria*”. (BACHELARD, 1953, p. 208. Grifos do autor).

Na concepção de BACHELARD, dizer que a matéria tem energia é entender a idéia de matéria como algo limitado, parado no tempo e no espaço, ou seja, inerte. Para o referido autor, quando a matéria é vista desta forma, para torná-la ativa, torna-se necessário atribuir algo a ela. BACHELARD faz essa crítica dirigida à noção de “matéria inerte” estabelecida pela Mecânica Clássica.

Segundo BACHELARD, essas idéias foram desenvolvidas de acordo com os interesses da Mecânica Clássica, para a qual a constituição da matéria não faz parte do seu objeto de estudo.

Tal afirmação concatena com as informações obtidas no artigo escrito por KUHN (1959), segundo as quais dos doze (12) pioneiros que contribuíram para a emergência da lei

⁸ O “Racionalismo da Energia na Química”, constitui o VI Capítulo do livro, “O Materialismo Racional”. (BACHELARD, 1953, p. 207-224).

da conservação da energia, dez (10) deles tinham formação de engenheiros ou trabalhavam diretamente em máquinas, só Mayer e Helmholtz que não. Segundo o autor, seis (6) destes pioneiros estavam preocupados com motores. Logo, para fazer o cálculo dos valores do coeficiente de conversão, eles precisaram do conceito de trabalho e a fonte desse conceito foi principalmente a tradição de engenharia. Neste entendimento, o conceito de trabalho é o contributo mais decisivo para a conservação de energia, devida aos interesses dos engenheiros do século XIX pelos motores.

Essas informações se tornaram interessante nessa dissertação, não só por revelarem que a descoberta da conservação da energia estabelecida com forte apoio na tradição de engenharia, mas também por revelar que ela aconteceu exatamente quando os engenheiros se voltaram para a avaliação das fontes de energia como animais, quedas d'água, vento e vapor. Portanto, ela mostra a existência de ligações entre os estudos realizados nesta pesquisa e os estudos históricos.

Do conteúdo destas revelações, extraímos elementos para entendermos a forte influência dos conceitos da Mecânica nas respostas dos alunos entrevistados sobre os usos de energia.

Por outro lado, objetivando explicar a formação do pensamento químico contemporâneo, ao comentar em seu artigo sobre a visão materialista da mecânica clássica, BACHELARD (1953, p. 208), aponta: “*este materialismo exteriorista, que reduz a matéria à sua inércia, que a considera desprovida de energia interna, já não é suficiente quando se aborda a ciência química contemporânea*”.

Para o autor, quando se quer conhecer além dos fenômenos químicos, a mecânica própria destes fenômenos, para através deles encontrar a verdadeira explicação para o mecanismo das reações químicas, é preciso investigar a raiz essencialmente energética dos mesmos. Daí extrai-se que o conceito de energia trabalhado no ensino de Química, focado do ponto de vista da Física, poderá tornar-se um obstáculo à formação científica do aluno em Química.

Para BACHELARD, no ensino de Química, é até aceitável que se diga que uma determinada substância apresenta tal ou qual fenômeno, no entanto, alerta o autor “*devemos estar cientes de que o fenômeno não é algo tão fácil, não é uma simples aparência como nós geralmente costumamos descrevê-lo*”. Ao sugerir que, no ensino de Química, o fenômeno seja descrito como a manifestação de uma energia, e conseqüentemente, as reações químicas como relações de energia, afirma: “*se não conhecermos essas relações de*

energia, não poderemos explorar todas as possibilidades da ação que possuímos doravante para a criação de substâncias novas” (BACHELARD, 1953, p. 209).

Isso confirma nossa convicção inicial de que o ensino de Química deve promover no aluno competências para compreender e explicar a energia envolvida num processo químico. Deverá possibilitar que o aluno saiba, também, que a energia é a base fundamental dos fenômenos, e conseqüentemente, para se entender um fenômeno químico no nível atômico-molecular é preciso compreender a energia envolvida nesse fenômeno.

Nessa concepção bachelardiana, o energetismo é a base dos fenômenos materiais, conseqüentemente deve-se levar em conta as leis da energia ao explicá-los. Daí a insistência do autor em repetir que *“o energetismo é a realidade fundamental na mecânica das reações químicas e a energia é a primeira noção orgânica a se estudar”* (*Ibidem*).

De acordo com esses pressupostos, torna-se fundamental rever o tratamento que é dado à energia no ensino de Química do Ensino Médio.

Como já nos referimos na introdução desta dissertação, segundo BACHELARD, a noção de energia foi construída historicamente pela pedagogia, a partir da noção de força aplicada e de espaço percorrido. Para o autor, quando a energia é analisada a partir desta fórmula de dimensões, em que intervêm as noções de massa, de espaço e de tempo, são as que passam a ser primordiais. No entanto, diz o autor, se analisarmos a forma como a energia foi colocada pela pedagogia

não se prova nada contra a existência sintética da noção de energia. No domínio dos átomos e das moléculas, nunca poderá transformar-se esta análise completamente conceptual da noção de energia numa análise realista. Sempre, no domínio da Química, será necessário tomar a noção de energia como uma realidade primitiva. (BACHELARD, 1953, p. 210).

Tais explicações encontram-se fundamentadas na idéia de BACHELARD de que na Química, a força não aparece como um produto de uma massa por uma aceleração, como mostra esta definição da Mecânica Clássica. Com essa definição, *“erráramos o caminho se procurássemos, no interior dos núcleos, descrições geométricas e mecânicas para explicar as energias de ressonância”* (Thibaud apud BACHELARD, 1953, p. 210). BACHELARD esclarece tal afirmação, dizendo que a única possibilidade de se calcular os estados de energia que um núcleo apresenta ao longo de suas transformações, é admitindo as energias como grandezas determinadas, o que só se tornou possível com o advento da mecânica quântica. *“Na mecânica quântica, subsiste a única possibilidade de calcular os estados de energia que um núcleo apresenta ao longo das suas transformações”*. (*Ibidem*).

Ao refletirmos sobre tais postulados, não entendemos por que essa discussão sobre a energia, na perspectiva da Química, não faz parte da pauta do Currículo de Química do Ensino Médio.

É importante ressaltar que discutir a energia nessa perspectiva não significa negar a noção de energia entendida na mecânica, mas apenas limitar o seu campo de aplicação.

A noção de energia, produzida historicamente, está diretamente relacionada com os trabalhos dos cientistas que procuravam a versão quantitativa da sua conservação. Segundo KUHN (1959), estes cientistas estavam interessados na análise das máquinas em movimento, efeito mecânico, poder mecânico ou trabalho. O exemplo dado pelo autor de que quando Joule e Liebig começaram a comparar o funcionamento do motor elétrico com o da máquina a vapor, o questionamento feito por eles era “*Qual o peso, perguntaram ambos, que cada uma destas máquinas pode elevar ao longo de uma distância fixa para um dado dispêndio de carvão ou zinco*”? (p.125). Tal exemplo mostra a diferença entre o problema da Física e o da Química.

O referido autor comenta que muito antes da descoberta dos processos de conversão eletroquímicos, homens interessados em máquinas a vapor e motores d’água olhavam ocasionalmente para eles como dispositivos para a transformação da força latente, contida no combustível ou na queda d’água, em força mecânica que ergue peso. “*Desta forma, a água, o vento, o vapor e os animais são todos simples fontes de trabalho e as máquinas tornam-se dispositivos para o pôr numa forma útil, transmitindo à carga*”. (KUHN, 1959, p. 128).

Neste nível de entendimento, BACHELARD está coberto de razão quando critica a noção de energia trabalhada na Química. Conforme acabamos de ver, segundo KUHN, ela foi tirada de um século de prática de engenharia e dos livros dessa prática.

Embora pertençam à mesma área de conhecimento, cada Ciência tem o seu objeto de estudo. Portanto, a resposta à pergunta da Física “*O que é o funcionamento ?*”⁹ não responde às perguntas mais comuns que geralmente fazemos em Química, tais como “*O que é a molécula*”? Ou, “*Qual o papel da energia nas transformações materiais*”?

BACHELARD concebe a molécula como sendo o domínio em que a energia se estrutura. Ou seja, nesta interpretação, a molécula só subsiste em função da energia. Esta explicação está baseada no fato de que é a energia que dá subsistência à molécula, por se deixar traficar incessantemente de uma estrutura de energia à outra. Logo, “*a molécula*

⁹ Conforme KUHN (1959, p.128)), esta pergunta, “*trata-se de uma velha pergunta da engenharia através da qual Joule e Liebig chegaram a conservação da energia*”.

subsiste recebendo energia do exterior, conservando energia, reenviando esta energia ou transformando-a". (BACHELARD, 1953, p. 213).

Nesta concepção "A molécula corresponde verdadeiramente à dialética da matéria e da energia. É ela que realiza a síntese desta dialética. A molécula é verdadeiramente o nó da atividade material". (*Ibidem*).

No entanto, para que todos os conhecimentos sobre a energia no domínio da Química fossem evidenciados e ganhassem impulso, foi preciso que surgisse um novo modelo explicativo para esta realidade, o qual só foi possível com o advento da Mecânica Quântica, conforme aponta o referido autor.

Na ciência contemporânea, os conhecimentos sobre a energia receberam um grande impulso das novas concepções sobre a energia irradiada. (...)A concepção de energia quantificada por Max Planck desencadeou uma dupla revolução nos conhecimentos da matéria e da irradiação, pois esta permitiu ao cientista intervir sutilmente no entrecruzamento das forças que constituem o ser dinâmico da matéria". (*Ibidem*. p. 214).

No século XIX, para estudar essas forças, o único método de que os cientistas dispunham era o da termoquímica: era preciso destruir a molécula para estudar a sua energia. O "calor de dissociação"¹⁰ de um conjunto de moléculas era determinado com a ajuda do conceito artificial de "molécula-grama"¹¹. Já no princípio do século XX, com o conhecimento do "número de Avogadro"¹², a experiência de laboratório dava a energia necessária para dissociar as moléculas contidas num litro de gás e, conseqüentemente, a energia de dissociação ao nível da molécula isolada era conhecido. No entanto, BACHELARD considera que quaisquer determinações de energia pelo método da termoquímica é um método indireto.

Foi através dos conhecimentos advindos com a Teoria Quântica que os pormenores da dissociação molecular, sobre cada um dos elos que une os átomos numa molécula particular, puderam ser explicados.

¹⁰ Entende-se por calor de dissociação, o calor necessário para dissociar 1 mol de moléculas, consideradas no estado gasoso.

¹¹ O termo "molécula-grama" que se referia a "massa em gramas de 1 mol de moléculas, atualmente, foi substituído pelo termo "massa molar".

¹² Número ou Constante de Avogadro: "denominação dada, em homenagem ao cientista italiano Amedeo Avogadro, ao número expresso pelo numeral $6,02 \cdot 10^{23}$, que indica o número de partículas contidas em 1 mol" (EBBING, 1998).

A Teoria Quântica permitiu que se determinasse tanto a energia global da molécula, quanto a energia de cada ligação existente nessa molécula, através do conhecimento dialético da irradiação e da matéria.

Segundo BACHELARD (1953, p. 216), “*Existe pois, uma correspondência entre a estrutura interna da molécula e a quantificação da radiação absorvida ou emitida pela mesma, evidenciando a dialética entre a estrutura da substância e a estrutura da energia*”.

Tal dialética evidencia que nos limites da molécula existem uma quantidade de fenômenos a estudar, pois se no seu interior aparece a mecânica quântica, no seu exterior, a mecânica clássica é válida.

Na dinâmica interna da molécula isolada, os fenômenos intramoleculares podem provocar radiações ou ser provocados pelas radiações. O referido autor identifica três tipos de energias originadas em tais fenômenos: a *energia eletrônica*, originada dos elétrons dos átomos que constituem a molécula; a *energia de vibração*, resultante da oscilação dos átomos na molécula e a *energia quântica de rotação*, originada na rotação de toda a molécula à volta de alguns dos seus eixos.

Portanto, os princípios da quantificação impostos separadamente a estas três ordens de fenômenos mostram que em particular não há radiação de quanta de energia a não ser quando há mudanças descontínuas “*na distribuição dos elétrons; no estado de vibração dos átomos e no estado de rotação da molécula*”. (P. 218). Assim, elétrons, átomos contidos na molécula e a própria molécula, emitem quanta de energia, na altura de uma tripla descontinuidade. E os quanta de energia que provêm destes três fenômenos quânticos têm ordens de grandeza nitidamente diferentes. (*Ibidem*).

Para o autor, a importância desta classificação reside em permitir que os fenômenos sejam estudados em três partes bem separadas, possibilitando o destrinçamento de tal complexidade. E que é dessa forma que adquirimos conhecimentos cada vez mais precisos sobre os estados energéticos da molécula.

Tais explicações nos permitiram compreender o pluralismo dos estados energéticos e conseqüentemente o racionalismo da energia em Química, assunto que - de acordo com nosso ponto de vista - deveria fazer parte do acervo de conhecimentos de todos professores de Química. Cabe ressaltar que tal temática não se encontra facilmente disponível na literatura de nossa área e especificadamente no Ensino Médio.

Este pode ser um dos motivos pelos quais no ensino de Química não se trabalha a noção de energia na perspectiva da Química. Geralmente, esta noção é apresentada como resultado da Ciência.

Fundamentados nos princípios bachelardianos que defendemos, ousamos dizer que o ensino de resultados não é um ensino científico, pois, sem compreender todo o processo que conduziu ao resultado, a tendência do aluno é associar o novo conhecimento com suas imagens mais familiares e acrescentar suas razões pessoais aos resultados.

LOPES (1993, p. 326) contribui com tal afirmação, dizendo que quando o ensino de Química é

processado dessa forma não oferece dificuldades aos alunos, mas também não proporciona a mudança de racionalidade. Uma vez que não levanta questionamentos, não critica a cultura. Assim sendo, os erros dos alunos permanecem; os novos conceitos apenas se imiscuem nos erros anteriores e ali ficam, conferindo a falsa impressão de aprendizagem.

Portanto, o ensino de resultados, além de impedir o aluno de tomar conhecimento da importância dos interesses filosóficos da investigação científica, obstaculiza a sua formação científica, impedindo o alcance do conhecimento científico.

Neste sentido, BACHELARD (1953) sugere que em vez de falarmos sobre os *resultados* da Ciência, deveríamos seguir o processo epistemológico que levou o cientista ao resultado particular, porque um processo é determinante para outros resultados. É o que tentamos mostrar ao longo desse estudo, ou seja: o materialismo dinâmico que disse não ao materialismo estático foi desencadeado pelo próprio materialismo da energia.

No entanto, somos da opinião que, em qualquer situação de ensino, para aceitar e incorporar o novo, é preciso romper com as velhas formas de pensar e de ver o mundo.

No próximo capítulo, apresentaremos alguns fatores que contribuíram para a incorporação dos usos da energia na cultura da sociedade e que, de certa forma, influenciaram o rompimento de certas visões de mundo e incorporação de outras.

CAPÍTULO II. ENERGIA E SOCIEDADE

II.1. INTRODUÇÃO

No processo de evolução da sociedade humana, depois da luta pela sobrevivência, a procura do homem pela diminuição do esforço físico e a transferência deste para os animais, para outros homens que eles escravizaram e por fim, para as máquinas, constituíram um traço marcante. Nesse processo, lentamente, as “energias bióticas” (ALTVATER, 1995) vão cedendo lugar para as energias da água, do vento, dos combustíveis fósseis e, mais recentemente, entram em cena as energias nuclear e da biomassa, seguidas pela busca de otimização das energias solar, geotérmica, marítima, das células eletroquímicas, etc.

Por outro lado, a energia na natureza tem se apresentado sob diferentes formas ou modalidades que, por sua vez, se transformam em outras. As energias térmica, sonora, luminosa, elétrica, etc., podem ser convertidas uma em outra e são, portanto, em última análise, equivalentes.

Estas várias formas de energia, que finalmente, terminam como calor, de maneira ampla, se encontram sob duas categorias interconvertíveis, a saber dois tipos de energia: cinética (movimento) e a energia potencial de posição.

A energia potencial é a energia que se encontra armazenada de diversas maneiras e pode ser definida como a energia que não se encontra em ação, ou seja, não está realizando nenhum tipo de trabalho. Logo, no ar comprimido no interior de um reservatório, no vapor sob pressão em uma caldeira, nas baterias, etc., a energia que se encontra potencializada a qualquer momento pode ser transformada em energia dinâmica ou cinética, que se manifesta quando o corpo está em movimento. Conseqüentemente, tudo que se move no universo tem energia cinética, seja com o transporte da matéria, seja pelas propagações ondulatórias e é capaz de levar outros corpos a se moverem, a se transformarem ou realizarem trabalho útil.

A quantidade total de energia que um corpo possui é igual à soma de suas energias cinética e potencial.

O enunciado, “*em um sistema isolado, a energia total é constante*” pode ser entendido de forma geral como lei da conservação da energia: “*a energia pode se converter de uma forma em outra, mas a quantidade total de energia permanece constante*”, não obstante, a entropia global de um sistema isolado permanecer constante ao longo de uma transformação reversível, ela aumenta ao longo de uma transformação irreversível. Esta é a tradução do Segundo Princípio da termodinâmica.

Existem vários critérios que podem ser levados em conta na classificação de uma fonte de energia, no entanto, atendendo aos objetivos deste trabalho, considerar-se-á a origem da fonte, o tipo de energia, e a forma como esta é utilizada (EBBING,1998).

Optamos em iniciar este capítulo abordando os usos da energia ao longo da história e sequenciá-lo com a caracterização e organização das principais fontes de energia disponíveis atualmente.

II.2. LEVANTAMENTO HISTÓRICO SOBRE OS USOS DA ENERGIA

A história da evolução da demanda de energia no mundo se confunde com a própria história da humanidade. No início, embora tenha sido de forma não racionalizada, o homem pré-histórico já utilizava as energias luminosa e calorífica do sol, a energia dos alimentos, e as suas energias metabólica e muscular, para realizar suas atividades, como caça e pesca.

O fogo, o primeiro dos elementos da natureza a ser dominado pelo homem, teve inúmeras aplicações desde o tempo das cavernas. A passagem da produção espontânea do fogo para a produção artificial ocorreu por volta de 600.000 a.C., época em que os homens começaram a desenvolver seus primeiros utensílios, o que marca a ruptura definitiva com a vida animal (OLIVEIRA, 1987).

Por volta de 10 000 a.C., o homem já utilizava a energia animal em alguns trabalhos do campo e aprendeu a utilizar o fogo para queimar áreas inteiras de florestas, para a sua utilização agrícola, fornecendo nutrientes ao solo através das cinzas.

Tomando por base essas inovações, ALTVATER (1995) aponta o surgimento das sociedades agrárias e, com elas, os primórdios da civilização. Nesta revolução civilizatória, o fogo e a terra, entre os quatro elementos – terra, água, ar e fogo -, seriam combinados para aumentar os resultados úteis do trabalho.

À medida que as sociedades foram se desenvolvendo, desenvolvem-se também novas técnicas que permitiram a utilização das fontes naturais e com elas, os usos das energias eólica e hidráulica.

A Grécia Clássica, devido ao desenvolvimento de suas técnicas, incorporou a navegação à vela e os moinhos d'água em sua cultura, e, lentamente, a força motriz que era centrada na atividade humana foi sendo transferida para as energias naturais através de um longo processo que percorreu toda a Idade Média, atingindo o ponto máximo na Revolução Industrial

Nessa época, as rodas d'água sofreram modificações, as quais permitiram a realização de novas tarefas, entre elas a produção de celulose, o corte de madeiras e o polimento de armaduras.

Quanto aos moinhos de vento, que foram aperfeiçoados e difundidos a partir do século XII, tinham seus usos restritos, devido às limitações impostas pela natureza. No entanto, na Holanda, onde a disponibilidade de ventos era privilegiada, a energia eólica começou a ser usada e esta se transformou em um importante centro de corte de madeira, de moagem de especiarias e de grãos em geral.

No século XIV, a invenção do alto - forno a carvão vegetal, possibilitou que o ferro fosse utilizado de forma mais intensa e conseqüentemente alguns utensílios e instrumentos agrícolas tiveram seu uso disseminados.

Ao se fazer um balanço das fontes de energia disponíveis na Idade Média, verifica-se que todo o abastecimento energético provinha de fontes renováveis de energia e da Biomassa. A lenha não só era usada no cozimento de alimentos, como também na manipulação de metais. A tração animal, os moinhos de vento e as rodas d'água somavam-se à força humana, contribuindo para o aumento da produtividade.

Quanto ao conhecimento, a Idade Média foi marcada pela distância entre os problemas técnicos e as preocupações dos pensadores. A nova era retomou o acervo teórico da Grécia Clássica e deu grandes passos no conhecimento científico. A aproximação entre ciência e técnica foi estabelecida por Roger Bacon (1214-1294), através de suas idéias de que a ciência deveria ser aplicada à realidade, e que a técnica sem uma teoria que a sustentasse seria ineficiente (OLIVEIRA, 1987).

Com essa nova forma de conceber a realidade, ocorreu a ruptura com o pensamento medieval e a ciência ganhou novo impulso. As leis da natureza começaram a ser identificadas pela razão e explicadas por meio de relações matemáticas.

Enquanto isso, ocasionado pelo crescimento da população, da economia e da urbanização, o uso das fontes energéticas renováveis foi acelerado, principalmente na Inglaterra, que na Idade Média reunira condições favoráveis ao desenvolvimento da indústria do ferro. Ao ver o rápido desaparecimento de suas florestas, devido ao uso intensivo do carvão vegetal, ela foi obrigada a substituí-lo pelo carvão mineral. (*Ibidem*).

Um dos problemas técnicos enfrentados para a extração deste minério, estava relacionado com a construção de equipamentos para o bombeamento de água acumulada nas galerias das minas e a elevação desse minério à superfície, na medida em que as minas tornavam-se mais profundas (OLIVEIRA, 1987).

Tal fato estimulou o mecânico inglês Thomas Newcomen (1663-1729) a aproveitar a idéia do pistão, inventado por Denis Papin (1647-1714), para construir uma máquina que se utilizava o ciclo vaporização-condensação, levando para a superfície a água do fundo das minas.

A partir dessa inovação, o homem passou a utilizar o fogo, não só como fonte de calor, mas como força motriz, embora através de uma máquina ainda muito limitada que apresentava movimento alternativo, baixa potência e baixo rendimento energético, servindo praticamente apenas às minas de carvão.

Na segunda metade do século XVIII, o mecânico escocês James Watt (1736-1819) introduziu na máquina de Newcomen duas inovações que abriram novas perspectivas para o ciclo do vapor: 1 - a condensação passou a ser feita em dispositivo separado do pistão, o que permitiu aumentar muito o rendimento energético e a potência da máquina; 2 - o movimento alternado foi transformado em movimento circular. Essas inovações possibilitaram a sua aplicação em qualquer engenho, caracterizando assim, a invenção do primeiro motor universal (TUNDISI, 1991).

O carvão mineral que era utilizado só para alimentar os altos-fornos e as locomotivas, passou a ser usado também para movimentar as máquinas a vapor da indústria em geral, e da têxtil em especial. Com o desenvolvimento do alto-forno a coque e a purificação do ferro fundido iniciou-se a produção de aço, e os usos da máquina a vapor foram amplamente difundidos.

Com tais inovações, as formas de pensar a relação homem-natureza se alteraram. A possibilidade de conversão de energia térmica em trabalho induziu, também, junto com a Revolução Industrial, a uma nova visão de mundo, isto é: a possibilidade de a energia se conservar e ao mesmo tempo se alterar qualitativamente contraria, inicialmente, a compreensão tradicional da natureza no século XVIII, que via como única utilidade do carvão, o fornecimento de calor para os trabalhadores.

Segundo ALTVATER (1995, p.113), *“Vento, água e tração animal, ao lado das máquinas simples que estes movimentavam, constituíam ainda, as únicas fontes de forças motriz imagináveis”*.

A máquina de Watt modificou a base energética da sociedade. O acesso e a utilização de fontes de energias fósseis se apresentaram como superação das limitações que eram impostas pelos usos das energias biológicas e pela distribuição espacial da produção primária.

Segundo BRANCO (1997), esse acontecimento foi o ponto de partida para a grande Revolução Industrial e Tecnológica e promoveu a aceleração do crescimento econômico que se prolonga pelos nossos dias.

Com a Revolução Industrial, um novo sistema técnico passou a servir de base para a aceleração do crescimento econômico, e a ferramenta deixou de ser o instrumento básico da atividade produtiva, dando lugar à máquina termodinâmica.

Até meados do século XIX, a principal fonte de energia utilizada nos centros urbanos, na iluminação doméstica e nas ruas, era os óleos animais, sobretudo da baleia, cujo custo crescia à medida que os espécimes eram dizimados pela intensa atividade da pesca. A gaseificação e a liquefação do carvão no início do século XIX, possibilitaram que os óleos

animais fossem substituídos pelo gás de iluminação. No entanto, a perfuração do primeiro poço de petróleo em 1859, nos Estados Unidos, revolucionou esse mercado, trazendo uma nova fonte de energia capaz de proporcionar imensas quantidades de óleo iluminante a baixos preços, eliminando os problema de abastecimento de energia à população. A princípio, o único produto visado no refinamento do petróleo era o querosene, por ser o combustível utilizado na iluminação e a gasolina era considerada um subproduto indesejável.

Conta a história que o petróleo já era conhecido desde a antiguidade, mas só era usado quando aflorava à superfície. A esses afloramentos, que ocorriam quase sempre nas proximidades de lagoas, ou em certas zonas dos desertos, os antigos deram o nome de betume, e os registros históricos de sua utilização datam de 4 000 a. C (TUNDISI, 1991).

Na metade do século XIX, as pesquisas direcionadas à melhoria dos motores permitiram o desenvolvimento dos motores a quatro tempos (ciclo Otto), do motor a diesel e do dínamo, sendo que o último possibilitou a transformação da energia mecânica em energia elétrica, e, conseqüentemente, o funcionamento do primeiro motor elétrico (*Ibidem*).

Em 1832, foi desenvolvida a turbina hidráulica e com ela a produção de energia elétrica em larga escala, aproveitando as quedas d'água. Esta inovação técnica permitiu que as limitações da máquina a vapor fossem superadas. Porém, melhorias significativas ocorreram com o desenvolvimento, aperfeiçoamento e a rápida difusão da primeira turbina a vapor em 1876. Essas melhorias se concretizaram devido às suas grandes vantagens com relação à máquina a vapor, no tocante à potência e ao consumo. No início do século XX, a turbina foi liberada do vapor, e passou a ser movida pelos próprios gases de combustão, o que acarretou um melhor rendimento e redução no consumo de combustíveis.

O fato das usinas hidrelétricas ou termelétricas não serem construídas em locais próximos aos centros de consumo obrigou os cientistas da época a procurarem formas de transportar a eletricidade gerada em tais usinas até os locais de consumo. As perdas de energia ocorridas durante o processo de transmissão, foram solucionados com a invenção dos transformadores que as minimizaram consideravelmente e resolveram também a questão da transmissão a longas distâncias, graças aos cabos de alta-tensão.

O uso da energia elétrica possibilitou que, no final do século XIX, a máquina a vapor fosse substituída pelos motores “elétrico a explosão” e que o carvão, combustível sólido, fosse substituído parcialmente, por uma série de combustíveis líquidos derivados do petróleo (querosene, gasolina, óleo diesel, etc.) e, finalmente, pela eletricidade.

No século XX, o petróleo passou a alimentar o sistema industrial em desenvolvimento e, através do automóvel, penetrou na estrutura econômica, transformando-a profundamente.

Com o aumento do consumo de gasolina e óleo diesel desencadeado pelo incremento do transporte rodoviário, as refinarias foram obrigadas a produzir outros compostos, como o gás liquefeito de petróleo e o óleo combustível.

Outro produto que acompanha a produção de petróleo é o gás natural. Com o crescimento da indústria automobilística, o uso dele passou a ser difundido rapidamente junto com os derivados de petróleo em todo o sistema produtivo dos países industrializados.

Com o aumento da produtividade trazida pelo novo sistema técnico, surgiu a chamada sociedade de consumo, ou de massas, que se desenvolveu na medida em que os movimentos sociais conseguiram estabelecer mecanismos de repartição entre o capital e o trabalho. (BASTOS, 1998). Com esse modelo de sociedade formado, o consumo de bens e serviços foi acelerado, principalmente nos países industriais, acarretando por consequência um incremento na produção e no consumo de energia.

Após o fim da Segunda Guerra Mundial, além dos Estados Unidos e da Rússia, que detinham grandes reservas de petróleo, descobertas foram feitas no Oriente Médio, Norte da África, México e Venezuela.

Em 1960 foi criada a Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP) a qual, a partir de 1970, passou a controlar os preços do combustível. Entre 1950 e 1973, o preço médio do barril de petróleo ficou abaixo de dois dólares. (DIEGUEZ, 2001).

No começo dos anos 70, a OPEP dominada pelos árabes, fez uma verdadeira revolução reduzindo a extração de petróleo em 25%, e elevando o custo do barril a 12 dólares, caracterizando a primeira crise mundial do petróleo.

Em 1979, a Revolução Islâmica do Irã, gerou um corte de produção o qual levou a humanidade a uma recessão mundial por mais de seis anos, chegando ao final com o preço do barril em 40 dólares.

A terceira grande crise foi provocada pela Guerra do Golfo em 1991.

Atualmente, com a agressão americana ao Iraque (Guerra por petróleo e pela hegemonia geo-política), o preço do barril está oscilando entre 30 e 40 dólares. Além dos problemas de ordem econômica e política, os usos dos derivados de petróleo começaram a ser questionados devido à escassez e à poluição ambiental de seus produtos quando queimados.

Neste contexto, os países industrializados voltaram sua atenção para a energia nuclear, viabilizada após a Segunda Guerra Mundial, e outras fontes de energia começaram a ser estudadas e utilizadas como alternativas à energia do petróleo.

Em meados da década de 60, já navegavam diversos submarinos com propulsão nuclear e, nos países industrializados, várias centrais nucleares, voltadas para a geração de

eletricidade, já estavam funcionando ou em construção. O custo da energia nuclear era inferior ao da energia elétrica de outras fontes, e as expectativas eram de que, do ponto de vista econômico, a energia nuclear fosse competitiva na década de 70 e pudesse substituir progressivamente os combustíveis fósseis no suprimento energético mundial. (OLIVEIRA, 1987)

No entanto, o alto custo na implantação das usinas termonucleares, o risco de a tecnologia nuclear ser utilizada para a produção de armamento nuclear, o controle dos resíduos altamente radioativos e os riscos de acidentes ocorridos em grandes centrais nucleares como os de Chernobyl, na URSS em 1986, começaram a despertar dúvidas sobre o grau de segurança oferecido pelo aproveitamento da energia nuclear e, a partir dos anos 80, o programa sofreu uma aguda desaceleração. (BERMAN, 2002).

Por outro lado, verifica-se também, que no último século, grande parte do esforço humano foi substituído pela mecanização, e a força animal foi praticamente suprimida, pelo menos nos grandes centros urbanos. E, conseqüentemente, todos os povos e pessoas que ainda não foram beneficiados por tais avanços tecnológicos desejam vê-lo o quanto antes. Os países menos desenvolvidos buscam a industrialização como forma de melhorar o padrão de vida de sua população, com um conseqüente aumento do consumo energético.

A sociedade moderna depende, portanto, da energia elétrica ou dos combustíveis da mesma forma que a sociedade dos séculos passados dependia dos animais e a sociedade primitiva dependia de suas próprias energias. Porém, nestes termos, o que difere a sociedade atual das anteriores é o nível tecnológico altamente desenvolvido, que poderá ser dirigido no sentido de que outras fontes alternativas de energia possam ser viabilizadas, através do aumento de eficiência ou do baixo custo de produção.

Estima-se que, de toda a energia atualmente consumida pela humanidade, uma proporção de 83% provenha de combustíveis fósseis como o petróleo, o carvão e o gás natural. Porém, as formas renováveis de energia (solar, eólica e biomassa), já começam a se despontar com uma grande probabilidade de substituí-los (BERMAN, 2002).

Atualmente, as pesquisas direcionadas para modelos de tecnologia de energia solar já estão permitindo a geração de eletricidade a partir de coletores solares fotovoltaicos; usinas de aproveitamento da energia das marés; usinas hidrelétricas gigantes nos grandes rios e as pequenas centrais hidrelétricas nos rios menores; cultivo em grande escala de “Biomassa” para obtenção de bionergias, etc.

Segundo reportagem publicada na REVISTA VEJA, nos próximos quatro anos a União Européia investirá 550 milhões de dólares em pesquisas de energias renováveis, como a solar e a eólica. (DIEGUEZ, 2001).

No entanto, na busca de alternativas energéticas é preciso levar em conta o conjunto de interesses social, econômico e político. Como essas pesquisas são financiadas pelos países interessados ou por outras fontes do poder econômico, elas são direcionadas para que atendam seus próprios interesses e não os da humanidade.

Esse fato se torna evidente quando se verifica que a maioria dos investimentos em pesquisas relacionadas aos usos de energia são destinadas aos combustíveis fósseis. De acordo com ALTVATER (1995, p. 59), isso ocorre por que “*os modos de aproveitamento de energia e de matérias primas, são determinados por interesses de valorização do capital de empresas fornecedoras de energia e de matérias-primas, ...*”

Os países industrializados, filiados à Agência Internacional de Energia, dedicaram em 1989, dos seus recursos destinados à Pesquisa e Desenvolvimento, 74% em pesquisas destinadas às reservas de energia fóssil e de energia nuclear; 7% às fontes renováveis de energia e 5% à descoberta de modos de economizar energia. (Flavin & Lensen apud ALTVATER, 1995).

Tais dados são ainda confirmados pela reportagem da REVISTA VEJA (DIEGUEZ, 2001), na qual consta que as formas renováveis de energia: solar, eólica, geotérmicas, a resultante da incineração de restos orgânicos e a biomassa renovável, após o resultado de três décadas de pesquisas, contribuem com menos de 2% da eletricidade consumida no planeta.

A dependência da civilização contemporânea em relação à energia fica ainda mais evidente nos momentos de crise. Poucos têm sobras para garantir o fornecimento diante de dificuldades circunstanciais, como as chuvas insuficientes no Brasil, ou as Guerras travadas entres produtores/exportadores de petróleo e os países industrializados/consumidores.

Podemos exemplificar com a crise gerada entre EUA e Iraque desde os ataques de 11 de setembro de 2001¹³. No dia do ataque, o presidente dos EUA, George W. Bush declarou: “*O ataque ao pentágono e ao World Trade Center foi um ato de guerra e será tratado como tal*”. (MORAES, 2003). E assim, motivado pelo pretexto de acabar com as “armas de destruição em massa”, Bush se preparou e no dia 20/03/03 iniciou a chamada “Guerra para a Libertação do Iraque”.

¹³ No dia 11 de setembro de 2001, os EUA sofreram um ataque terrorista no qual o Pentágono e o World Trade Center foram os principais alvos. Tal ato, adicionado a razões de ordem econômica, fez com que o Presidente George W. Bush partisse para uma agressão contra o Iraque, mesmo sem ter provas que demonstrassem algum vínculo de Saddam Hussein com a rede terrorista AlQaeda, responsável pelos atentados. (Moraes, 2003).

Críticos ilustres de Bush, como o economista Paul Krugman, dizem que entre outros, o petróleo é o principal motor que está por trás desta Guerra dos EUA contra o Iraque é o petróleo. Isso significa que, controlando o Iraque, os EUA garantiriam petróleo a preços baixos e favoreceriam as companhias americanas do setor. (AITH, 2003).

É este contexto histórico-cultural que constitui nosso cotidiano. É nele que nós - alunos, professores, artistas, cientistas – vivemos, realizamos nossas ações, ou seja, ensinamos, aprendemos, fazemos arte, ciência etc. (LOPES, 1999). É nele também que muito provavelmente nos apropriamos dos saberes e valores sobre a questão da energia, sem deixar de difundi-los.

Portanto, é neste contexto também que se dará a conscientização de todos, e aí incluímos nossos alunos, de que as fontes naturais de energia são recursos naturais finitos e como tais, o uso indiscriminado, não diversificado e não monitorado de tais recursos poderá levá-los à exaustão.

No entanto, para que tal compreensão ocorra é imprescindível dotar o indivíduo de conhecimentos que possibilite a sua reflexão-ação. Por exemplo, para saber que o consumo de combustíveis fósseis poderá ser reduzido com a introdução e o aproveitamento mais intenso na matriz energética mundial de outras fontes de energia, o indivíduo precisa saber quais são essas fontes e como elas podem ser ou estão sendo utilizadas. Daí o nosso interesse em disponibilizá-las, identificando-as e organizando-as num Quadro Sinótico de Significados.

II.3. ENERGIA: FONTES E TIPOS

A discussão dos usos da energia no desenvolvimento da sociedade nos permitiu entre outras coisas, perceber que a utilização e repartição geográfica da energia tem variado através do tempo, de acordo com a evolução da técnica e que só houve equilíbrio e uniformidade, quanto ao seu uso, quando o homem só utilizava forma direta as energias luminosa e calorífica do sol e suas próprias energias (metabólica, física, etc.).

À medida que o homem começou a domesticar animais e a utilizar suas forças, iniciou-se o processo de divisão da sociedade, cujos contrastes maiores se fizeram notar com a introdução dos usos das fontes energéticas naturais em sua cultura.

Verificou-se, também, que o processo de desenvolvimento da sociedade se deu/dá de forma lenta, localizada e que não atinge toda a humanidade. Essas evidências confirmam os princípios por nós defendidos, assumidos e anteriormente expostos, de que o processo de desenvolvimento cultural da sociedade não é contínuo, linear ou homogêneo.

No referido processo, enquanto alguns grupos sociais se voltaram para a utilização das fontes naturais de energia e desenvolveram tecnologias que permitiram formas variadas de obtenção e usos, outros, limitados por fatores geográficos, climáticos, políticos, culturais, etc, não acompanharam tal desenvolvimento. Tal fato pode ser verificado com a coexistência na sociedade atual, de grandes centros industriais, com tecnologias de usos de energia cada vez mais sofisticados, ao lado de um grande número de pequenas comunidades que apresentam, ao mesmo tempo, as mais rudimentares formas de trabalho. Isto também se verifica numa mesma comunidade ou grupos de indivíduos.

Ilustra tal constatação o caso dos catadores de papel de Curitiba, que compartilham o caótico trânsito da cidade, conduzindo suas carroças antigas de tração animal, com as atuais tecnologias em termos de transportes individual e coletivo como os “Ligeirinhos”¹⁴ e os ônibus “Bi-articulados”¹⁵.

Para professores e alunos, que compartilham esta vida cotidiana, obviamente, isto se torna um desafio: a necessidade imperativa de interpretar seu ambiente para nele poder atuar. Essa mesma sociedade, na qual se inclui a escola, exige desses alunos uma preparação básica

¹⁴Ligeirinhos são ônibus rápidos de transporte coletivo que circulam durante as 24 horas do dia na Grande Curitiba e região Metropolitana.

¹⁵Os ônibus Bi-articulados são também sistemas de transporte coletivo formados por 2 ou 3 módulos unidos por uma estrutura sanfonada que lhes dá mobilidade. Tais ônibus circulam em canaletas especiais, as quais garantem um fluxo rápido de passageiros pelos diversos bairros da capital.

capaz de propiciar-lhes a compreensão e manipulação dos processos técnicos atuais e, em épocas futuras.

Portanto, identificar e disponibilizar a variedade de fontes de energia e as formas em que estas foram/são usadas pela sociedade ao longo do tempo, além de colaborar na consecução desse objetivo, acumularam duas outras funções no referido trabalho: fornecer informações para o confronto entre as idéias dos alunos sobre o uso da energia e o uso do conceito de determinada forma de energia e, elementos para a construção da Rede Sinótica de Significados que subsidiou a pesquisa empírica.

Existem vários critérios que podem ser levados em conta na classificação de uma fonte de energia, no entanto, optamos em destacar o Sol como fonte principal, e as demais fontes em: A – *fontes de energia derivadas da energia solar*; e B – *outras*. Quanto à linguagem utilizada, indiferentemente, ora se refere à fonte, ora à forma de energia utilizada.

O *Sol* sendo a principal e a mais abundante fonte de energia de que a Terra dispõe, é o responsável direto ou indireto por quase todas as outras fontes de energia existentes no planeta.

A energia solar é resultante da fusão nuclear, isto é, a reação em que ocorre a interação entre núcleos de hidrogênio formando hélio e liberando uma enorme quantidade de energia na forma de radiação eletromagnética. Tal radiação é responsável pela alta temperatura interna solar e pela energia radiante que se espalha em todas as direções do espaço cósmico.

De toda energia do Sol que chega à Terra, 60% é refletida pela atmosfera; 11% é refletida pelo solo, vegetais e oceanos; a evaporação da água consome 16%; o solo absorve 9% e as plantas terrestres consomem 3% no processo de fotossíntese enquanto e apenas 1% da energia solar é utilizada na fotossíntese marinha (TUNDISI,1991).

Tais dados nos permitem interpretar que apenas 4% da energia solar destinada ao planeta é consumida na produção de compostos orgânicos armazenadores de energia como os carboidratos, lipídios e outros tecidos vegetais.

Conforme já descrito neste trabalho, a utilização direta da energia solar constitui a mais antiga forma de aproveitamento de energia externa pelo homem. A utilização do calor do Sol pelo homem pode ser exemplificada com aplicações seculares como as atividades domésticas de secagem. De tais atividades destacam-se: a secagem de roupas, da água do mar para obtenção do sal e a secagem de grãos que são utilizadas até hoje.

No entanto, os grandes investimentos na pesquisa de métodos para transformar energia solar em energia elétrica datam de meados do século XX. Desde então, o aproveitamento da

energia solar para aplicações diversas tem sido bastante destacado, especialmente em países tropicais e subtropicais, como o Brasil, que dispõem desta energia o ano todo.

O uso direto da energia solar apresenta as seguintes vantagens: capacidade de renovação; os impactos ambientais são menores; e, a viabilidade de ser aplicada junto às fontes consumidoras, elimina a necessidade de transporte e conseqüentemente a redução no consumo de energia que seria gasta em tal atividade.

Dentre as formas conhecidas de aproveitamento da energia solar direta, destacam-se: sistema passivo de captação de energia solar, sistema de captação de energia por célula fotovoltaica, sistemas de geração de energia em satélites; coletores de alta temperatura e estações centrais.

Os *sistemas passivos de captação de energia solar* visam otimizar ao máximo a energia solar, adotando princípios que permitem simultaneamente o aumento da absorção de calor e a redução das perdas, utilizando-se sistemas próprios, como telhados de vidro, janelas posicionadas adequadamente e forradas de folha de metal ondulado, paredes dotadas de sistemas de isolamento térmico e sistemas de isolamento energético. Tais sistemas têm sido utilizados também na agricultura e estufas (BERMANN, 2002).

O *sistema de captação por célula fotovoltaica* permite a conversão direta da energia solar em energia elétrica. Tais células são dispositivos semicondutores, principalmente de silício, que absorvem fótons, gerando cargas positivas e negativas.

A eletricidade solar fotovoltaica vem sendo utilizada nas telecomunicações, nos bombeamentos de água, nos sistemas de refrigeração, eletrificação de cercas e nos automóveis elétricos ainda em fase de teste, etc (*Ibidem*)

Os *sistemas de geração de energia em satélites* podem ser entendidos como uma aplicação das células fotovoltaicas. Tal sistema consiste no uso de células fotovoltaicas por satélites que se encontram em órbita terrestre, visando a conversão direta da energia solar em microondas que são transmitidas a Terra por antenas colocadas na sua superfície.

Os *coletores de alta temperatura* constituem os já populares *sistemas de aquecimento solar*, cuja tecnologia consiste na captação da radiação solar, sob a forma de calor, para o aquecimento de fluidos de uso doméstico ou industrial, ou para a transformação desse calor em outro tipo de energia nas centrais térmicas solares (TUNDISI, 1991).

As *estações centrais “de força”* são centrais termelétricas que recebem tal denominação por processarem a energia solar em uma torre central denominada *torre “de força”*. As usinas term nucleares são semelhantes às termelétricas, diferenciando-se apenas quanto ao tipo de combustível utilizado. Ambas são constituídas de duas partes, uma térmica

onde se produz muito vapor a altíssima pressão e outra elétrica onde se produz a eletricidade. A energia elétrica é produzida por um gerador que possui um eixo, movido por uma turbina, a qual é movida por um jato de vapor sob forte pressão. O vapor é produzido por uma caldeira que, por sua vez, é aquecida com o calor gerado no reator. A denominação do reator se dá em função do combustível utilizado que, neste caso, é denominado *solar*.

A - Fontes de energia derivadas da energia solar:

A seguir descreveremos, de forma sucinta, as principais fontes e formas de energias derivadas da energia solar: *o Vento, a Água, o Oceano, as Ondas Marítimas e a Biomassa*.

A1. *A Energia dos Ventos ou Energia Eólica:* Os ventos são causados por diferenças de temperatura que ocorrem continuamente em diferentes pontos do planeta e, conseqüentemente, a energia eólica obtida de tal fenômeno constitui-se uma forma de energia renovável. É uma energia limpa e pode ser obtida em qualquer região do planeta, diversificando apenas na intensidade.

Atualmente, além dos clássicos moinhos de vento, existem também diversos tipos de cata-ventos cuja finalidade é extrair água de poços, ou os mais sofisticados como as Usinas Eólicas, que aproveitam a força da velocidade dos ventos para gerar eletricidade. São grandes hélices (como cata-ventos gigantes) instaladas em altas torres ou em locais altos.

Existem também dezenas de turbinas de pequeno porte funcionando em locais isolados da rede convencional, para aplicações diversas como: bombeamento, carregamento de baterias, telecomunicações e eletricidade rural.

A2. *A Energia das Águas ou Energia Hidrelétrica:* Segundo BRANCO (1997), o *ciclo hidrológico* correspondente ao movimento cíclico das águas do planeta Terra, depende totalmente da energia solar, desde a evaporação da água e posterior formação das chuvas ao aumento de volume na água dos rios: daí a energia hidrelétrica em parte ser considerada derivada da energia solar.

As modernas turbinas hidráulicas tiveram como antecessoras as rodas d'água dos antigos engenhos, as quais ainda existem em funcionamento nos pequenos sítios brasileiros onde se produzem farinha e açúcar.

A principal diferença reside no fato de que as turbinas se constituem de sistema fechado, totalmente metálico, em que a água, conduzida por um tubo a grande pressão, faz girar a roda a grandes velocidades que, por sua vez, operam geradores de corrente elétrica por indução magnética. Nos sistemas fechados, a energia potencial da água é melhor aproveitada, uma vez que o seu decréscimo no interior da máquina pode ser controlado, até que a água seja escoada.

A utilização do potencial hidráulico para a geração de energia elétrica constitui, até o presente momento, a melhor alternativa possível de aproveitamento dos recursos energéticos da natureza em nosso país. Atualmente, as usinas hidrelétricas respondem por 97% da energia elétrica consumida no país. Os problemas referentes à falta de energia no Brasil são decorrentes do crescimento da demanda em torno de 5% ao ano, somado à falta de planejamento e investimento no setor, e ao fato de a oferta de energia elétrica ser inteiramente dependente do regime de chuvas. Quando as chuvas são insuficientes, como em 1951 e 2001, os “apagões” e os “racionamentos” são inevitáveis (DIEGUEZ, 2001).

A3. A *Energia Térmica do Oceano*: considerando que a água do oceano armazena energia solar durante o dia, o aproveitamento de tal energia constitui-se numa forma de aproveitamento indireto da energia do Sol.

Das várias formas de aproveitamento da energia do oceano destacam-se a *energia dos gradientes de temperatura* e a das *correntes oceânicas*.

O *gradiente de temperatura* do oceano consiste na diferença de temperatura existente entre a superfície e o fundo do mar. O sistema de aproveitamento de tais gradientes se dá pela utilização das águas superficiais com temperaturas ao redor de 27 °C para vaporizar um fluido que tenha baixo ponto de ebulição. O vapor formado movimenta uma turbina que alimenta um gerador. Uma das vantagens de tal processo é o reaproveitamento do fluido vaporizado que poderá ser condensado pelas águas frias, provenientes do fundo do mar (TUNDISI, 1991).

Segundo a referida autora, essas usinas podem funcionar em sistema aberto, usando como fluido a própria água do mar, ou em sistema fechado, utilizando como fluidos o amoníaco, cloreto de metila ou o dióxido de nitrogênio.

As centrais de ciclo fechado seriam mais viáveis economicamente e tecnicamente do que as de ciclo aberto, e podem ser flutuantes, ancoradas ao fundo do mar, fincadas no leito marinho, fixadas à terra firme ou em barcos. Pesquisas objetivando um refinamento técnico das turbinas de baixa pressão dos fluidos ativos e da transmissão elétrica submarina a longas distâncias ainda estão sendo realizadas.

As *correntes oceânicas* são formadas pela diferença de densidade existente entre as águas mais salgadas e, portanto, mais pesadas, e a água mais leve, também causadas por ação solar (BRANCO, 1997). Segundo o referido autor, o homem, desde que começou a navegar, e tomou conhecimento desses movimentos de massas d'água oceânicas, procurou utilizá-las em seu proveito.

Tais deslocamentos são equivalentes a verdadeiros rios dentro dos oceanos, apresentam fluxo regular e, apesar de se moverem lentamente, transportam imensas massas de água, cujo movimento é passível de ser aproveitado para a geração de energia.

Existem estudos em diversos países do mundo, no sentido de desenvolver a tecnologia de aproveitamento de turbinas que, submersas, seriam utilizadas na produção de energia elétrica (TUNDISI, 1991).

A4. *A Energia das Ondas*: as ondas marítimas - formadas por ação dos ventos e das correntes marítimas - podem ser consideradas fontes indiretas da energia solar.

O aproveitamento da energia do movimento das ondas, visando à geração de eletricidade, constitui-se também objeto de inúmeras pesquisas, cujos resultados lentamente vão sendo apresentados à comunidade científica. Estruturas ou flutuadores, denominados *patos oscilantes*, são barragens que, ao subirem e descerem com o movimento das ondas, transferem tal movimento a dispositivos transformadores de energia. Há também flutuadores menores que oscilam à maneira de sistemas basculantes conectados a um sistema que capta a energia de cada movimento oscilante. Algumas instalações no Japão já ultrapassaram a fase experimental, produzindo energia elétrica para o abastecimento de pequenas comunidades costeiras.

A5. *A Energia da Biomassa*: energia da biomassa é a energia química que se encontra armazenada nos compostos orgânicos e pode dar origem a diversas fontes de energia, as quais, através de processos químicos de conversão, são transformadas em outras formas de energia para utilização final como eletricidade e calor.

A Biomassa como fonte de energia universal tem dupla aplicação como alimento e como combustível.

A Biomassa (bio=vida; biomassa, massa da vida), fundamenta a origem e a manutenção da vida no planeta, e pode ser entendida como os grandes conjuntos de seres vivos, sejam eles animais ou vegetais existentes em uma determinada região, medidos industrialmente em termos de massa (FERREIRA, 1986). As moléculas orgânicas desses seres contêm energia química potencial em grandes quantidades que, mediante processos químicos, são desprendidas e podem ser utilizadas nas mais diversas formas.

Na planta, esta energia que se encontra armazenada nos açúcares e demais “*hidratos de carbono*”¹⁶ é captada através da fotossíntese.

¹⁶ Hidratos de Carbono ou Carboidratos é a denominação dada a todos os compostos orgânicos de fórmula geral $C_x(H_2O)_y$; na qual “x” é o número de átomos de carbono e “y”, o número de moléculas de água. (FONSECA, 2001).

Entende-se por hidratos de carbono, os açúcares, os amidos, os óleos vegetais e a celulose, que constituem a base dos vegetais.

Teoricamente, são esses mesmos hidratos que, fossilizados em processo geológico de centenas de milhões de anos, transformam-se em petróleo, gás natural e outros fósseis.

Nesse entendimento, tanto os hidratos de carbono quanto os “*hidrocarbonetos*”¹⁷ e demais combustíveis fósseis, têm a mesma origem: a radiação solar. A diferença reside no processo natural de formação, quando se analisa o período de tempo.

Os hidratos de carbono são formados por vias naturais, em meses, nos açúcares, nos amidos, na celulose, e nos óleos vegetais.

No entanto, enquanto nos processos laboratoriais de conversão tais como a Pirólise, a biomassa seja convertida em hidrocarbonetos em poucos minutos, naturalmente, o processo leva centenas de milhões de anos.

Este é um dos critérios utilizado para classificarmos as fontes de energia derivadas da Biomassa em fósseis ou renováveis.

Embora o conceito de energia da biomassa tenha se socializado só a partir da década de 70, o homem tem se servido da energia acumulada nos compostos orgânicos para diversas finalidades práticas, desde os tempos mais remotos conforme descrito na primeira parte deste estudo. A forma de uso de biomassa mais antiga da qual se tem notícia é a madeira, seguido depois do carvão vegetal.

Assim, o uso da energia contida na lenha/madeira, seja ele doméstico ou industrial, para aquecer alimentos ou para produzir energia mecânica; o uso da energia contida no gás metano ou o da energia liberada na queima do álcool em um automóvel, constituem formas de aproveitamento de energia química da Biomassa. Apesar da queima de tais compostos também emitir gás carbônico, a planta absorve o mesmo tanto de carbono enquanto cresce, tornando nula a contribuição para as emissões globais.

Pelo fato de esses compostos serem derivados ou constituírem as Biomassas “*vivas*” de produção atual, e quando utilizados, poderem ser produzidos/formados novamente, eles são chamados de “Renováveis” (BRANCO, 1997).

A seguir apresentaremos os compostos deste grupo que são utilizados como combustíveis renováveis em oposição aos combustíveis fósseis. Daí a divisão em *Biomassa Renovável* e em *Biomassa Fóssil*.

¹⁷ Hidrocarbonetos: Função Orgânica que compreende os compostos formados unicamente por átomos de Carbono e de Hidrogênio (FONSECA, 2001).

a - Biomassa Renovável

Os mais comuns combustíveis derivados da Biomassa Renovável são: 1 - *álcoois* (*metanol e etanol*); 2 - *resíduos industriais, rurais e urbanos*; 3 - *oleaginosas*; 4 - *lenha/madeira e carvão vegetal*.

a1 - Os *álcoois*: Os *álcoois metanol* (CH₄O) e *etanol* (C₂H₆O) por apresentarem razoável poder de combustão e de explosão são utilizados como combustíveis.

O *etanol* (C₂H₆O), produto da destilação de Biomassas fermentadas, como cana-de-açúcar, beterraba, milho, batata, mandioca, etc. é chamado usualmente de *álcool etílico*, *álcool combustível* ou simplesmente *álcool* para o senso comum.

Na década de 70, foi lançado no Brasil o Programa Nacional do Álcool (Proálcool), como forma de enfrentar a crise mundial do petróleo de 1973 e, em 1979 começaram a ser adaptados e produzidos aqui os primeiros carros nacionais movidos 100% a álcool. (VASCONCELLOS e VIDAL, 1998).

Na década de 80, especificadamente em 1988, 56 % dos automóveis nacionais eram movidos a álcool, número que colocou o país como o maior produtor mundial de álcool. Atualmente, essa posição se confirma quando estatísticas apontam que “*metade dos 20 bilhões de litros de álcool produzidos no mundo é brasileira*” (MAGALHÃES, 2002).

Apesar do Proálcool ter enfrentado dificuldades para se manter, devido à falta de uma política de longo prazo que garanta o incentivo ao uso do álcool, e de um controle por parte do governo dos estoques desse combustível, especialistas do setor acreditam que a criação de um mercado mundial para o álcool é questão de tempo.

No dia 22 de outubro de 2002, em São Paulo, aconteceu o “*Ethanol Day*”: “*um conjunto de ações com o objetivo de promover o álcool combustível à condição de commodity internacional*” (MESSIAS, 2002).

Atualmente o álcool produzido no Brasil é destinado ao consumo interno e só o residual é exportado. A perspectiva dos organizadores do “*Ethanol Day*” é a de que em função de vários fatores, como o do protocolo de Kyoto¹⁸, que prevê a limitação gradativa das emissões poluentes, ocorra uma inversão no processo.

Por outro lado, o uso do álcool como combustível automotivo não começou no Brasil. Segundo NASTARI (2002), os textos do engenheiro alemão Rudolf Diesel (1858-1913) - inventor do motor que tem o seu nome - enaltecendo as vantagens energéticas e

¹⁸ O Protocolo de Kyoto foi assinado no Japão, em dezembro de 1997 por 180 países. Esse protocolo teve como objetivo a fixação, entre 2008 e 2012, por parte dos países industrializados, de compromissos de redução e de limitação da emissão na atmosfera dos gases que causam o famoso efeito estufa. (BERMAN, 2002).

termodinâmicas do etanol, evidenciam que o seu uso é tão antigo quanto o próprio automóvel.

Mas foi no Brasil que a produção chegou a substituir mais de 200 mil barris de gasolina por dia, e de forma pioneira, substituiu o chumbo tetra-etila - CTE (C_2H_5)₄Pb - substância que era usada misturada à gasolina como antidetonante – e que teve seu uso proibido por liberar chumbo, que é altamente tóxico.

Atualmente, tal substância é substituída pelo etanol, cuja porcentagem na gasolina permitida por lei é de 20% (VARGA, 2003).

Será no Brasil também, que a Volkswagen lançará até junho de 2003, em escala comercial, a versão do Gol com motor bicomustível, o qual funcionará com qualquer graduação de álcool e gasolina (*Ibidem*).

O *etanol* é usado misturado à gasolina na forma de *álcool anidro* ou nas bombas para o abastecimento dos veículos automotores na forma de *álcool hidratado*.

O Brasil detém a maior tecnologia de plantio e exploração da cana-de-açúcar – vegetal que é usado, dentre outros processos, para obtenção do etanol.

Do processo de industrialização da cana-de-açúcar, obtém-se como produto o açúcar nas suas mais variadas formas e tipos, o álcool anidro e hidratado, o vinhoto e o bagaço.

O bagaço, em algumas destilarias já é utilizado como combustível para o funcionamento dos motores estacionários da usina e de seus caminhões, bem na co-geração. Em tal processo, o bagaço de cana é aproveitado na produção simultânea de energia elétrica e vapor e conseqüente aumento da eficiência do ciclo da Biomassa.

Além das usinas sucroalcooleiras, as indústrias de papel e celulose e as de beneficiamento de grãos, também estão utilizando o grande potencial da co-geração (BERMANN, 2002).

A vinhaça, subproduto do processo de produção das usina sucroalcooleiras também já está sendo utilizada para a produção de biogás, que poderá ser utilizado diretamente como combustível das caldeiras, ou entrar diretamente na geração de energia elétrica (*Ibidem*).

As pesquisas não apontam o álcool etílico como solução final para o problema da crise energética, mas, como a melhor alternativa de energia renovável e pouco poluente no planeta, enquanto o hidrogênio não é viabilizado.

Quanto ao *metanol* (CH_4O), popularmente conhecido como *álcool metílico*, pode ser obtido através da destilação da madeira, do petróleo, ou das próprias folhas dos vegetais; é usado como combustível nos aviões a jato e nos carros de corrida de Fórmula Indy. Em alguns países o metanol ainda é usado como aditivo da gasolina.

Devido as suas propriedades tóxicas, o uso do metanol como combustível automotivo ou como aditivo da gasolina foi proibido no Brasil na década de 90 (NOVAES, 2000).

a2 - Os *resíduos industriais, rurais e urbanos*: constituem uma fonte alternativa de energia renovável.

Os *resíduos industriais* são provenientes do beneficiamento de produtos agrícolas e florestais e dos resíduos do uso do carvão vegetal usado no setor siderúrgico; os *resíduos rurais* são gerados pelas atividades produtivas nas zonas rurais agrícolas, florestais e pecuárias; e os *resíduos urbanos* atualmente são obtidos na coleta seletiva do lixo urbano já adotada em grandes centros urbanos.

Esgotos e lixos das cidades, assim como o grande volume de resíduos orgânicos das atividades agrícolas, podem também ser convertidos em importantes fontes de energia de Biomassa. Sendo constituídos essencialmente de matéria orgânica, sua fermentação por microorganismos pode produzir álcool ou gerar quantidades significativas de biogás.

A combustão desses rejeitos sólidos, associada à recuperação de calor, além de agregar valor aos mesmos como geradores de energia, seja na forma de biogás ou de eletricidade, representa também uma alternativa para os métodos convencionais de tratamento do lixo.

Os *resíduos madeireiros*, além de serem usados na forma direta, também podem ser utilizados na forma de Briquetes (CENBIO, 2002).

O *biogás*, produto energético renovável, é gerado pelo processo de digestão anaeróbica de biomassa. A sua utilização no fogão como combustível ou na geração de energia elétrica, se dá devido a sua alta porcentagem (60%) em volume de metano (CH₄), gás combustível de altíssimo valor energético.

Esse gás pode ser usado de forma direta para o aquecimento de fogões, ou pode ser encerrado em botijões especiais, para ser empregado como combustível de veículos. No Brasil o seu uso já é verificado em pequena escala em automóveis, caminhões e ônibus movidos a metano.

a3 – As *oleaginosas* são as fontes renováveis de origem agrícola ou florestal das quais se obtém o *biodiesel*, óleo de origem vegetal com as mesmas características do diesel, que pode ser usado sem necessidade de adaptações nos motores de combustão interna, automotivos e estacionários. Os óleos vegetais podem ser usados na forma natural em motores multicomcombustíveis para geração de eletricidade ou serem transformados em ésteres através das reações químicas de esterificação.

Os ésteres de óleos¹⁹ vegetais podem ser usados puros ou misturados com óleo diesel, em motores automotivos. No Brasil, das plantas energéticas cultivadas para esta finalidade, destaca-se o sorgo, o dendê, o amendoim, o girassol, a mamona etc. Porém, a planta mais adequada a dar origem ao biodiesel é a mamona por ser a oleaginosa que melhor se adapta ao nosso clima. Pode ser cultivada do Oiapoque ao Chuí, sem restrições ao tipo de solo ou clima. Em termos de rendimento, 50% de sua semente é formada por óleo contra os 18% do soja (KENSKI, 2003).

a4 – *Lenha/madeira e carvão vegetal*: A lenha é provavelmente o energético mais antigo usado pelo homem e continua tendo grande importância na Matriz Energética de vários países chegando a participar com cerca de 95% da produção de energia primária nos países em desenvolvimento. No Brasil a maior utilização da lenha ainda é no setor doméstico para a cocção dos alimentos, secundada pelo setor industrial. Também é usada ainda como combustível de locomotivas, e sua participação na Matriz Energética Nacional está em torno de 10% (BERMANN, 2002).

O uso da energia da lenha pode ser direto pela combustão ou por processos termoquímicos, como a gaseificação e a pirólise.

Pelo processo da carbonização ou pirólise da madeira, obtém-se o carvão vegetal, produto de maior poder calorífico que a lenha. Cerca de 40% da lenha produzida no Brasil é transformada em carvão vegetal, o que coloca o Brasil como o maior produtor desse insumo energético. A produção de ferro-gusa, aço e ferro-liga contribuem para que o setor industrial seja o principal consumidor de carvão vegetal, seguido pelos setores residencial e comercial.

O uso de carvão vegetal como redutor do minério de ferro no Brasil data de 1591 em fundições artesanais para a produção de ferramentas agrícolas (CENBIO, 2002).

Incluem-se neste grupo como recurso natural energético, as florestas, por se constituírem nas maiores fornecedoras de madeira ou de lenha para as indústrias. Segundo estimativas, cerca de 50 % de toda a madeira em crescimento que existe sobre a face do planeta está nelas localizada. (FURLAN e NUCCI, 1999).

Embora as florestas/matias tropicais apresentem potencial para inúmeras outras finalidades, como construção de moradias, meio de transporte, fonte de alimento, de medicamentos, etc, o fornecimento de madeira para fins energéticos continua sendo um de seus principais produtos de extração e talvez o maior motivo de sua destruição. Alvo de

¹⁹ Para a obtenção do biodiesel, os óleos vegetais (ácidos graxos superiores (C₁₂—C₂₂) e glicerol) são submetidos ao processo de transesterificação ou seja: “*processo químico que tem por objetivo modificar a estrutura molecular do óleo vegetal, tornando-a praticamente idêntica à do óleo diesel e por consequência com propriedade físico-químicas iguais*” (COELHO, 2000).

cobiça de muitos países industrializados, seja por serem um reservatório de madeira e de essências naturais, seja por sua importância no equilíbrio ambiental mundial, políticas de conservação das florestas tropicais foram introduzidas nas discussões da Convenção sobre Biodiversidade e na Comissão de Desenvolvimento Sustentável (CDS).

Dentre as iniciativas de preservação das florestas nativas, destaca-se a da substituição da lenha de tais florestas, por lenha de reflorestamento que vem crescendo a cada ano (CENBIO, 2002).

b - A Biomassa Fóssil

É originada de compostos orgânicos soterrados que não sofreram decomposição por ação biológica, mas, lentas alterações de caráter químico, sem perder, entretanto, suas características de moléculas orgânicas. São Biomassas soterradas, portanto, não renováveis que podem ser encontradas na forma de 1 – *Carvão Mineral*; 2 - *Gás Natural*; e 3 - *Petróleo*, as quais, sendo formadas pelos mesmos processos que originaram os seres vivos atuais, possuem elevado conteúdo de energia química potencial. Em termos de massa, sua energia é maior do que a energia da biomassa viva, porque durante o processo de fossilização, a água e outras matérias inertes que entram na composição dos seres vivos em alta porcentagem foram perdidas, o que garante que os combustíveis fósseis sejam formas concentradas de energia (BRANCO, 1997).

b1 - O Carvão Mineral: O carvão mineral que também é conhecido pelos nomes de hulha, carvão de pedra, carvão fóssil ou simplesmente carvão, é constituído de carbono que se formou como resíduo da decomposição de substâncias orgânicas, através de um longo processo natural de perda de quase todo do hidrogênio e o oxigênio de sua composição.

Dos combustíveis sólidos, o carvão mineral é o combustível mais importante, usado tanto para o aquecimento de fornos, fornalhas e instalações domésticas, quanto para a produção de vapor para força motriz, seja para a indústria, seja para o transporte.

O carvão tem sido utilizado para substituir o déficit do petróleo, pois através do processo de destilação, consegue-se o gás doméstico, o gás de rua, o de iluminação, coque metalúrgico e uma série de subprodutos, como o alcatrão e o amoníaco.

O estudo químico do carvão mineral revela que o ele se divide em quatro grandes categorias: o antracito, o carvão betuminoso (hulha), o linhito e a turfa, ambos com subdivisões em grupos.

O antracito é um combustível doméstico valioso em virtude de sua combustão muito limpa, embora hoje esteja grandemente exaurido. A porcentagem de carbono em sua estrutura

gira em torno de 95%, o que lhe confere uma queima completa caracterizando-o um ótimo combustível (SHREVE e BRINK JR, 1980).

O carvão betuminoso é o tipo de carvão mineral que apresenta uma porcentagem em carbono entre 80 a 85% (NOVAIS, 2000)

A destilação seca da hulha, feita na ausência de ar a aproximadamente 1 100⁰ C, dá origem a três frações de grande valor comercial: 1 - a *fração gasosa* constituída pelo gás de rua ou de iluminação; 2 - a *fração líquida*, constituída pelas águas amoniacais, pelo alcatrão da hulha e o óleo cru leve; 3 – a *fração sólida*, resíduo carbônico, constituída de carvão coque.

O alcatrão da hulha constitui-se na maior fonte de obtenção de compostos aromáticos, como o benzeno, naftaleno, tolueno, fenol, anilina.

O coque, resíduo sólido da destilação da hulha, trata-se de um carvão poroso, praticamente puro, é usado na siderurgia como redutor do minério de ferro, permitindo a obtenção do ferro e do aço.

O linhito, na atualidade, não é muito utilizado por apresentar menos de 70 % de carbono na sua composição.

A turfa, matéria orgânica úmida, parcialmente decomposta, existe em depósitos explorados, o que torna o seu teor por unidade de peso em torno de 55% de carbono. Antes de ser utilizada como combustível deve passar por processos físicos como secagem e compressão, para retirada da água.

Nos anos recentes, o carvão pulverizado vem sendo usado, em medida crescente, na combustão em suspensão nas instalações termelétricas, em virtude da elevada eficiência térmica com que pode ser queimado, do baixo custo da operação, da manutenção e da sua maior flexibilidade.

Além dos quatro tipos citados, destaca-se entre outros, o xisto betuminoso ou pirobetuminoso (piro=fogo), espécie de carvão artificial, cuja ocorrência se dá na formas de rocha sedimentares – principalmente o folhelho - ricas em betume. O aproveitamento econômico do xisto betuminoso consiste em separar o betume da rocha e produzir a partir dele petróleo sintetizado (SHREVE e BRINK JR, 1980)..

b2 - O *Gás Natural*: O gás natural é formado por hidrocarbonetos leves, e sua ocorrência se dá juntamente com o petróleo. A sua recente utilização como combustível alternativo o tem transformado num novo recurso energético.

O gás natural é usado como combustível para carros, ônibus, caldeiras industriais, cocção de alimentos, sistemas de ar condicionado, aquecimento de água para diversos usos

como chuveiros, lavanderias, etc. Nas termelétricas o gás natural está sendo usado nas caldeiras para a geração de eletricidade.

Apesar de o gás natural ser ecologicamente mais aceitável por emitir 24% menos CO₂ por caloria liberada e menos emissão de CO nos motores, esta fonte de energia sofrerá as mesmas limitações impostas pelo petróleo, por ser um combustível fóssil.

O gás combustível é queimado como fonte de calor em instalações domésticas e também na indústria, especialmente quando é obtido como subproduto. O gás de alto-forno, proveniente da obtenção do ferro, é um exemplo notável de um subproduto gasoso usado para o aquecimento do ar de combustão, sendo o restante empregado em caldeiras ou no aquecimento das estufas de coque.

b3 - O *Petróleo*: O nome petróleo significa *óleo da pedra*, porque ocorre normalmente, impregnado em determinadas rochas porosas denominadas arenito, em camadas geológicas sedimentares situadas abaixo do fundo do mar. O petróleo é encontrado na natureza em estado líquido e é composto por uma mistura complexa de hidrocarbonetos associada a pequenas quantidades de compostos contendo nitrogênio, oxigênio e enxofre e metais. Na jazida petrolífera encontra-se também água salgada e uma mistura gasosa contendo principalmente metano (CH₄) (FONSECA, 2001).

O petróleo foi e continua sendo a principal fonte de energia do planeta. No entanto, todo cidadão deveria ter conhecimento claro da limitação da quantidade deste recurso natural finito de energia que ainda existe disponível na natureza.

Na opinião de MORAES (2002), para uma projeção otimistas, na velocidade com que vêm sendo usadas as reservas de petróleo conhecidas, não durarão mais que cinquenta anos.

O autor fundamenta sua crítica baseado na seguinte situação: o petróleo representa 40% da energia utilizada no planeta e segundo cálculos realizados por alguns especialistas no assunto, até 2020 tal demanda crescerá em torno de 2% ao ano e o consumo atual que é em torno de 85 milhões de barris/dia saltará para 110 milhões/dia. Seguindo tal lógica e tomando por base as reservas petrolíferas conhecidas, estes pesquisadores apontam que a oferta de petróleo existente daria para chegar somente até o ano 2040.

Na opinião do autor até esta conta é falaciosa quando se considera, entre outros, que dois terços das reservas existentes estão na Arábia Saudita, no Iraque, no Kuwait, no Irã e nos Emirados Árabes Unidos e que qualquer turbulência em tais nações afetará em cheio os grandes importadores.

Tais projeções colocam o mundo em alerta quanto à necessidade do desenvolvimento de pesquisas que apontem para novas fontes energéticas alternativas, como as apresentadas e discutidas no presente trabalho.

Quanto ao processo de refinação do petróleo destacam-se os Hidrocarbonetos Alcanos (C_nH_{2n+2}) de metano (CH_4) até os de cerca de 30 carbonos como componentes principais da fração hidrocarbônica.

A maior importância dos produtos derivados do petróleo é a sua utilização como combustíveis na geração de energia. Os mais conhecidos e usados para tais finalidade são a *gasolina*, o *querosene*, o *GLP*, o *óleo diesel* e os *óleos combustíveis*.

Gasolina: a gasolina, líquido volátil, inflamável, é mistura extremamente complexa, formada por vários tipos de hidrocarbonetos, cujo conteúdo de carbono varia de C_6 a C_{12} . É obtida por meio de intrincados processos de destilação direta, craqueamento, reformação, polimerização, alquilação e isomerização, que se desenvolve nas refinarias.

A qualidade da gasolina está diretamente ligada à sua maior resistência à compressão sob a qual a mistura “combustível + ar” é lançada no carburador. A medida da resistência da gasolina à explosão por compressão foi estabelecida atribuindo-se valores arbitrários a dois componentes da gasolina. Ao *n-heptano* - componente de baixa resistência- atribuiu-se a octanagem zero ou zero octana; e para o *2,2,4-trimetilpentano* (isooctano) – componente de alta resistência – a octanagem 100 ou 100 octanas. Desta forma, quanto maior o índice de octanagem da gasolina, maior à resistência à compressão. Dessa forma, dizer que uma gasolina apresenta 80 octanas significa dizer que ela é composta por 80 % de isooctano e 20 % de n-heptano (COVRE, 2000).

Um dos meios empregados para aumentar o índice de octanas da gasolina é a adição de substâncias antidetonantes como metanol, etanol, éter metil-butílico terciário (MTBE) etc. O $(C_2H_5)_4Pb$ (chumbo tetraetila - CTE), muito usado no passado, teve seu uso proibido por liberar chumbo (Pb), que é altamente tóxico. Tal substância, atualmente é substituído pelo etanol, cuja porcentagem na gasolina permitida por lei é de 25% (HOMEPAGE, CENBIO, 2002).

Além dos antidetonantes, substâncias aditivadas também são misturadas à gasolina visando a redução dos efeitos maléficis ao motor. Porém, essas substância trazem problemas ambientais, devido aos produtos tóxicos que são lançados na atmosfera durante o processo de combustão.

No processo de refinamento do petróleo, a porcentagem de gasolina refinada não chega a 20 %. Para aumentar o índice de rendimento dos processos citados anteriormente, o craqueamento e a polimerização são os mais utilizados.

O processo de *cracking* ou craqueamento possibilita a quebra de moléculas maiores como as de querosene ($C_{12}H_{26}$), óleo diesel ($C_{14}H_{30}$), ou óleo lubrificante ($C_{18}H_{38}$), em moléculas menores constituintes da gasolina, nas quais o número de carbonos varia de C_7 a C_9 . Em tal processo, outros produtos de baixo teor carbônico como o etileno (C_2H_4) também são produzidos, além das moléculas gasolina.

Por sua vez, no processo de polimerização, moléculas pequenas juntam-se, formando moléculas maiores.

Querosene: um produto intermediário entre o óleo diesel e a gasolina, cujo teor de carbono varia de C_{12} a C_{18} , é usado para o funcionamento de turbinas a gás e motores a jato.

As necessidades da civilização atual com relação a este produto tem mudado muito no último século. Antes que o uso dos automóveis se generalizasse, o querosene era muito importante para a iluminação e a gasolina quase não tinha valor.

Após 1950, com o desenvolvimento das turbinas a gás e motores a jato para aviação, a situação se inverteu.

Gás Liquefeito de Petróleo: o GLP, consiste de propano (C_3H_8) e butano (C_4H_{10}) ou da mistura destes hidrocarbonetos. O GLP é usado como reserva e suplemento de demanda nos sistemas de fornecimento doméstico e industrial, que usam gás natural. Em algumas regiões constituem a fonte íntegra de suprimento de gás.

É obtido do gás natural ou pela refinação do petróleo bruto, liquefaz-se a temperaturas normais e pressões moderadas, sendo armazenado em botijões.

O GLP é manipulado e transportado de maneira fácil, possui alto poder calorífico e tem proporcionado conforto e bem-estar a milhões de famílias de todas as condições sociais no mundo inteiro. O seu emprego é crescente à medida que a indústria produz mais aparelhos e descobre novos campos para aplicá-lo. Atualmente é um dos produtos de maior aceitação no Brasil (BERMANN, 2002).

O GLP também é usado em maçarico de solda, na cura de tabaco, na secagem de grãos e em motores de carros e tratores

Óleo Diesel: combustível usado nos motores a diesel, o óleo diesel é um líquido mais viscoso que a gasolina por apresentar um teor de carbono superior a C_{18} , e com uma cor que varia de amarelo a marrom. Existem 3 tipos de óleos diesel que são: 1 - óleo leve, destilado, próprio para motores de alta rotação, em serviços envolvendo variações frequentes de carga e

de rotação; 2 - óleo destilado de menor volatilidade, para motores de alta rotação, em serviços de cargas relativamente altas e velocidade uniforme; 3 - óleo para motores de medias e baixas rotação, empregados na produção de força em motores marítimos. Pode ser constituído de frações destiladas ou de mistura de frações destiladas com frações residuais.

Óleo combustível: também apresenta um teor carbônico superior a C_{18} e como o próprio termo indica, o óleo combustível é queimado para produzir calor ou energia elétrica. Também pode ser convertido, economicamente, na refinaria, a produtos mais valiosos, como a gasolina. É constituído por uma mistura de resíduos líquidos dos processos de craqueamento e de frações obtidas na destilação do óleo cru, com pontos de ebulição convenientes.

O óleo combustível é classificado de acordo com suas propriedades, ponto de fulgor, ponto de fluidez, percentagem de água e de sedimentos, carbono residual, cinzas, temperatura de destilação e viscosidade.

B. Outras Fontes de Energia

Em conformidade com o indicado no início desta apresentação, descreveremos agora outras fontes de energia, que em princípio, não são derivadas da energia solar. Esta opção organizativa não é a única e nem pretende ser a mais exata. Trata-se de uma síntese, e como tal contém apenas os elementos principais que, no nosso caso, se traduzem em: 1 - a *Terra*; 2-as *Marés*; 3 – Os Átomos: Urânio 235 (U^{235}) e Hidrogênio (H^1); 4 – e as Células Eletroquímicas.

B1 - A *Terra*: a energia geotérmica é a energia calorífica gerada no interior da terra, a partir do magma processado na fusão de rochas.

O magma resultante das altas pressões abaixo da superfície da Terra e do calor gerado pela decomposição de substâncias radioativas como o urânio e o tório, explode em erupções vulcânicas. Os gases liberados com o resfriamento do magma no interior da Terra, aquecem as águas subterrâneas que afloram na superfície na forma de gêiseres ou as minas de água quente (TUNDISI,1991)

As fontes hidrotérmicas, gêiseres ou minas de água quente podem ser usadas de forma direta na cocção de alimentos e banhos terapêuticos, enquanto o vapor ou a água quente que são expelidos a altíssimas pressões, comercialmente são empregados na movimentação de turbinas para a geração de eletricidade.

Segundo SHREVE e BRINK JR (1977), o aproveitamento da energia geotérmica é desprezível em comparação com o carvão, o óleo, o gás natural e os combustíveis nucleares.

B2 - As *Marés*: de uma maneira simplicista, pode-se dizer que o movimento das marés é resultante das forças de atração das massas da Lua e do Sol sobre a terra. Desta forma, o

resultado das posições de alinhamento do Sol e da Lua em relação à Terra, é o maior volume no nível de água das marés (marés cheias). Já, quando o dois astros formam em relação à Terra uma inclinação de noventa graus, um, impede que a propagação da onda provocada pelo outro seja completa. Tal fato contribui para que o nível de água das marés seja o mínimo (maré baixa).

As forças gravitacionais envolvidas nestes movimentos são gigantescas e recíprocas, mas, teoricamente, os efeitos da atração da Terra sobre a Lua são imperceptíveis devido ao estado físico da matéria lunar.

Em determinadas regiões do planeta Terra, as marés chegam a produzir enormes variações do nível das águas a cada dia, ocasionando enormes deslocamentos de massas de água, que podem ser utilizados para a geração de energia.

O aproveitamento da energia das marés não é recente, pois na Idade Média já se aproveitava tal energia retendo a água na maré cheia, fazendo-a vaziar nas horas de maré baixa, através de canais onde se localizavam rodas d'água que acionavam moinhos (BRANCO, 1997).

Segundo o referido autor, atualmente, em alguns países, como na França, existem instalações desse tipo, equipadas com turbinas hidráulicas de fluxo reversível, para geração de energia elétrica.

B3 - Os *Átomos*: A energia nuclear é consequência das forças de coesão da partícula atômica e o do equilíbrio entre suas massas e cargas positivas e negativas. “São energias gigantescas, gerando pressões da ordem de 7 quintilhões de vezes superiores à pressão atmosférica, condensadas em pequenos blocos de matéria e constituintes de toda a matéria do universo” (Ibidem, p. 22).

A energia do átomo pode ser obtida através de *processos físicos* ou de *processos químicos* de conversão de energia. Dos *processos físicos* destaca-se *fissão nuclear* do urânio 235 ou do plutônio e a *fusão nuclear* de isótopos leves, principalmente de hidrogênio.

No processo de *fissão nuclear*, átomos pesados são fracionados em átomos mais leves. Durante o processo ocorre a liberação de nêutrons que, ao atingirem outros núcleos no reator, dão seqüência ao referido processo, causando o que se denomina *reação em cadeia*. O processo ocorre com liberação de grande quantidade de energia na forma de calor e formação de grande quantidade de rejeito nuclear, material que contém altíssimas quantidades de radioatividade, extremamente nociva para todas as formas de vida.

A *energia nuclear* tanto pode ser aproveitada para o armamento bélico como para a geração de energia elétrica nas usinas termonucleares

O aproveitamento pacífico da energia nuclear para a geração de eletricidade se deu a partir de 1942, quando o Dr. Enrico Fermi, realizou em Chicago a primeira reação nuclear em cadeia (TUNDISI, 1991).

O combustível mais utilizado na geração de energia elétrica em uma central termoelétrica é o urânio 235, o qual é enriquecido a partir do urânio 238, de ocorrência natural na crosta terrestre.

No processo da *fusão nuclear*, um núcleo atômico é construído a partir de núcleos menores ou *leves*, com liberação de grande quantidade de energia e nenhum resíduo radioativo. No entanto, devido as condições exigidas para ocorrência de tal reação - processo de *fusão nuclear* só ocorre em altíssimas temperaturas e de maneira explosiva - esta tecnologia ainda não está dominada pelo homem para aproveitamento em escala comercial. Pesquisas continuam sendo realizadas neste sentido, e a comunidade científica aposta que o hidrogênio substituirá o petróleo em poucas décadas como a grande fonte de energia do futuro (KENSKI, 2003).

No tocante aos *processos químicos* de geração de energia a partir dos átomos, o hidrogênio continua sendo o átomo mais pesquisado.

O hidrogênio é um componente fundamental para a vida por se encontrar na composição da água, da matéria orgânica e por ser a fonte de energia do Sol. Embora o hidrogênio constitua mais de 90% da matéria do universo, ele não é fonte primária de energia, por não se encontrar livre na natureza. Qualquer processo para obtê-lo puro, implica em gasto de energia. Por enquanto, o processo mais barato de obtenção desse gás, e por isso mesmo o mais utilizado, é a partir do gás natural, que reage com vapor em alta pressão e temperatura.

O problema está em obtê-lo a partir de fontes renováveis inteiramente limpas como a água, através da eletrólise²⁰.

Em todo mundo, estão sendo pesquisadas outras técnicas para obtenção do gás hidrogênio e em São Paulo, no Laboratório de Hidrogênio da Universidade de Campinas, está em desenvolvimento o projeto de um carro que retira o hidrogênio do álcool etílico. (*Ibidem*).

Outro problema que também vem sendo pesquisado diz respeito às técnicas de armazenamento do referido gás. Guardá-lo em tanques com enormes pressões ou resfriá-lo para que se torne líquido a -253 °C, além de serem processos caros, envolvem o gasto de energia.

²⁰ O método de obtenção do hidrogênio da água através da eletrólise consiste em submetê-la a uma corrente elétrica contínua, que ela se separa em hidrogênio e oxigênio, seus elementos básicos, sem emitir nenhum poluente.

Em um carro, por exemplo, que usa uma pequena quantidade de hidrogênio, este pode ser armazenado, porém, se torna muito difícil estocar quantidades maiores como as produzidas em uma usina.

Pesquisas em todo o mundo procuram formas de extraí-lo a partir de fontes renováveis.

Pesquisas interessadas na obtenção da energia do hidrogênio gastam entre 1 e 2 bilhões de dólares por ano, e as cifras devem aumentar. Segundo KENSKI (2003, P. 50) “*A comunidade européia e o governo norte-americano anunciaram, nos últimos meses, fundos para esses estudos que, somados, representam 3,2 bilhões de dólares*”.

Segundo o referido autor, a Islândia reuniu um consórcio de empresas e agências para converter toda a sua energia para o hidrogênio até 2020.

A idéia de utilização da energia liberada na combustão do hidrogênio data de 1874. Um dos primeiros autores a levantar a hipótese do hidrogênio como fonte ideal de energia foi o escritor francês Júlio Verne. Segundo o referido autor, no romance “*A Ilha Misteriosa*”, escrito na referida data, um personagem ao perguntar o que substituirá o carvão²¹ quando as minas acabarem, recebe a seguinte resposta: “*Água, dividida em seus elementos primitivos pela eletricidade, que até lá terá se tornado uma força manejável. O hidrogênio e o oxigênio que a constituem serão uma inesgotável fonte de calor e luz, de uma intensidade que o carvão não é capaz*” (KENSKI, 2003, P. 52).

Portanto, se os cientistas conseguirem superar os desafios que ainda são impostos pelo hidrogênio, estaremos às portas de uma nova realidade na geração de energia.

- As *Células Eletroquímicas*: São sistemas que transformam energia química em elétrica e vice-versa, mais comumente conhecidos por *células galvânicas* (pilhas e baterias), *células eletrolíticas* (eletrólise) e *células a combustível*. Tais células se diferenciam pelo sistema de funcionamento.

Nas *células galvânicas*, a reação total do sistema eletroquímico é espontânea, ou seja, apresenta $\Delta G < 0$ ²², o que permite que a energia química seja transformada em energia elétrica. Tais sistemas fornecem uma maneira segura e compacta para o armazenamento de energia química, que poderá ser liberada na forma de energia elétrica. As pilhas galvânicas,

²¹ Em 1874, o “*carvão constituía-se no combustível mais importante da época*” (KENSKI, 2003, p. 52).

²² O ΔG é usado em Termoquímica e significa “*variação de energia livre, a qual está relacionada à constante de equilíbrio. “Se ΔG é igual a zero, o sistema estará em equilíbrio, enquanto que se ΔG for negativo o processo tenderá a ocorrer*” (ALLINGER, 1978, p. 252).

tais como a pilha seca e as baterias de níquel-cádmio, são utilizadas como fontes energéticas que alimentam lanternas, rádios, calculadoras eletrônicas, relógios de pulso, máquinas fotográficas e brinquedos. A bateria de chumbo, tem uma variedade enorme de aplicações, especialmente na indústria automobilística.

As *células eletrolíticas* apresentam $\Delta G > 0$ ²³. Neste caso, a reação química não espontânea; é provocada pela energia elétrica fornecida por uma fonte externa.(VILLULLAS, 2002). Em tal processo, a reação não-espontânea é denominada *eletrólise*.

As células eletrolíticas fornecem informações relacionadas ao mundo químico e energia necessária para a ocorrência de reações importantes de oxidorredução.

A eletrólise também é usada na produção de substâncias químicas como o *hidróxido de sódio* (NaOH), popular soda cáustica ou o *hipoclorito de sódio* (NaOCl), conhecido vulgarmente como água sanitária.

As *Células a Combustível*: são também dispositivos de conversão de energia química em energia elétrica, como as pilhas e as baterias.

As células a combustível oferecem diversas vantagens sobre outras fontes de energia. Diferentemente das pilhas comuns ou baterias de chumbo, os reagentes podem abastecer continuamente a pilha, de modo que, em princípio, a energia pode ser retirada, indefinidamente, à medida que o abastecimento externo de combustível seja mantido.

Dependendo do tamanho e da potência, as células podem ser aplicadas em centrais de energia para abastecimento habitacional, veículos automotivos, geradores, eletrônica em geral, ferramentas portáteis, etc.

Destaca-se nesta tecnologia de uso de energia do hidrogênio, a possibilidade de todos os motores virem a ser elétricos, alimentados por essas células (KENSKI, 2003).

Esses dispositivos, para geração direta de energia elétrica, apresentam ótimo rendimento. Um motor a combustão consegue, com muito esforço, converter 25% da energia presente no combustível em trabalho. O resto se dissipa em formas inúteis de energia como calor, barulho e vibração. Já, num carro movido por célula a combustível, o índice de aproveitamento atual, que é de 35%, poderá chegar com facilidade a uma eficiência de 60%.

Nas células estacionárias geradoras de energia, o aproveitamento poderá ser superior a 92% (KENSKI, 2003).

²³ De forma semelhante “um valor positivo de ΔG significa que a reação tende a ocorrer no sentido inverso, isto é, do estado final para o inicial” (ALLINGER, 1978, p. 252).

A célula a combustível é um dos mais interessantes dispositivos de produção de energia útil que está sendo estudado modernamente, e diversas outras substâncias estão sendo estudadas para emprego nessas células.

Atualmente, além das células a hidrogênio, já existem células operando com combustíveis renováveis como o biogás e o etanol, que usam o ar atmosférico em substituição ao oxigênio, no papel de oxidante (VILLULLAS, 2002).

A célula a combustível, considerada hoje o principal método de produzir eletricidade à partir do hidrogênio, foi inventada em 1839 pelo inglês William Grove, 40 anos antes do motor a combustão.

Entretanto, as aplicações práticas para tais dispositivos datam dos últimos 40 anos. A princípio elas foram utilizadas no programa espacial norte-americano nos projetos Gemini, Apollo e Ônibus Espacial.

Ao grande interesse no desenvolvimento de células a combustível para aplicações terrestres a partir de 1973, desencadeado conseqüentemente, pela crise do petróleo ocorrida naquele ano, junta-se o aumento da consciência em relação à proteção ambiental.

A seguir apresentamos a organização das fontes de energia aqui apresentadas na Rede Sinótica de Significados.

II.4. A ORGANIZAÇÃO DAS FONTES, FORMAS E USOS DA ENERGIA NA REDE SINÓTICA DE SIGNIFICADOS

Esta forma cartesiana de apresentar as fontes de energia estaria ultrapassada se não fosse nosso objetivo nesta fase do estudo histórico juntar todos os fragmentos numa ordem lógica de (re)construção do todo.

Como já mencionado anteriormente, é preciso criar mecanismo para que o conhecimento existente sobre as fontes de energia saia das academias científicas e faça parte da cultura das pessoas. Preconizamos para a educação em geral, e dentro dela para o Ensino de Química, uma atitude dinâmica frente ao conhecimento pragmático da energia na sociedade. Portanto, para que as pessoas da comunidade escolar tenham acesso a esse tipo de informação de forma mais rápida e mais ampla, optamos em sintetizá-lo e organizá-lo em um Quadro Sinótico de Significados, de forma que todos os aspectos referentes aos tipos e às formas de compreensão do objeto de estudo revelados pelo estudo histórico ficassem visualizados.

Encontramos no trabalho de HIGA (1988) as orientações para a construção e utilização de tal quadro, o qual é chamado pela autora indiferentemente ora de Quadro ora de Rede.

A Rede Sinótica de Significados é organizada por meio de colchetes e chaves. A utilização do colchete indica um conjunto de elementos exclusivos que comportam uma dada categorização. Ele agrupa uma categoria e as subcategorias, formando o que é denominado de sistema. A chave é utilizada para reunir os sistemas que possuem uma interdependência por referir-se a uma mesma categorização.

Portanto, utilizar-se deste procedimento pareceu-nos apropriado para os propósitos desse estudo que era levantar e organizar, em princípio, todas as fontes de energia que o homem tem utilizado ao longo da história. Em tal organização (Quadro 1), consta desde as fontes mais utilizadas como o petróleo e o carvão mineral até aquelas idealizadas, porém ainda não viabilizadas, como o uso em escala comercial das células a combustível “hidrogênio” ou das correntes oceânicas ou da fusão nuclear.

Nesta forma de representação, a categoria escolhida foi a “*energia*” por ser o objeto deste estudo. As “*fontes, formas e usos*” representam as subcategorias as quais foram dispostas nesta ordem.

Reafirmamos, portanto, que neste estudo específico, a Rede Sinótica de Significados, por nós elaborada, é uma síntese dos resultados dos conhecimentos relativos à evolução histórica e das potencialidades contemporâneas dos usos da energia pela sociedade.

Apesar destes estudos não se constituírem em estudos históricos sob o ponto de vista do conhecimento científico, foram um exemplo da escolha de tópicos significativos em todos os sentidos, pois através deles podemos dizer que: 1- obtivemos subsídios de pensamento que esclareceram o processo de construção ou criação dos conhecimentos científicos e a compreensão de novos significados; 2 – encontramos elementos que foram úteis tanto na fase de elaboração do instrumento de pesquisa quanto na da realização da pesquisa empírica, fornecendo conteúdos e elementos de comparação; 3 - disponibilizamos para os professores de Química, sistematização de conhecimentos que poderá ser útil na sua ação didática, especificadamente em processos de ensino que envolvam o levantamento e a organização dos conhecimentos dos alunos quando relacionados com o conhecimento científico, especificadamente, se relacionados aos usos da energia; 4 – compreendemos hábitos de consumo de um determinado produto em detrimento de outro pela sociedade.

No caso específico deste trabalho - o do uso dos combustíveis fósseis em detrimento dos combustíveis renováveis; 5 – e finalmente, tudo isto pôde ser sintetizado num quadro único, no caso o Quadro 1, e servir como instrumento de mediação em todas as etapas da pesquisa empírica.

Quadro 1: Rede Sinótica de significados das fontes, Formas e Usos da Energia.

Encontram-se condensados nesta forma de representação mais ou menos 600.000 anos de história dos usos da energia, considerando-se que iniciamos a narrativa do presente estudo tomando como referência o ano 600.000 a. C. Portanto, mais do que dados, a Rede Sinótica de Significados representada no Quadro 1, expressa conhecimentos, interações, e significados desses conhecimentos, o que justifica a sua denominação.

Essas observações encontram-se fundamentadas nos princípios defendidos no referencial teórico, segundo os quais é preciso fornecer ao sujeito do processo educativo, elementos para que ele possa estabelecer relações com o conteúdo curricular de Química visto na escola e com as situações vivenciadas no seu dia-a-dia.

De acordo com esses pressupostos teóricos descreveremos, no terceiro capítulo, quais/como esses conhecimentos se encontram disponibilizados no Currículo Escolar de Química na forma de conteúdos de ensino dessa disciplina.

CAPÍTULO III. A ENERGIA NO ENSINO DE QUÍMICA

III.1. INTRODUÇÃO

A reestruturação do currículo do Ensino Médio constitui-se uma etapa do cumprimento legal dos documentos oficiais consubstanciados através: 1 - da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996 (LDB/96) (PALMEIRA, 1996); 2 - das Diretrizes Curriculares Nacionais - Ensino Médio (DCNEM); 3 - dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs).

Tal reestruturação deve conciliar as intenções manifestas em tais documentos, como a idéia de a escola trabalhar com valores e atitudes visando à aprendizagem de habilidades voltadas para competências; e à viabilidade de execução a curto e médio prazo, ao nível do conjunto de todas as escolas nacionais, mantendo a preocupação permanente de aproximar propostas e realizações, intenções e atitudes concretas.

Segundo defendem seus autores, as DCNEM e os PCNs não listam conteúdos de ensino e consubstancializam-se num conjunto de propostas, dando autonomia aos sistemas de ensino para adequarem ou não suas ações de acordo com suas realidades específicas. Porém, quando a LDB/96 em seu artigo 26, estabelece que a organização curricular do Ensino Fundamental e Médio constará de uma “*Base Nacional Comum*”, a ser complementada por uma “*Parte Diversificada*”, restringe de certa forma tal autonomia.

Outro fator que no nosso entendimento também limita a autonomia das escolas em relação aos conteúdos de ensino, é o Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM, cujos conceitos de competências cognitivas e habilidades instrumentais cobradas se encontram organizados nas Matrizes Curriculares de Referência para o Sistema de Avaliação de Educação Básica – SAEB.

Neste entendimento, por mais que o coletivo dos professores de uma determinada escola esteja disposto a ultrapassar o formalismo dos conteúdos tradicionais, trazendo para a sala de aula conteúdos práticos/úteis ao coletivo dos alunos, é barrados por estes dois mecanismos de manutenção da tradição acadêmica, que, entre outros, desprestigiam o conhecimento pragmático. (MACEDO, 1998).

Portanto, apresentaremos neste capítulo o tratamento conferido à energia no ensino de Química do Ensino Médio do CEFET/PR-Unidade de Curitiba.

Face aos objetivos propostos e descritos na introdução desta dissertação, o foco deste estudo será a apreensão dos significados que são dados à energia no Ensino de Química; o que

se ensina sobre energia e de que forma isto é feito, visando à obtenção de elementos de compreensão para as respostas dos alunos às questões propostas.

Por conseguinte, iniciaremos o presente capítulo, discorrendo sobre o Ensino Médio, no âmbito da nova lei.

III.2. O ENSINO DE QUÍMICA X LDB/96

O Ensino Médio consta da Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996-Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional-LDB/96, nos seus artigos 35 e 36.

O artigo 35 estabelece que o Ensino Médio é a etapa final da Educação Básica, tendo duração mínima de três anos e suas finalidades são: I - a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos; II - a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores; III - o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico; IV - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.

No Art. 36, Parágrafo 1º, a LDB/96 versa sobre as competências que o aluno deverá demonstrar ao final do Ensino Médio. Os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação serão organizados de tal forma que, ao final do Ensino Médio, o educando demonstre: I - domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna; II - conhecimento das formas contemporâneas de linguagem; III - domínio dos conhecimentos de Filosofia e de Sociologia necessários ao exercício da cidadania.

Sem embargo, fica evidente que o propósito da presente lei é disciplinar o processo de educação que se dá no ambiente escolar, e atribuir à outras instâncias legais a responsabilidade de fazer com que este se efetive. E assim, burocraticamente, as questões referentes aos conteúdos e as metodologias de ensino deverão ser tratadas nas DCNEM e nos PCNs, em conformidade com o que descreveremos nas próximas páginas.

III.3. O ENSINO DE QUÍMICA NA ABORDAGEM DAS DCNEM

As DCNEM podem ser traduzidas como um documento oficial que regula a Base Curricular Nacional e a organização do Ensino Médio. São consubstanciadas num conjunto de definições sobre princípios, fundamentos e procedimentos a serem observados na organização pedagógica e curricular das escolas integrantes dos sistemas de Ensino Médio.

Das propostas incluídas nas DCNEM destaca-se neste trabalho, a contextualização do conhecimento, concebida tanto como concretização dos conteúdos em situações próximas e vivenciais, quanto como articulação entre teoria e prática e, ainda, como instrumento pedagógico capaz de atribuir significado ao conhecimento escolar. Porém, não é objetivo das DCNEM abordar questões referentes aos conteúdos de ensino.

No plano cognitivo, as DCNEM propõem três grandes áreas de conhecimento – “Linguagens e Códigos”, “Ciências da Natureza e Matemática” e “Ciências Humanas” – todas acompanhadas de suas respectivas Tecnologias. A Química, a Biologia e Física compõem o bloco das “Ciências da Natureza”.

A aprendizagem nesta área, inclui a compreensão e a utilização dos conhecimentos científicos, para explicar o funcionamento do mundo, bem como para planejar, executar e avaliar as ações de intervenção na realidade. (BRASIL, 1998c).

Nesta perspectiva, na tentativa de atualização dos conteúdos de ensino, foi incluído o Ensino da Tecnologia que acompanhou/acompanha o desenvolvimento do conhecimento científico ao longo do tempo e, a orientação para que certos conteúdos de ensino sejam interdisciplinarizados.

Dentre o conjunto de orientações referentes à Área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, listadas nas DCNEM destaca-se: 1 - que o conceito de energia não deve ser trabalhado somente na disciplina de Física, mas igualmente em Química e em Biologia; 2 - que nas situações de ensino, as Ciências da Natureza devem ser compreendidas como construções humanas nas quais o conhecimento científico e tecnológico, além das relações recíprocas, também se relacionam com a vida social e produtiva.

Assim, para suprir as limitações das DCNEM, os PCNEM, dos quais falaremos a seguir, foram elaborados.

III.4. OS PCNs E O ENSINO DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO

Os PCNs seguem uma orientação mais operacional e, além de difundir os princípios da reforma curricular, visam orientar o professor na busca de novas abordagens e metodologias de ensino.

No tocante aos conteúdos e estratégias de aprendizagem, os PCNs partem do pressuposto de que a reforma curricular deve contemplar aqueles que capacitem o aluno para a realização de atividades nos três domínios da ação humana, ou seja, “*a vida em sociedade, a atividade produtiva e a experiência subjetiva*”. (BRASIL, 1998a, p. 16).

As orientações contidas nos PCNs, de um modo geral apontam a necessidade do aprendizado na área, porém, a parte final do documento é relativa às disciplinas isoladas, com sugestões de temas e assuntos para serem trabalhados em cada disciplina específica, visando ao desenvolvimento das competências e habilidades previstas ao término do Ensino Médio.

O princípio geral contido nestes documentos é o de que ensino de Química no Ensino Médio deverá contribuir para a formação científica do cidadão e para o desenvolvimento de conhecimentos e valores que possam servir de instrumentos mediadores da interação do indivíduo com o mundo.

Partindo de tal princípio, fica evidente que ensino de Química concebido desta forma não deve passar para os alunos o conhecimento científico sem abordar a sua relevância social, ou toda a polêmica envolvida na época de sua formulação. As orientações contidas nos PCNs são para que: a - o conhecimento científico seja passado ao alunos como criação do intelecto humano e, como qualquer atividade humana, ser submetido à avaliações de natureza ética; b - os conhecimentos difundidos no ensino da Química permitam aos alunos construir uma visão de mundo mais articulada com a realidade local e se percebam como parte de um mundo que está em constante transformação.

Os PCNs reconhecem os obstáculos na compreensão do conhecimento químico muitas vezes acarretados pela forma em que é feita a sua transmissão. Entre esses obstáculos, destacam: 1 - as informações veiculadas pelos meios de comunicação, que ora são transmitidos de forma superficiais e errôneas, ora exageradamente técnicas, levando a população alvo dessas informações a uma compreensão unilateral da realidade e do papel do conhecimento químico no mundo contemporâneo; 2 - a visão de vilã que a população tem da Química; 3 - o conhecimento científico que é transmitido pela escola na forma de informação é o conhecimento acadêmico; 4 - a transmissão de um conhecimento desatualizado e que não se aproxima da realidade vivida nem pelos alunos nem pelos professores.

Tal como nós, e como os autores citados no referencial teórico, os autores dos PCNs, ao apontarem os problemas inerentes ao aprendizado científico também defendem a abordagem histórica destes conhecimentos, que entre outros aspectos, engloba a luta do homem pela sobrevivência.

O ser humano, na luta pela sua sobrevivência, sempre teve a necessidade de conhecer, entender e utilizar o mundo que o cerca. (...); descobriu a força dos ventos e das águas, o fogo e a periodicidade do clima nas estações do ano. A necessidade de utilização sistemática dessas descobertas fez com que o ser humano passasse para outro estágio de desenvolvimento, decorrente da invenção de processos de produção e de controle daquelas descobertas, como produção e manutenção do fogo, invenção da irrigação, invenção da agricultura e da criação de animais, produção de ferramentas, invenção da metalurgia, cerâmica, tecidos. Assim, das raízes históricas ao seu processo de afirmação como conhecimento sistematizado, isto é, como ciência, a Química tornou-se um dos meios de interpretação e utilização do mundo físico. (BRASIL, 1998b, p. 31).

Apontam portanto, que ao mostrar o conhecimento desta forma para o aluno, despertará a percepção deste aluno em relação a relevância social do conhecimento científico.

Por outro lado, as leituras ou perfis conceituais sobre fatos químicos, de cada aluno, vai depender das respectivas visões que eles têm do mundo que os envolve, e, que conseqüentemente, interferem nas suas habilidades cognitivas. Neste sentido, os PCNs também apontam para a necessidade de que se levem em conta no processo coletivo da construção do conhecimento em sala de aula, as visões de mundo dos alunos.

Porém, ao retomar o foco central desta discussão, não encontramos nos PCNs relação de conteúdos que devem ser trabalhados no ensino de Química. Tais documentos trazem apenas orientações que devem ser levadas em consideração na reorganização curricular. No entanto, da análise destas orientações é possível extrair algumas pistas de conteúdos que seus autores consideram relevantes no desenvolvimento das competências e habilidades previstas através deste ensino. Na nossa interpretação, os temas que destacamos traduzem a intenção dos autores. Desta forma, quando eles sugerem que os conhecimentos químicos trabalhados no ensino de Química sejam aqueles capazes de proporcionar um entendimento amplo acerca das transformações químicas, colocamos este tema no rol dos conteúdos selecionados.

Ao orientarem que o ensino das reações químicas envolvam inicialmente seu reconhecimento qualitativo e suas inter-relações com massa, energia e tempo, automaticamente estão incluindo o estudo da energia e as relações energia-matéria, nos processos químicos.

Os autores dos PCNs, sugerem que num primeiro momento, sejam apresentados aos alunos fatos concretos, observáveis e mensuráveis, porque os conceitos que eles trazem para a sala de aula são resultantes do conhecimento comum.

Esta orientação também coaduna com a defendida no referencial desta dissertação de que os conhecimentos do senso comum são fundamentados em fatos observáveis, e que, neste nível de compreensão, só são percebidos os aspectos macroscópico dos fenômenos químicos.

Dentre os temas sugeridos como exemplo de abordagem, encontram-se também os combustíveis e a combustão. Segundo os autores do referido documento, o tema combustível pode, num primeiro momento, ser estudado em termos do entendimento das reações de combustão, tanto em seus aspectos qualitativos, quantitativos, macroscópicos e microscópicos. Num segundo momento, deve-se procurar entender a problemática dos combustíveis, considerando-se as fontes renováveis e não renováveis, litosfera e biosfera, os problemas ambientais decorrentes do uso dos combustíveis, as relações entre desenvolvimento sócio-econômico e disponibilidades de energia. Para os autores dos PCNs, *“esses temas, mais do que fontes desencadeadoras de conhecimentos específicos, devem ser vistos como instrumentos para uma primeira leitura integrada do mundo com as lentes da Química”*. (BRASIL, 1998b, p.37).

Tais orientações apontam estes aspectos como pertinentes do conhecimento Químico e necessários para que o mesmo seja compreendido.

Do que acabamos de expor, pode-se dizer que os autores dos PCNs manifestam em tal documento a necessidade de se trabalhar o conhecimento referente as fontes de energia no ensino de Química. Tal manifestação pode ser identificada quando: 1 - os autores apontam os saberes científico e tecnológico que contribuíram para a sobrevivência do ser humano como temas de ensino; 2 - os autores sugerem que os conhecimentos que permitiram o ser humano extrair e sintetizar materiais, bem como os que permitiram os processos de fabricação e uso dos mesmos, sejam abordados.

Portanto, nestes documentos, a abordagem das implicações econômicas, sociais e políticas dos sistemas produtivos agrícola e industrial, torna-se evidente e necessária no ensino de Química.

De acordo com esses princípios, entende-se que a intenção manifesta na proposta é a de que a construção do conhecimento científico pelos alunos ocorra envolvida com os valores humanos, tecnológicos e a vida em sociedade, na busca do diálogo e da interação social na produção coletiva.

Para os autores, o conhecimento prévio dos alunos poderá possibilitar o diálogo pedagógico no confronto das opiniões, portanto deve ser levado em conta no processo de ensino, para que tal confronto de visões permita a transição da visão intuitiva de senso comum, para uma visão cientificamente construída pelo aluno.

III.5. OS USOS DA ENERGIA E OS CONTEÚDOS CURRICULARES DE QUÍMICA NAS MATRIZES CURRICULARES DE REFERÊNCIA

As Matrizes Curriculares de Referência se estruturam a partir dos conceitos de competências e de habilidades associadas aos conteúdos do Ensino Fundamental e Médio que serão exigidos dos alunos pelo SAEB. Segundo seus autores, elas orientam também as ações pedagógicas dos sistemas de ensino em geral, das escolas e dos professores, porque, no contexto da avaliação, subjaz o que deveria ser ensinado.

Fundamentados nesta informação, empenhamos-nos em buscar tais conteúdos.

A Matriz Curricular de Química, foco do nosso estudo, “*visa subsidiar a construção de processos que permitam a avaliação do desempenho do aluno nesta ciência, de modo a possibilitar o redirecionamento dos percursos do aluno, do professor, do sistema educacional, permitindo tanto um diagnóstico, para estarmos a par dos problemas, como um prognóstico para iluminar o futuro, a renovação constante*” (BRASIL, 1999, p. 115).

Neste documento, os autores concebem a Ciência Química como interpretação humana da natureza e, como tal, sujeita a modificações, falhas e revisões. O mesmo tratamento é dado ao conhecimento científico que por ser gerado no interior da sociedade, relaciona-se com os aspectos técnicos, da produção, da cultura e da política.

Vistos desta forma, os conteúdos de Química devem permitir ao aluno a análise de seu cotidiano, e a apropriação de conhecimentos de sua época, principalmente em função das grandes mudanças tecnológicas, econômicas e culturais que estão ocorrendo atualmente.

Portanto, a análise da Matriz Curricular de Química neste trabalho foi importante por se constituir o único documento legal que fornece a lista mais provável dos conteúdos que os alunos no final do Ensino Médio deveriam dominar. Ou melhor, não só os conteúdos, mas a forma como eles devem entender e usar tais conhecimentos. Tanto é que os autores não usam o conceito de conteúdo, se assim o fosse, o documento não teria nada a acrescentar, no processo de reestruturação curricular do ensino de Química no Ensino Médio. Para se referirem ao desempenho desejável do aluno na disciplina ao longo da Educação Básica, os autores adotaram o termo “descritores de química” (Anexo 1).

Segundo os autores das Matrizes Curriculares de Referência, “*as competências foram categorizadas em três níveis distintos de ações e operações mentais, que se diferenciam pela qualidade das relações estabelecidas entre o sujeito e o objeto do conhecimento*” (BRASIL, 1999, P. 10). No Anexo 1, esses níveis são identificados à direita de cada descritor da seguinte forma: Nível Básico-(B), Nível Operacional (O) e Nível Global (G).

Porém, cabe ressaltar que na pesquisa que realizamos e que ora está sendo descrita, verificou-se que no conjunto de descritores de química, o tratamento dado à energia é semelhante ao que é encontrado em qualquer listagem clássica de conteúdos químicos. Verificou-se também, que até a disposição do rol de conteúdos é idêntica à encontrada em qualquer livro didático de Química do Ensino Médio.

Como no livro didático adotado e usado pelos alunos pesquisados, nos descritores de química a energia é abordada mais especificadamente nas unidades referentes à Cinética Química, Eletroquímica, Termoquímica e de forma muito simplificada em alguns tópicos de Química Orgânica.

Em Cinética Química por exemplo, num diagrama de energia de uma reação química, abordam-se aspectos referentes à energia de ativação e do complexo ativado; em Eletroquímica destacam-se o conceito, os tipos e os usos de pilhas eletroquímicas, de baterias e eletrólises. No entanto, os termos “fonte” e “forma” de energia não são mencionados; em Termoquímica reconhecem-se isótopos, radioisótopos, tipos de partículas irradiadas, fissão e fusão nuclear, bem como os usos da energia resultante desses processos. Porém, o uso do Urânio como “combustível” nuclear ou do Hidrogênio como “fonte secundária de energia” usado nos reatores nucleares, entre outros, não são mencionados; no estudo da Química Orgânica, ao abordarem os compostos de carbono, reconhecem-se o petróleo, e os processos de destilação e “craqueamento”²³. Classificam-se os hidrocarbonetos; equacionam-se reações de combustão; reconhecem-se as funções orgânicas e seus principais compostos; entre eles, o álcool etílico, o metano, o etino, a sacarose, os óleos, as gorduras, etc. No entanto, tudo isso se passa sem que conceitos como fontes, formas e processos de conversão de energia sejam mencionados.

De um modo geral, os autores das Matrizes Curriculares de Química sugerem a abordagem de temas sociais relevantes no ensino da disciplina, mas não reconhecem fontes, formas e usos da energia na perspectiva da Química como tais.

Essas observações, que podem ser estendidas a todos os documentos analisados, não são decorrente apenas das análises realizadas neste trabalho; acrescenta-se a ela, a nossa

²³ Craqueamento: Método capaz de transformar moléculas maiores em menores. Por exemplo: Na produção de gasolina a partir de frações de hidrocarbonetos de pontos de ebulição mais altos, usa-se o processo de *craqueamento térmico*. Porém, se a reação for feita na presença de um catalisador, o processo é chamado de *craqueamento catalítico*. (ALLINGER et al, 1978, p. 866).

experiência como membro participante de duas grandes reestruturações de conteúdos curriculares da disciplina de Química para o nível médio, nas redes públicas de ensino.²⁴

²⁴ Em 1988, Projeto de Reestruturação do Ensino de 2^o Grau no Paraná, desenvolvido pelo Departamento do Ensino do 2^o Grau/SEED, na elaboração o Projeto de Conteúdos Essenciais de Química do Ensino de 2^o Grau. (PARANÁ. 1988). E, em 1998, definição dos Conteúdos Curriculares de Química do Ensino Médio no CEFET/PR (CEFET/PR, 2000).

III.6. OS USOS DA ENERGIA NOS PLANOS DE ENSINO E NO LIVRO DIDÁTICO

No CEFET/PR–Unidade de Curitiba, cada Departamento Acadêmico–DA, é responsável pela elaboração dos Planos de Ensino do Ensino Médio das suas respectivas disciplinas.

Na Instituição, a disciplina de Química é de responsabilidade do Departamento Acadêmico de Química e Biologia–DAQBI, que atende desde o Curso do Ensino Médio passando pelos Cursos Superiores de Tecnologia, Engenharias até os Curso de Pós-Graduação como o de Mestrado em Materiais.

Assim, os Planos de Ensino da Disciplina de Química do Ensino Médio é produção dos professores do DAQBI.

No 1^o ano, a disciplina de Química é ministrada em 3 aulas semanais de 50 minutos cada uma, sendo uma delas, aula prática de Laboratório. Nos 2^{os} e 3^{os} anos, a disciplina de Química constitui-se de apenas 2 aulas semanais com duração de 50 minutos cada uma. As aulas de Laboratório ocorrem bimestralmente devido a redução de carga horária.

O DAQBI, conta com dois laboratórios disponíveis para o Ensino Médio, ambos com capacidade para turmas de vinte e cinco alunos. Cada turma de Ensino Médio é formada por quarenta alunos, portanto, nas aulas práticas estes são dispostos em número de vinte em cada laboratório. Os alunos trabalham em equipes de no máximo três membros e usufruem todo o material necessário para realizarem os experimentos, dos quais todos os membros do grupo participam.

Quanto às estratégias de ensino, os professores de Química do Ensino Médio se reúnem semanalmente no DAQBI para avaliação constante do processo de ensino aprendizagem e para decidirem sobre as estratégias de ensino e de avaliação.

As estratégias de ensino adotadas pelos professores do referido Departamento Acadêmico são: aula expositiva; aula prática de laboratório; atividades com livros paradidáticos e atividades extra-classe.

No planejamento anual (Anexo 2) fixa-se os livros paradidáticos que serão utilizados durante o ano letivo, e nas reuniões semanais os professores definem as formas de avaliação dos conteúdos desenvolvidos nos respectivos livros. São escolhidos quatro títulos conforme bibliografia nos Planos de Ensino, e trabalhado um título por bimestre. Quanto à metodologia, o professor titular tem autonomia para escolher o tipo de atividade que irá desenvolver com seus alunos.

Nas atividades extra classe, os alunos apresentam trabalhos à comunidade interna e externa com exposições, participação em eventos, pesquisas, etc.

A avaliação do processo de ensino aprendizagem se materializa através de duas provas bimestrais: uma prova escrita e uma prova prática de laboratório. Também são consideradas todas as atividades desenvolvidas pelos alunos.

O regime do curso é anual, e desde 1998 época de sua implantação, os Planos de Ensino da Disciplina de Química são elaborados anualmente.

Por pertencermos ao quadro docente do DAQBI, participamos não só da elaboração desses planos, mas de todas as fases de sua execução, o que nos confere certa segurança ao falarmos de sua estrutura.

Os conteúdos de Química nos Planos de Ensino estão dispostos e hierarquizados por bimestre e por turma conforme Anexo 2.

Como todos os conteúdos dos Planos de Ensino são retirados do livro didático adotado, (USBERCO e SALVADOR, 1998), omitimos sua descrição para não nos tornarmos repetitivos.

Cabe ressaltar, porém, que enquanto o livro didático traz textos, definições, e exercícios, os planos de ensino trazem os objetivos por competência, a listagem/hierarquia de conteúdos, o tempo de operacionalização desses conteúdos, as formas de avaliação e a bibliografia recomendada, tanto para os alunos quanto para os professores, inclusive a listagem dos livros paradidáticos que serão utilizados durante o ano.

Como bem afirma LOPES (1994), o livro didático, como todo e qualquer texto, não é em si uma obra fechada. Na medida em que é utilizado, caberá ao professor estabelecer discussões, avaliações e críticas, capazes mesmo de ultrapassagem. No entanto, como nosso trabalho não comporta tal discussão, consideramos como conteúdo abordado no ensino de Química apenas o que está explícito no livro didático e nos planos de ensino. Este assunto será retomado no próximo capítulo, quando apresentarmos os resultados da análise das respostas dos alunos. São eles que nos dirão se houve ultrapassagem ou não.

Porém, antes de apresentarmos a síntese de tais conteúdos, achamos oportuno comentar a forma como os autores do livro texto apresentam o conceito de energia aos alunos: *“Na verdade não existe uma definição satisfatória para energia. Porém, uma de suas características mais importantes é que ela pode provocar alterações na matéria e ser interconvertível em suas várias formas”*. (USBERCO e SALVADOR, 1998, p.18).

Embora os autores digam no início do livro texto que a matéria e a energia serão a base do estudo proposto, esta é a única referência que é dada à noção de energia em toda extensão do livro.

De certa forma, os conhecimentos químicos ensinados aos alunos do Ensino Médio estão dispostos no livro didático em três blocos, que coincidem com os 3 anos de escolaridade média dos alunos: 1- Química Geral; 2- Físico-Química; 3- Química Orgânica.

Só mencionamos, na presente síntese, as unidades de estudo que abordam o tema energia de forma explícita e aquelas em que os autores mencionam os seus usos.

Dos conhecimentos pertencentes à Química Geral, a energia é abordada superficialmente nos seguintes tópicos: Matéria, Estrutura do Átomo, Tabela Periódica, Ligações Químicas e Reações Químicas; dos pertencentes à Físico-Química a energia estudada é a envolvida nos conhecimentos referentes às Propriedades Coligativas, Termoquímica, Eletroquímica e Cinética Química; e, de forma semelhante, nos conhecimentos pertencentes à Química Orgânica, os autores fazem referências às fontes de energia fósseis, no estudo dos Compostos Orgânicos.

É interessante comentar a forma como é feita a abordagem. Os autores afirmam que as principais fontes de hidrocarbonetos são os combustíveis fósseis, tais como, petróleo, gás natural, hulha e xisto betuminoso. O petróleo também é destacado como a fonte de hidrocarbonetos mais importante que existe atualmente. Ou seja, a ênfase dada é para os hidrocarbonetos e não para a energia.

No entanto, eles ressaltam que aproximadamente 90% dos materiais obtidos a partir da refinação do petróleo são usados em reações de combustão, isto é, são queimados para a produção de energia. Os outros 10 % são utilizados pela indústria petroquímica na produção de plásticos, fibras, fertilizantes e muitos outros.

Destaca-se também os usos dos principais hidrocarbonetos, nos quais os autores relacionam os alcanos com os compostos usados no dia-a-dia como o metano (gás natural, biodigestores). E ao trabalharem os hidrocarbonetos aromáticos, os autores dão um breve histórico de sua obtenção, destacando a utilidade da hulha.

Da mesma forma é feita a abordagem da Função Álcool, na qual são destacados os principais álcoois (metanol e etanol) e seus usos como combustíveis.

No geral, prevalece em toda extensão do livro didático o estudo voltado para a identificação ou o reconhecimento das funções químicas tomando por base as estruturas químicas, grupos funcionais, nomenclatura e formulação dos compostos.

Por outro lado, nos Planos de Ensino não foram encontrados objetivos direcionados especificamente para o estudo das fontes/formas ou usos da energia desses compostos.

Desta forma, o levantamento por nós empreendido facultou-nos a possibilidade de concluir que, apesar de todas as tentativas e esforços dos professores no sentido de melhorar o Ensino de Química do Ensino Médio, ainda existe um distanciamento muito grande entre a ciência ensinada na escola e a ciência vivida no dia-a-dia dos alunos. Mas, por ora, ainda é cedo para tecermos conclusões.

III.7. A ORGANIZAÇÃO DOS CONTEÚDOS CURRICULARES DE QUÍMICA

Os resultados dos estudos realizados e apresentados no presente capítulo, foram sintetizados, organizados e expressos no Quadro 2.

Quadro 2: Rede Sinótica de Significados dos conteúdos curriculares de Química.

De acordo com a metodologia utilizada, os dados expressos no referido quadro mostram os conteúdos curriculares da disciplina de Química listados nos Planos de Ensino e no Livro Didático do Ensino Médio do CEFET/PR-Unidade de Curitiba.

Uma das discussões já referenciada no início deste estudo de que “matéria e energia se interconvertem”, fundamentou a organização dos conhecimentos condensados no referido quadro.

Nesta forma de entendimento, a maneira da disposição dos conhecimentos evidenciam que o conceito de energia permeia todos os conteúdos de Química no Ensino Médio.

Na Rede materializada no presente quadro, a forma clássica de organização dos conteúdos curriculares de Química em Química Geral, Físico-Química e Química Orgânica cedeu lugar ao objeto da Química entendido como “o estudo da matéria, suas características, propriedades e transformações”.

Nessa forma de entendimento, é possível ler no Quadro 2 que a Matéria é formada pelos Elementos Químicos; a interação destes elementos, através das Ligações Químicas dão origem às Substâncias Químicas; e que das Reações Químicas entre essas Substâncias é que surgem novas substâncias ou novos materiais²⁵.

Conforme mostra o referido quadro, Matéria e Energia foram tomadas como as categorias em torno das quais as unidades de estudo Elementos Químicos, Funções Químicas e Reações Químicas são os subtemas que serão desdobrados em conteúdos de ensino, que serão desenvolvidos durante os três anos do curso do Ensino Médio. Daí a nossa opção em tomá-los como “subcategorias” e subdividi-los, conforme necessidade em outras, até chegarem à forma final, em conformidade com a Rede apresentada.

Visto dessa maneira, todo conhecimento necessário para compreensão da energia envolvida nas transformações materiais, e que de certa forma é socializado na escola através do ensino de Química, encontra-se condensado no referido quadro.

Acreditamos que essa forma de representação dos conteúdos curriculares de Química acrescenta uma nova dimensão à compreensão dos conhecimentos Químicos, os quais são vistos no todo, formando uma rede e não mais como conteúdos estanques, isolados, prontos e acabados, sem nenhuma conexão entre si e com a realidade.

²⁵ A idéia de dispor os Conteúdos Curriculares de Química tomando “Matéria” como a espinha dorsal de tais conteúdos data de 1988, época em que definimos os “Conteúdos Essenciais do Currículo de Química” para a “Proposta de reestruturação do Ensino de 2^o Grau no Paraná, desenvolvido pelo Departamento deste nível de Ensino, vinculado à Secretaria Estadual de Educação (SEED), do referido estado. Porém, a idéia de juntar a Energia à Matéria é fruto deste nosso trabalho de pesquisa.

CAPÍTULO IV. O QUE PENSAM OS ALUNOS SOBRE OS USOS DA ENERGIA

IV.1. INTRODUÇÃO

Descreveremos neste capítulo o instrumento da pesquisa que foi realizada junto aos alunos concluintes do Ensino Médio do CEFET-PR-Unidade de Curitiba. Apresentaremos os conteúdos e os detalhes que orientaram a elaboração das questões, de modo a salientar como eles estão relacionados com os aspectos teóricos discutidos nos capítulos anteriores. Apresentaremos também os critérios que nortearam a coleta de dados, bem como aqueles de seleção do material a ser apresentado na análise.

Cabe ressaltar que os estudos organizados nas Redes Sinóticas de Significados 1 e 2, não só balizaram todas as etapas da pesquisa empírica, como permitiram representar o universo conceptual dos alunos na Rede Geral, de forma a visualizar as concepções que os alunos do Ensino Médio do CEFET/PR- Unidade de Curitiba têm sobre os usos da energia.

Assim, este último capítulo constitui-se de uma síntese sobre as principais compreensões dos alunos sobre os usos da energia, bem como da apresentação e discussão sobre a elaboração do instrumento de pesquisa.

Além, procuramos avaliar o pensar e as compreensões dos alunos, tendo como referência os aspectos discutidos e defendidos nos capítulos anteriores.

Com uma rápida conclusão e algumas recomendações que serão apontadas como sugestões de continuidade de estudo, finaliza-se o trabalho de pesquisa juntamente o referido capítulo.

IV.2. CARACTERÍSTICA DO INSTRUMENTO UTILIZADO

O instrumento por nós utilizado para a obtenção das informações aqui apresentadas foi a entrevista semi-estruturada.

A revisão bibliográfica nos apontou a existência de vários métodos de que os pesquisadores têm-se utilizado na coleta de concepções alternativas de alunos, independente do nível de ensino ou do assunto pesquisado.

Segundo SANTOS (1991), quando se pretende avaliar o percurso pedagógico na intenção de capturar o apreendido, após os alunos terem percorrido um certo caminho, recorre-se à metodologias mais estruturadas. Nesta perspectiva, optamos pela entrevista semi-estruturada, por entender que se apresenta como o instrumento apropriado.

Pelos detalhes contextuais que abrangem a temática em questão, optamos por uma abordagem qualitativa, a qual na visão de RICHARDSON (1989, p.38) *“justifica-se, sobretudo, por ser uma forma adequada para entender a natureza de um fenômeno social”*. Segundo o referido autor, as situações em que o pesquisador objetiva compreender aspectos psicológicos, cujos dados não podem ser coletados de modo completo por outros métodos devido à complexidade que encerra, implicam estudos que exigem uma metodologia qualitativa.

Na escolha da entrevista semi-estruturada como instrumento de captura das informações, levamos em conta a caracterização do problema e os objetivos do estudo que exigiam uma metodologia que investigasse profundamente a existência ou não de conceitos científicos nas explicações dos alunos ao abordarem os usos de energia.

A entrevista semi-estruturada dentro da pesquisa qualitativa é uma técnica que possibilita uma profundidade nas informações e uma aproximação face a face com o entrevistado, permitindo desta forma o esclarecimento de possíveis dúvidas geradas durante a entrevista. TRIVINOS (1987, P. 146), ao abordar assuntos pertinentes a esta técnica de pesquisa, esclarece que: *“(...) a entrevista semi-estruturada, ao mesmo tempo em que valoriza a presença do investigador, oferece todas as perspectivas possíveis para que o informante alcance a liberdade e a espontaneidade necessárias, enriquecendo a investigação”*.

O conteúdo da entrevista foi estruturado em dois blocos de questões constituindo os Blocos I e II.

As questões contidas no Bloco I visavam apreender através das respostas dos alunos, informações sobre os tópicos de estudos que abordaram a energia durante o curso do Ensino Médio e as disciplinas em que tais conhecimentos foram socializados. Já no Bloco II, através

das respostas dos alunos a vinte e cinco questões abrangendo fontes, formas e usos da energia no contexto geral, procurou-se apreender as concepções desses alunos sobre os usos da energia.

Na fase de “pilotagem” contamos com a colaboração dos alunos entrevistados que, no final da entrevista respondiam perguntas quanto à clareza ou não do instrumento. Embora essas respostas não façam parte da análise aqui apresentada, elas foram tabuladas e analisadas a fim de verificarmos se nossos objetivos de pesquisa seriam alcançados. Este movimento de entrevistar dois alunos, ouvir, transcrever, tabular, analisar as respostas e adaptar o instrumento, constituiu-se num processo de trabalho exaustivo e reflexivo que durou cerca de dois meses (agosto-setembro/2002).

Após termos entrevistado seis alunos, tabulado e analisado as respostas e elaborado um Quadro Sinótico parcial dos significados apreendidos nas respostas deles, estávamos seguros e familiarizados com o instrumento. Apesar da exaustão, o ponto positivo desta experiência foi a facilidade encontrada em dialogar com os alunos na realização da entrevista definitiva.

Durante a entrevista, o aluno era chamado pelo nome e deixado à vontade para que pudesse se expressar livremente.

Todas as entrevistas foram realizados nas dependências do CEFET/PR-Unidade de Curitiba. Dos vinte alunos entrevistados, oito eram “bolsistas”²⁶, e nesse caso a entrevista foi realizada nas salas do departamento em que ele estava alocado. Os demais foram entrevistados no Departamento Acadêmico de Química e Biologia-DAQBI, na sala de atendimento individual ao aluno.

Definimos o universo de alunos que fariam parte do nosso estudo, conforme critérios abaixo especificados, e, para garantir a representatividade de todas as turmas, entrevistamos 4 alunos de cada turma, independentemente de sexo ou idade.

De acordo com RICHARDSON (1989), uma amostra composta por 10% da população tem uma probabilidade aceitável de ser representativa do universo, entendendo por representativa a amostra cuja estrutura ou composição é a mesma da população. Nossa população era constituída pelos alunos que estavam matriculados, cursando e concluindo o último ano do curso do Ensino Médio no CEFET/PR-Unidade de Curitiba. Esses alunos eram em número de 200, distribuídos uniformemente em 5 turmas. Estudavam no período matutino

²⁶ Bolsistas são os alunos do Ensino Médio do CEFET/PR – Unidade de Curitiba, que desenvolvem alguma atividade junto aos Departamentos Acadêmicos da instituição. O aluno recebe uma “bolsa auxílio” pelo trabalho desenvolvido para uma carga horária de 20 horas semanais.

120 alunos, distribuídos em três turmas de 40 alunos cada uma, designadas pelos códigos: M11, M12 e M15. Os demais estudavam no período vespertino, distribuídos uniformemente em duas turmas sob as designações T11 e T12.

A natureza do problema e o conteúdo do instrumento de pesquisa influenciaram os critérios para a escolha da “amostra” na qual os alunos participantes deveriam estar cursando o último semestre do curso do Ensino Médio. Tal imposição prejudicou sobremaneira o andamento da pesquisa, que ficou subordinada ao “calendário de reposição de aulas pós-greve”. Dessa forma, o segundo semestre do ano letivo que tradicionalmente tem início no mês de agosto, em 2002 se deu em final de outubro. Conseqüentemente, a preocupação dos professores em “vencer o conteúdo”, somada a do aluno em não “perder as explicações”, impossibilitaram-nos de adentrarmos em sala de aula para agendar e realizar as entrevistas.

Desta forma, para que essa pesquisa pudesse ser realizada, contamos com o apoio da secretária da Divisão de Assistência ao Estudante-DAE, a qual acessando a lista dos alunos “bolsistas”, ajudou a selecionar e a localizar alunos terceiranistas.

De posse de tal lista, fomos pessoalmente ao departamento, identificamos o aluno, nos apresentamos a ele, falamos do objetivo do trabalho e pedimos sua colaboração.

A primeira reação dos alunos que era de medo em não saber nos dar a resposta certa, mudava após ouvirem a explicação sobre o tratamento que daríamos às respostas. Após entregamos a eles um termo por escrito (Anexo 3), em que constava a palavra de garantia do anonimato dos dados registrados, todos os alunos contatados aceitaram em dialogar conosco e permitiram que o teor da entrevista fosse gravado. Na maioria dos casos não houve agendamento prévio para a realização da entrevista, porque o aluno concordou em ser entrevistado imediatamente. Nesses casos, pedíamos a autorização do chefe imediato do referido aluno antes de iniciarmos a entrevista. Quando as condições do ambiente permitiram, a entrevista se deu ali mesmo, caso contrário, nos dirigíamos para as dependências do DAQBI.

De acordo com esse critério estabelecido pudemos entrevistar 8 alunos que eram bolsistas. Os outros doze (12) foram escolhidos aleatoriamente no pátio da escola. A princípio, nosso trabalho de identificação foi favorecido pelo apoio dos “inspetores de alunos”²⁷, os quais nos apontavam os alunos que atendiam nossos requisitos. A partir daí, a escolha ficou mais fácil. Adotamos o critério de procurar o aluno que o último entrevistado nos indicava.

²⁷São os profissionais que auxiliam o processo educativo atendendo os alunos no pátio, nos corredores, etc.

Na maioria dos casos a entrevista foi marcada e realizada no mesmo dia. Eram entrevistados no máximo três alunos por dia e só eram realizadas outras, após estas terem sido ouvidas, transcritas e lidas. Nos casos em que houve dúvidas na interpretação das respostas dos alunos (apenas 2), eles foram procurados no dia seguinte para que, após a leitura da pergunta e da resposta, explicassem o que realmente queriam dizer naquele caso específico.

Dos vinte (20) alunos entrevistados, só não foi gravada a entrevista do aluno A3, porque ele apresentava problemas de dicção. Nesse caso específico, à medida que o aluno respondia, anotávamos as respostas na folha de entrevista. Por este motivo, a referida entrevista durou mais de meia hora enquanto as outras não ultrapassaram 25 minutos.

A garantia do anonimato da identidade dos participantes neste relatório foi efetuada com a codificação dos entrevistados pela letra A, seguida do número correspondente a ordem de realização da entrevista. Desta forma, ao longo desta dissertação, os alunos serão identificados pelos códigos que variam de A1 a A20.

As entrevistas definitivas foram realizadas no período de 23 de outubro a 23 de novembro de 2002.

Após terminar a entrevista, agradecer pela participação e desligar o gravador, a maioria dos alunos permaneciam conversando conosco por mais alguns minutos, mostrando-se muito interessados no assunto. Pudemos perceber nesta fase o quanto foi acertada a metodologia utilizada. Além de ter possibilitado a mudança da impressão que os alunos tinham de estarem sendo submetidos a um teste de avaliação formal, ela possibilitou também a expressão da opinião dos alunos a respeito da formação que adquiriram através do ensino de Química na referida escola.

Este contato com os alunos ultrapassou a finalidade técnica do trabalho: coletar as concepções dos alunos sobre usos da energia envolvida nos fenômenos materiais, caracterizando-se na fase mais importante e gratificante do referido trabalho de pesquisa.

IV.3. PESQUISA DE CAMPO: ENTREVISTAS

Para facilitar nosso primeiro trabalho como pesquisador, idealizamos oito (8) questões que não foram feitas aos alunos, mas orientaram sobremaneira as vinte e cinco (25) questões dirigidas a eles. Tais questões foram concebidas como “questões norteadoras da entrevista”, e através das quais objetivávamos saber [1. *Qual a idéia dos alunos sobre fontes de energia ?*]; [2. *Como os alunos concebem as fontes de energia fóssil?*]; [3. *Os alunos têm conhecimento das fontes de energia renovável ?*]; [4. *Qual a noção que os alunos têm sobre as formas e usos da energia ?*]; [5. *Como os alunos usam o conceito de energia?*]; [6. *Que significados os alunos dão aos conceitos relacionados à energia ?*]; [7. *Como os alunos concebem a energia envolvida nos processos químicos, enquanto transformação?*]; [8. *Como os alunos usam o conceito de energia para explicar um processo químico enquanto transformação?*]. Todas elas sitiaram o objeto de estudo para que fossem apreendidas todas as formas em que o aluno pode ser compreendido.

A partir delas, elaboramos e aplicamos aos alunos vinte e cinco (25) questões que, de certa forma, quando analisadas respondiam ao objetivo perseguido nas oito (8) questões norteadoras. As vinte e cinco (25) questões abordaram os seguintes aspectos: a) *a concepção dos alunos sobre as diferentes fontes de energia existentes na natureza e as formas em que elas são usadas*; b) *o reconhecimento de que a maioria desses materiais sofrem processos físicos ou químicos para que a energia neles contida possa ser utilizada pelo homem*; c) *a compreensão e identificação da energia envolvida nas reações químicas*; d) *a noção que eles têm sobre fontes de energia renováveis e não-renováveis*; e) *e o reconhecimento da biomassa como fonte de energia renovável*.

Elaboramos questões abertas e simulamos situações concretas objetivando, no primeiro caso, a coleta de um espectro mais amplo da diversidade de pontos de vista e, no segundo, posicionar-nos como observadores das ações do aluno que estivesse vivendo uma situação concreta.

Durante a entrevista, o roteiro das questões foi seguido sem rigidez e quando necessário, alterava-se a forma de abordagem, sem no entanto alterar a seqüência das questões norteadoras.

Para cada aluno entrevistado tínhamos um protocolo de entrevista (Anexo 4). Nesse protocolo, além das questões da entrevista, tinha espaço também para colocarmos os dados sociodemográficos referentes ao aluno que seria entrevistado. Isso era feito antes de

iniciarmos a entrevista propriamente dita. Após a identificação do aluno pelo nome, idade, turma e turno, era avisado que o gravador seria ligado e que iniciariamos a entrevista. Ao iniciarmos o trabalho de investigação oral, fazíamos primeiro as perguntas pertencentes ao Bloco I, e na seqüência, as do Bloco II.

Procuramos nesta entrevista, através do conhecimento dos alunos sobre os usos da energia (fontes e formas): interpretar o uso que eles fazem da relação energia e matéria em processos físicos e químicos; verificar se eles interpretam as transformações da matéria como processos que geram ou necessitam de energia, e se eles utilizam os conceitos científicos relacionados com a energia química que são abordados na disciplina de Química.

Após transferir tais intenções às questões do Bloco II, e ter concentrado todo nosso interesse e atenção na análise das respostas relativas a tais questões, o Bloco I e todo seu conteúdo se tornou um apêndice no referido trabalho. Dessa forma, em função da extensão do trabalho após detalhamento das questões, optamos em retirá-lo do corpo da entrevista, e deixá-lo sob forma de anexo (Anexo 5).

Dessa forma, serão apresentadas e comentadas a seguir somente as perguntas integrantes do Bloco II.

IV.4. PROTOCOLO DE ENTREVISTA E DETALHAMENTO DAS QUESTÕES PROPOSTAS AOS ALUNOS.

A seguir, será detalhada a forma como pensamos e desdobramos as “oito(8) questões norteadoras da entrevista ” em perguntas para o aluno.

4.1. *Qual a idéia dos alunos sobre fontes de energia?*

Para atingir nosso objetivo, criamos um cenário – o qual denominamos Cenário I - ilustrado com figuras representativas das várias fontes de energia (Anexo 6), e elaboramos as seguintes perguntas. [1.1. *Neste cenário, quais ilustrações correspondem a materiais que são ou que podem ser explorados pelo homem como fontes de energia?*]; [1.2. *Você conhece outras fontes que não se encontram aqui representadas?*]; [1.3. *Você pode citar alguns exemplos ou situações em que se usa algum tipo de energia destas fontes?*]; [1.4. *Você é capaz de identificar, neste cenário, as fontes cuja energia, para ser utilizada, passa por um processo químico de conversão?*]; [1.5. *E neste cenário, você identifica alguma coisa que não representa fonte de energia? O que por exemplo?*]; [1.6. *Mas mesmo não sendo fonte, ele(a) possui algum tipo de energia? Qual?*].

Todas essas perguntas foram formuladas visando apreender o conhecimento qualitativo e quantitativo que eles têm sobre as fontes de energia, bem como as formas e usos de energia que eles conhecem. Era nosso interesse também saber se o aluno consegue indicar alguns processos/atividades industriais e diárias que emprega energia e se ele é capaz de, entre diferentes fontes de energia, identificar a energia química. Queríamos verificar também se o aluno conhece outras alternativas para a obtenção de energia e quais seriam essas alternativas. Por fim, pretendíamos com as perguntas 1.5 e 1.6, apreender qual a concepção que os alunos têm de energia interna das substâncias. A propósito, no cenário I, a única ilustração que não representava fonte de energia era a de um avião de carga.

4.2. *Como os alunos concebem as fontes de energia fóssil?*

Utilizamos na elaboração dessas questões dois cenários: o cenário I já descrito na questão anterior e o Cenário II (Anexo 7). Na confecção do Cenário II, usamos um gráfico com fins puramente informativos sobre as fontes de energia mais utilizadas no mundo no ano de 1998. Ou seja, ao mostrar o gráfico, não havia a pretensão de que os alunos interpretassem os dados numéricos e sim as expressões adotadas pelo autor, como “*combustíveis fósseis*”; “*Biomassa tradicional*”; *Biomassa renovável*”, etc. As perguntas foram: [2.1. *O que você*

entende por fonte de energia fóssil?] e [2.2. *No cenário I, você é capaz de assinalar todas as ilustrações que representam essas fontes?]*.

4.3. *Os alunos têm conhecimento das fontes de energia renovável?*

O que diferencia esta questão da 4.2 são as categorias exploradas. Enquanto naquela, foram exploradas as fontes fósseis de energia, nesta, os alvos foram as fontes renováveis de energia e os combustíveis derivados da biomassa. Dessa forma, evitando a repetição, serão omitidos os comentários. De forma idêntica, os cenários I e II também foram utilizados na elaboração e aplicação da referida questão. Questões: [3.1. *Quando é que se diz que uma fonte de energia é renovável?*]; [3.2. *Você é capaz de assinalar com um R, no cenário I as ilustrações que no seu conceito representam fontes renováveis de energia?*]; [3.3. *A que o autor se refere quando diz “Biomassa Tradicional”?*]; e [3.4. *Você tem conhecimento ou já ouviu falar de alguma utilização de Biomassa como fonte de energia? Pode citar exemplos de combustíveis pertencentes a essa fonte?*].

4.4. *Qual a noção que os alunos têm sobre as formas e usos da energia ?*

Tomando por base o aproveitamento da energia do combustível para a movimentação do motor de um carro, utilizamos forma esquemática tal equipamento e confeccionamos o Cenário III (Anexo 8), o qual foi utilizado para o desdobramento desta questão. O referido cenário estava ilustrado com os desenhos das 4 fases de operação de um motor de 4 tempos.

Perguntas: [4.1. *Quando um motor deste tipo (Cenário III, Anexo 8) está em funcionamento, existe alguma manifestação de energia nas fases 1 e 2?*]; [4.2. *Considerando as quatro fases, você é capaz de identificar qual delas é a responsável para que todo o processo se (re)inicie? Você pode explicar?*]; [4.3. *Quais as formas de energia que estão envolvidas nesta fase?*] e [4.4. *Você é capaz de descrever as situações em que elas podem ser percebidas?]*.

O que pretendíamos com essa série de perguntas era captar como os alunos percebem as relações entre matéria e energia. Se eles concebem a matéria como algo que não depende de energia, que possui energia, ou que, estando imóvel precisa de energia para se mover no espaço. Procuramos apreender também como eles vêem as diferentes formas de manifestação da energia e se eles concebem as energias potencial e cinética.

4.5. *Como os alunos usam o conceito de energia?*

Perguntas: [5.1. *Cite algumas situações do dia-a-dia em que você usa energia, ou observa/ percebe que ela está sendo usada.*]; [5.2. *Por que você acha que é energia que está*

envolvida nessas situações. Você pode explicar?] e [5.3. *Você já observou/viu alguma coisa se transformando ou que se transformou por causa da energia? O que por exemplo?]*.

O que queríamos com estas perguntas era apreender quais os significados que os alunos dão ao conceito de energia e como eles usam esses conceitos para explicar fenômenos do cotidiano. Objetivávamos captar a que está associado o conceito que os alunos têm de energia e verificar também qual a relação existente entre a explicação do aluno e a explicação científica para um mesmo fenômeno químico. Verificaríamos também se existe distanciamento entre os conceitos ensinados e os apreendidos. Acreditamos que: se entendêssemos como os alunos concebem os fenômenos que envolvem os usos da energia, poderíamos ter uma visão da sua concepção de energia.

4.6. *Que significados os alunos dão aos conceitos relacionados à energia?*

De certa forma, essa questão se constitui em uma extensão da questão anterior e como tal objetiva também apreender a compreensão que o aluno tem dos significados implícitos numa representação. O objetivo era também perceber se o aluno estabelece relações com o conceito de energia. Na intenção de respondermos a pergunta norteadora da questão, fizemos um jogo de palavras com os alunos no qual nós *apresentávamos uma situação, e ele, com apenas uma palavra, expressava o seu entendimento.*

Segundo BACHELARD (1953), pode-se considerar que o aluno apreendeu o significado de um conceito científico se ele for capaz de construir neste conceito, através do pensamento, ligações íntimas com o mesmo.

Pretendíamos também perceber se o aluno emprega/usa/relaciona o conhecimento científico vinculado na escola, com aspectos/situações do dia-a-dia. De acordo com CHASSOT (1998), para que o aluno possa explicar os modelos que são usados em Química, ele tem de entender o que isto significa. Assim, ao observar a resposta do aluno poderíamos perceber seu entendimento através do aspecto por ele destacado em cada situação apresentada através das palavras: [*Alcanos; Octano; Biomassa; Vento; Combustíveis fósseis; Radiações; Entropia; Biodiesel; Hidrogênio; Etanol; Entalpia; Fotossíntese*].

4.7. *Como os alunos concebem a energia envolvida nos processos químicos de conversão?*

Perguntas: [7.1. *Você já observou uma carne sendo assada numa churrasqueira comum (a lenha ou carvão)?]*; [7.2. *O que é preciso fornecer à carne para que ela se transforme em churrasco?]*; [7.3. *Como é que o calor é transferido do carvão para a carne?]*; [7.4. *Você é capaz de descrever as transformações que ocorrem nesse processo para*

que a energia possa ser liberada?] e [7.5. *Você acha que toda energia contida no carvão ou na lenha é transferida para a carne? Você pode explicar?]*.

Pretendíamos com essas perguntas, captar se/como o aluno compreende a liberação de energia num processo químico. Queríamos saber se o termo “energia química” faz parte do vocabulário científico por ele usado e se as suas explicações estão mais associadas às teorias científicas ou às do senso comum. Em síntese, procurávamos elementos para descrever o nível conceitual dos alunos.

Cabe ressaltar que o único aspecto que permaneceu rígido na condução da entrevista que ora é narrada foi o referente à seqüência das perguntas. Esta foi mantida para que uma pergunta não antecipasse a resposta de seguinte.

4.8. *Como os alunos usam o conceito de energia para explicar um processo químico de conversão?*

Com a questão [8.1. *O que acontece com um aparelho elétrico movido à pilha, se permanecer constantemente ligado?]*, pretendíamos captar como eles concebem um processo químico em que há geração de energia. A seqüência de perguntas dependia das respostas obtidas nesta. Como por exemplo, quando o aluno respondia “*o aparelho pára de funcionar*” fazíamos a pergunta: [8.2. *Mas ele pára de funcionar por que?]*; Se ele respondesse: “*porque acaba a pilha*, perguntávamos [8.3. *E o que você quer dizer com a expressão “acaba a pilha”?*].

Optamos por esta metodologia, por não poder prever o que/como os alunos iriam responder.

Esta hipótese se confirma quando se observa na tabulação das respostas (Anexo 9), que cada aluno usou uma forma diferente para explicar o que aconteceria.

No entanto, de modo geral, buscou-se apreender as concepções que eles têm de processos químicos, bem como dos princípios de conservação de matéria e de energia, pois esta questão está relacionada com os usos que os alunos fazem do conceito de matéria e energia para interpretar os fenômenos que ocorrem na natureza, sejam eles físicos, químicos ou biológicos, bem como da relação matéria-energia.

De certa forma, agradecer a participação do aluno e dizer-lhe o quanto sua contribuição foi valiosa para a realização do trabalho, faz parte do conteúdo da entrevista. Neste entendimento, só considerávamos a entrevista encerrada após cumprirmos tais formalidades e termos perguntado aos alunos se eles queriam falar mais alguma coisa ou fazer alguma consideração.

As respostas obtidas nesta fase da entrevista, as quais foram transcritas na íntegra e analisadas segundo critérios já determinados, serão apresentadas no item a seguir.

IV.5. ANÁLISE DAS RESPOSTAS OBTIDAS

Do universo de vinte (20) alunos entrevistados, de modo geral, todas as entrevistas foram aproveitadas. Assim, todas as respostas foram transcritas, tabuladas (anexo 9) e analisadas qualitativamente e quantitativamente conforme exigiam as características do objeto de estudo. Porém, conforme já descrito que todo o Bloco I e as questões a ele referentes se encontram anexadas (Anexo 5) no final deste trabalho.

Por outro lado, as questões referentes ao Bloco II foram analisadas qualitativamente, sem a preocupação com a rigidez do percentual dos tipos de respostas, mas com o conteúdo explícito que elas contém. Porém, as respostas das questões que cobravam quantidades de informações necessariamente receberam tratamento quantitativo.

Questão N^o 1: Qual a idéia dos alunos sobre fontes de energia ?

Perguntas: [1.1. *Neste cenário, quais ilustrações correspondem a materiais que são, ou que podem ser explorados pelo homem como fontes de energia?*]; [1.2. *Você conhece outras fontes que não se encontram aqui representadas?*]; [1.3. *Você pode citar alguns exemplos ou situações em que se usa algum tipo de energia destas fontes?*]; [1.4. *Você é capaz de identificar neste cenário as fontes cuja energia para ser utilizada passa por um processo químico de conversão?*]; [1.5. *E neste cenário você identifica alguma coisa que não representa fonte de energia? O que por exemplo?*]; [1.6. *Mas mesmo não sendo fonte, ele(a) possui algum tipo de energia? Qual?*].

A forma como as perguntas foram elaboradas permitia que um mesmo aluno apontasse, no Cenário I, várias fontes de energia, conforme mostra a tabela abaixo.

Tabela 1: Fontes de energia e porcentagem de alunos que as identificaram no cenário I.

Fontes	%	Fontes	%
Petróleo e derivados	100	Oceano e Ondas marítimas	60
Vento e Sol	85	Açúcar	40
Madeiras e Carvão vegetal	85	Bagaço de cana	40
Gás Natural	80	Marés	35
Rios e cachoeiras	75	Cereais	30
Carvão mineral	75	Oleaginosas	25
Urânio	75	Floresta	25
Pilha alcalina	70	Homem e Animais	25
Cana de açúcar e Álcool	65	Animais	25
		Homem	10

A partir das informações contidas no Tabela I, percebe-se que todos os alunos entrevistados identificaram o petróleo e seus derivados como fonte de energia. No entanto, o fato de a maioria dos alunos (85%) apontarem a Madeira e o Carvão vegetal como fontes de energia e de 65% identificarem a Cana de açúcar e o Álcool etílico não significa dizer que eles reconhecem a Biomassa como tal. Essa interpretação toma por base baixa porcentagem

desses alunos que indicaram os cereais (30%), e as oleaginosas e florestas (25%). Esses índices permitem interpretar que a maioria dos alunos não estabelecem ligações entre Madeiras, Carvão vegetal e Florestas. Eles também demonstraram não perceber que as Florestas são sistemas transformadores e armazenadores de energia solar que é transferida aos demais seres vivos não sintetizantes e que são denominados *heterótrofos*.

Outro ponto a ressaltar é a separação das categorias homem/animais feita no Cenário I conforme Anexo 6. Procedemos desta forma por não saber se, quando os alunos se referem aos animais, o homem está incluso. Segundo pesquisas realizadas (BACHELARD, 1999); (SANTOS,1991) na linguagem do senso comum, o homem não pertence à categoria animal. As respostas dos alunos identificadas na Tabela 1 corrobora com tais afirmações revelando três grupos distintos entre os entrevistados: 25% deles concebem os animais como fonte de energia e excluem o homem. 25% concebem tanto o homem quanto os animais e 10% concebem somente o homem como fonte de energia.

Quanto à pergunta [1.2. “*Você conhece outras fontes de energia que não se encontram aqui representadas*”?], apenas 15% dos alunos entrevistados apontaram outras além das representadas no Cenário I. Sendo que destes um citou o metano e o restante citou os alimentos de um modo geral.

As respostas à questão [1.3. “*Você pode citar alguns exemplos ou situações em que se usa algum tipo de energia destas fontes*”?] estão sintetizadas na Tabela 2:

Tabela 2: Conhecimento dos alunos sobre as formas de uso da energia das fontes por eles identificadas.

Fontes	Formas de uso	Usos	%
Cana-de-açúcar e seus derivados	Álcool	Combustível de automóvel, produção de calor ou energia térmica, iluminação, acender fogo.	75
	Açúcar	Na alimentação é energia para o corpo.	35
	Bagaço	Nas caldeiras para a produção de calor ou energia térmica e no aquecimento de água.	10
Sol	Direta Indireta	Na fotossíntese. No aquecimento de casas e estufas. No aquecimento de água em residências e piscinas. Na produção de energia elétrica nas centrais solares. Na produção de energia térmica. Pelos seres humanos e nas células solares.	65
Animais	Força motriz Força mecânica	Trabalhos pesados no campo, trabalho rural, na agricultura, na tração, nos engenhos, nas moendas de cana, nos maquinários e na locomoção de veículos não motorizados.	60
Urânio	Energia nuclear	Produção de energia elétrica na usinas nucleares. Aquecimento de água e fins bélicos.	50
Rios e cachoeiras	Força da água Energia cinética	Produção de energia elétrica, nas usinas hidrelétricas	50
Petróleo	Gasolina, querosene, óleo diesel, óleos combustíveis, GLP	Combustíveis de veículos leves e pesados Iluminação, nas residências, acender fogo, cozimento de alimentos, produção de energia térmica, aquecimento de água em caldeiras.	50
Vento	Força dos ventos Energia eólica	Produção de energia elétrica nas centrais eólicas.	40
Pilha alcalina		Produção de eletricidade, aparelhos elétricos, eletrodomésticos, relógios e calculadoras.	35
Madeira e carvão vegetal	Combustíveis	Produção de calor, iluminação, produção de energia térmica, aquecimento de água e cozimento de alimentos. Nas residências, secagem de grãos, de roupas, etc.	30
Cereais	Alimentos	Energia para o corpo	30
Gás natural	Combustível	Produção de energia térmica, uso doméstico e comercial. Na geração de energia térmica, no aquecimento de ambientes, de água, secagem de grãos, roupas, etc.	20
Ondas Marítimas	Força das ondas	Produção de energia elétrica	20
Carvão mineral	Combustível	Produção de energia elétrica, produção de calor ou energia térmica e no aquecimento de água.	15
Homem	Força	Na realização de trabalho	15
Marés	Força	Produção de energia elétrica nas usinas maremotrizes.	5

A análise da Tabela 2 permite concluir que mais de 50% dos alunos entrevistados reconhecem a utilização da energia nas residências, no transporte, no trabalho, nos processos industriais, na iluminação etc. No entanto, ao compararmos com os conhecimentos apresentados na Tabela 1, percebe-se pouca familiarização dos alunos com a utilização dos compostos derivados da biomassa renovável como combustíveis. É interessante observar que na Tabela 1 eles apontam esses compostos como fontes energéticas, enquanto que na Tabela 2, dos combustíveis de biomassas renováveis, a utilização do álcool parece ser a única reconhecida pela maioria dos alunos entrevistados. Enquanto 75% desses alunos apontaram a utilização do álcool como combustível de automotores, apenas 30% deles foram capazes de indicar formas de utilização da energia da madeira e do carvão vegetal. Embora nenhum aluno tenha mencionado o termo “co-geração”, registrou-se nas respostas de dois alunos a utilização do bagaço de cana como combustível de caldeiras. Enquanto 30% deles citaram a utilização do açúcar e dos cereais como alimentos, nenhum aluno foi capaz de apontar formas de utilização das oleaginosas e florestas. Isso significa que o alunos não associa termos como “lenha e floresta”; “vegetais, cereais e oleaginosas” etc., e nem estabelece relação entre as florestas e o fenômeno da fotossíntese através da qual elas otimizam a energia solar.

Quanto à forma de utilização das outras fontes renováveis de energia apontadas no Cenário I (Sol, Vento, Ondas marítimas, Marés, Oceano, Terra, Células eletroquímicas), os dados nos permitem interpretar que o conhecimento da turma é heterogêneo. Isso significa que, no grupo investigado, de certa forma todos têm algum conhecimento sobre a utilização da energia de alguma fonte. A única exceção aberta aqui é para o desconhecimento total desses alunos sobre a utilização da energia do oceano. Tal observação é decorrente da quantidade de alunos que reconheceram o oceano como fonte de energia na Tabela 1 e a ausência de conhecimento das formas de utilização dessa energia revelado na Tabela 2. Pode ser que a forma de apresentação do oceano, no Cenário I, tenha levado esses alunos a conceberem a energia da “*água do oceano*”. Assim, a sua forma de utilização seria a mesma dada a água dos rios, lagos e cachoeiras.

Na Tabela 3 sintetizamos as respostas dos alunos referentes à questão 1.4.

Tabela 3: Conhecimento dos alunos sobre as Fontes de Energia cuja energia liberada passa por processos químicos de conversão.

Fontes	%	Fontes	%
Petróleo Gasolina, querosene, óleo diesel, óleos combustíveis, GLP	100	Gás Natural	45
Madeira e carvão vegetal	100	Gás Natural	45
Pilha	80	Cereais	40
Cana de açúcar	80	Urânio	30
Álcool	75	Animais	25
Carvão mineral	65	Florestas	15
Açúcar	50	Sol	10
Bagaço de cana	45	Homem	10
Oleaginosas	45	Avião	10

Omitimos nesta tabela todos os dados com frequências iguais ou inferiores a 5%, por considerá-los pouco representativo para o conhecimento do grupo.

A leitura dos dados apresentados na referida tabela permite concluir que a maioria dos alunos entrevistados concebem a combustão como um processo químico em que a energia liberada é resultante da conversão de energia química. No entanto, é possível verificar a existência de uma certa confusão entre processos químicos e físicos de conversão de energia, quando 30% dos alunos colocaram o urânio nesta categoria e 10% incluíram o Sol.

A inclusão do avião nesta categoria por 10% dos alunos é justificada porque eles conceberam a energia do combustível utilizado e não a energia interna da substância material da qual foi feita o avião, conforme almejávamos em nossos objetivos. 95% dos alunos entrevistados admitiram que o avião não é fonte de energia conforme se poderá observar na questão 1.5. No entanto, na questão 1.6., 85% deles falaram da energia do combustível. É o que mostram os exemplos a seguir: *“Tem energia potencial no combustível”*. *“Para levantar vôo ele precisa da energia do combustível”*. *“Ele tem o combustível. Sem o combustível ele não poderia voar”*

Antes de interpretarmos as respostas dos alunos no contexto da pergunta norteadora, *“Qual a idéia dos alunos sobre fontes de energia”?*, é preciso retomar o levantamento realizado nos documentos oficiais e escolares, descritos no terceiro capítulo desta dissertação.

Ao finalizarmos o estudo sobre o “que” o livro didático de Química aborda sobre os usos da energia e o que os alunos aprendem dissemos na página 95 que “*ainda é cedo para tecermos conclusões*”.

É pois, parametrizando tais resultados que podemos concluir que realmente existe um distanciamento muito grande entre a ciência ensinada na escola e a ciência vivida no dia-a-dia dos alunos.

Observando a tabela 2 a qual se torna essencial para o nosso trabalho, ao relacionar fontes e usos de energia, chamou a atenção a escassa identificação das formas em que são usadas/exploradas a energia das diversas fontes. Cabe ressaltar que nenhuma forma de uso de energia foi identificada por 100 % dos alunos entrevistados.

Por outro lado, de tal constatação deriva outra: a de que a maioria dos conhecimentos que os alunos apresentaram sobre as fontes de energia, mesmo que de forma escassa e fragmentária, faz parte do conhecimento do senso comum.

Tal afirmação pode ser constatada quando se verifica a ausência desses conceitos nos estudos realizados nos documentos escolares e que foram apresentados no capítulo III.

Os alunos sabem que toda energia liberada nas combustões é resultante de processos químicos de conversão. No entanto, eles não explicam tais processos, e alguns alunos apresentam dificuldades em diferenciar processos físicos de conversão de energia de processos químicos. Percebe-se também que a maioria dos alunos desconhecem a energia interna das substâncias, e isto talvez se dê porque eles só percebam os aspectos macroscópicos tanto nas substâncias químicas como nos processos químicos de transformação.

Questão N^o 4.2: Como os alunos concebem as fontes de energia fóssil?

Perguntas: [2.1. *O que você entende por fonte de energia fóssil?*] e [2.2. *No cenário I, você é capaz de assinalar todas as ilustrações que representam essas fontes?*].

Para responder às questões pertinentes a este objetivo, a maioria dos alunos investigados usaram os conceitos de combustíveis fósseis associados às propriedades dos mesmos como substâncias químicas, conforme ilustração: *“Eu sei que eles são combustíveis não renováveis”. “São compostos orgânicos”. “produzem produtos que são poluidores”. “(...) prejudicam o ambiente”. “Não podem ser produzidos pelo homem”. 20% dos alunos entrevistados conceituaram as fontes fósseis de energia pela sua forma de obtenção, associando esta idéia à de que eles são extraídos da Natureza. É interessante notar que Natureza aqui tem o significado de Terra. Respostas como “São extraídos da Terra”; “(...) do subsolo”; “(...) do solo”. Ou ainda “Alguma coisa que você extrai da Natureza”; “(...) o petróleo você tem que cavar para extrair da Natureza”, confirmam nossa interpretação.*

No entanto, apenas 25% dos alunos estudados têm conhecimento de que estas fontes energéticas são finitas. Nossa interpretação se deu em função de expressões como: *“esgotáveis”, “não-renováveis”, “vão acabar”, “finitas”, “não fabricadas pelo homem”*.

Salvo algumas variações, lê-se nestas expressões o pensamento que o coletivo dos alunos tem a respeito das fontes de energia fóssil. As diferenças mais acentuadas aparecem na identificação das mesmas, conforme mostra o Tabela 4.

Tabela 4: Conhecimento dos alunos sobre as Fontes de energia fóssil

Fontes	%	Fontes	%
Petróleo e seus derivados	75	Madeira	15
Carvão mineral	60	Florestas	15
Carvão vegetal	30	Pilha	15
Gás natural	25	Cana de açúcar	10

Da análise dos dados contidos nesta tabela, é possível concluir que o Petróleo e seus derivados são reconhecidos como fonte fóssil de energia pela maioria dos alunos entrevistados, secundado pelo Carvão mineral, o qual foi apontado por 60% desses alunos, enquanto que, o Gás natural só é identificado por 25% do grupo investigado.

Porém, a classificação do Carvão vegetal, da Madeira, Florestas, Pilha e Cana-de-açúcar nesta categoria revela que alguns alunos, ainda não têm conceitos claros sobre os combustíveis fósseis. É importante ressaltar que somente 20% dos alunos entrevistados citaram apenas Petróleo, Carvão mineral e Gás natural. Os outros incluíram juntamente com esses, um ou outro combustível renovável, como o Carvão vegetal, Pilha, etc. Isto significa que dos 75% que apontaram o Petróleo, 55% podem ter citado a Pilha eletroquímica, a Cana-de-açúcar, a Madeira, as Florestas, etc. Como a metodologia permitia isso, a contradição verificada nas respostas dos alunos pode ser uma consequência.

Portanto, antes de tecermos qualquer conclusão sobre o conhecimento dos alunos relativos às fontes de energia fóssil, precisamos estabelecer uma relação entre a metodologia por nós utilizada e as respostas dadas por eles. Este fato nos levou a duas interpretações: 1 - que os alunos têm conhecimento das fontes de energia fósseis; 2 - que o não discernimento entre as fontes fósseis e renováveis presentes nas respostas pode estar indicando a não abordagem desses temas e de sua diferenciação na cultura escolar.

Questão N^o 4.3: Os alunos têm conhecimento das fontes de energia renovável?

Perguntas: [3.1. *Quando é que se diz que uma fonte de energia é renovável?*]; [3.2. *Você é capaz de assinalar com um R, no cenário I as ilustrações que no seu conceito representam fontes renováveis de energia?*]; [3.3. *A que o autor se refere quando diz “Biomassa Tradicional”?*] e [3.4. *Você tem conhecimento ou já ouviu falar de alguma utilização de Biomassa como fonte de energia? Pode citar exemplos de combustíveis pertencentes a essa fonte?*].

A análise das respostas a estas questões revelou que, apesar de 40% dos alunos investigados afirmarem que tais conceitos nunca foram veiculados na escola, somente um aluno deixou a questão sem resposta. Tal fato nos leva a crer que as respostas aqui apresentadas possam ter sido favorecidas pela metodologia da pesquisa por nós utilizada. Ela permitia que os alunos atendessem a nossa solicitação à medida que nós íamos conversando com eles. O diálogo estabelecido entre o entrevistador e os alunos permitia que eles expusessem suas idéias utilizando-se daquelas informações e compreensões existentes nos conceitos advindos das suas experiências diárias. E a própria etimologia da palavra “renovável” também pode ter participado como agente facilitador para a compreensão dos alunos. De certa forma, as definições atribuídas às fontes de energia renovável que utilizamos como exemplo por si só já justificam tais argumentos: “São infinitas”; “podem ser reutilizadas”. “Quando a matéria prima pode ser obtida novamente”. “É quando ela é infinita”. “Por exemplo, os rios e cachoeiras. (...) , antes eles consideravam a água como coisa renovável, como se não fosse acabar. Hoje sabe-se que ela pode acabar”. “Quando você extrai ela da Terra, da Natureza, você pode plantar de novo, ou ela nasce sozinha novamente”.

É interessante notar que, no que diz respeito à identificação das fontes alternativas de energia renovável, os alunos não cometeram os mesmos erros e confusões registrados na identificação das fontes fósseis de energia. É o que mostram os dados da Tabela 5.

Tabela 5: Conhecimento dos alunos sobre as Fontes Renováveis.de Energia

Fontes	%	Fontes	%
Vento	70	Florestas	20
Sol	65	Carvão vegetal,	20
Rios e cachoeiras	55	Homem	20
Marés	40	Bagaço-de-cana	15
Cana-de-açúcar	35	Oceano	15
Álcool	35	Pilhas alcalinas	10
Ondas marítimas	35	Açúcar	10
Madeira	35	Urânio	10
Oleaginosas	25	Cereais	10
Animais	25		

Da leitura dos dados contidos nesta tabela 5 pode-se dizer que o fato de todas as fontes renováveis de energia estarem aí representadas não significa que os alunos tenham um grande conhecimento sobre elas. Contraditoriamente, os dados contidos na mesma tabela revela o baixo número de alunos que as identificaram. Exemplifica-se com a constatação de que apenas 7 alunos entre os entrevistados reconheceram o álcool e a madeira como combustíveis renováveis, ou que o carvão vegetal foi reconhecido por apenas 4 alunos. Outro fato que pode ser verificado é a inclusão do urânio nesta categoria.

Conforme mostram os dados apresentados, o Vento, o Sol, os Rios e a Água em geral, foram reconhecidos como fontes alternativas de energia pela maioria dos alunos investigados. Entendemos que este reconhecimento está associado à expressão “nunca se acaba”, muito utilizada por eles na definição de fontes renováveis. Do nosso entendimento de senso comum, extrai-se que estes termos dizem respeito a “coisas” do seu dia-a-dia. E a idéia de que as “coisas” da natureza “nunca” se acabam ainda está enraizada no ideário do senso comum. Daí o reconhecimento destes elementos nesta categoria de energias renováveis.

Desta interpretação deriva a de que os conhecimentos dos alunos sobre as fontes renováveis de energia estão associados aos conhecimentos adquiridos em suas experiências diárias, à tradição (senso comum), ou àqueles conhecimentos que são veiculados na sociedade, através da mídia. Essa conclusão prévia também está fundamentada no fato de que

tais conceitos não constam no livro didático por eles usado, ou seja, USBERCO e SALVADOR (1998).

Embora o objetivo nesta questão tenha sido o de “*evidenciar o conhecimento dos alunos sobre os usos da energia renovável*”, é preciso esclarecer que: 1- as fontes renováveis de energia não pertencem à mesma categoria. O Sol, por exemplo, não pode ser classificado na mesma categoria de fonte renovável em que se enquadra a Biomassa. As radiações emitidas pela Estrela nas formas de luz e calor independem de ação humana; 2 – portanto, só pertencem à Biomassa renovável, os recursos naturais que durante o seu ciclo de reprodução, utilizam-se do carbono atmosférico resultantes das reações de combustão e fixam a energia solar através dos processos de “fotossíntese”²⁸. Também se incluem neste grupo, os demais seres vivos que mesmo não realizando tal processo, utilizam-se desses vegetais e durante o seu ciclo de reprodução também produzem compostos orgânicos armazenadores de energia. Portanto, conceber os compostos derivados da Biomassa como fontes renováveis de energia, implica ter conhecimentos sobre processos químicos de conversão e de conservação de energia; 3 – e finalmente, que nem todos os compostos pertencentes à biomassa renovável são utilizados como combustíveis.

Esclarecida tal diferenciação, justifica-se a inclusão da pergunta 3.4. “*Você tem conhecimento ou já ouviu falar de alguma utilização de Biomassa como fonte de energia? Pode citar exemplos de combustíveis pertencentes a esta fonte?*”

Conforme respostas apresentadas na Tabela 6 a maioria dos alunos investigados (70%) apresentaram total desconhecimento sobre o termo utilizado.

No entanto, enquanto apenas um aluno deixou de responder à questão, os demais tentaram responder a ela, apelando para a imaginação, o que nos permitiu concluir que eles têm noções vagas desses conceitos. Isto se verifica através das associações de idéias, de palavras ou de situações que eles apresentaram usando expressões como: “*suponho que*”; “*(...) acho que*”. É o que mostram as informações condensadas na Tabela 6:

²⁸ Processo utilizado pelas plantas verdes para sintetizarem celulose, glicose e amido, a partir do CO₂, H₂O e energia solar na presença da clorofila (ALLINGER, 1978)

Tabela 6: Conhecimento dos alunos sobre combustíveis renováveis derivados de Biomassas .

Combustíveis Renováveis Derivados de Biomassas	%	Combustíveis Renováveis Derivados de Biomassas	%
Carvão vegetal	15	Lenha	5
Bagaçó-de-cana	10	Biogás	5
Gás metano	10	Álcool	5
Cana-de-açúcar	5		

Cabe ressaltar que a manutenção da Tabela 6 se deu propositadamente para mostrar o quase total desconhecimento dos alunos quando o assunto se refere a combustíveis renováveis derivados da Biomassa. Isto sugere interpretar que os usos de biomassas renováveis como combustíveis ainda não estão inseridos/vinculados à cultura geral como um todo, e como tal, a escola também não trabalha com estes conceitos e conseqüentemente, no coletivo dos alunos eles são quase inexistentes.

Da análise das respostas apresentadas pelos alunos à questão norteadora 3, “*Qual o conhecimento que os alunos têm sobre as fontes renováveis de energia?*”, conclui-se que àqueles que as identificaram fizeram isto utilizando-se ora das propriedades das mesmas, ora pelo seus modos de obtenção. Essa conclusão está fundamentada na análise das respostas que ora é apresentada e na leitura nelas feita para organização das informações apresentadas nas Tabelas 5 e 6.

Entendemos também, através das explicações que os alunos usaram para justificar suas respostas, que de maneira geral elas estão mais associadas às informações e compreensões emprestadas daqueles conceitos que são utilizados na experiência diária de cada um.

Questão N^o 4.4: Qual a noção que os alunos têm sobre as formas e usos da energia?

Perguntas: [4.1. *Quando um motor deste tipo está em funcionamento, existe alguma manifestação de energia nas fases 1 e 2?*]; [4.2. *Considerando as quatro fases: você é capaz de identificar qual delas é a responsável para que todo o processo se (re)inicie? Você pode explicar?*]; [4.3. *Quais as formas de energia que estão envolvidas nesta fase?*] e [4.4. *Você é capaz de descrever as situações em que elas podem ser percebidas?*].

A análise e interpretação das respostas apresentadas pelos alunos a estas questões nos permitiu concluir que a maioria deles utilizaram-se dos conceitos de energia cinética e potencial, em conformidade com o objetivo por nós almejado. Tal constatação se baseia no fato de que dos vinte alunos que explicaram as formas de energia envolvidas nas várias fases do processo de funcionamento do motor à explosão, 17 mencionaram a existência dessas energias nas fases 1 e 2, citando a existência da energia mecânica quando se referiram ao movimento do pistão. Houve quase que unanimidade nas respostas, como “*O pistão se move para baixo e para cima. Ele precisa de energia para fazer isso*”. E destes, apenas 6 fizeram referências à energia potencial do combustível.

Interessante nesta questão foi observar como os alunos gostam de falar sobre motores. Isto pode ser interpretado como influência do ambiente escolar. Conforme já descrevemos na apresentação deste trabalho, O CEFET/PR é uma Instituição que oferece ensino tecnológico e como tal, está ambientalizada para os cursos Superiores de Tecnologias, Engenharias, Mestrado e Doutorado em Educação Tecnológica, em Engenharia da Produção, Engenharia Mecânica e Metalúrgica com concentração em Engenharia Técnica de Manufatura e Engenharia de Materiais. Além do mais, a maioria dos professores têm tradição da Engenharia em sua formação. Pela forma de interação existente entre os vários departamentos acadêmicos, há possibilidade de um mesmo professor de um Departamento, o de Química por exemplo, ministrar aulas em diversos cursos e níveis, dependendo de sua especificação, às vezes, o professor sai de uma turma de Mecânica e vai para uma turma de Ensino Médio.

Formulamos tal hipótese como forma de justificar não só o entusiasmo dos alunos mas também o fato de alguns alunos terem ultrapassado os aspectos perceptíveis das fases 1 e 2 quando explicaram: “*Há uma energia cinética do movimento do pistão e do movimento das moléculas do combustível. Há também o movimento da estrutura das moléculas*”. Quando o aluno respondeu “*A energia interna que está aqui dentro* (apontou para o pistão ilustrado na

fases 1) é baixa, enquanto que a energia interna daqui (apontando para a fase 2) é alta porque ela está sob pressão”.

O reconhecimento da fase 3 como a fase em que ocorre o processo de transformação da energia potencial do combustível em outras formas de energia foi majoritário. Mesmo sem explicar o processo, conforme requeria a questão proposta, 80% dos alunos entrevistados consideraram que no processo há geração de calor, e conceberam o calor como o agente responsável pela expansão dos gases e a conseqüente movimentação do pistão. Apesar da questão solicitar que descrevessem o processo, apenas 2 alunos atenderam à solicitação justificando, mas não descrevendo: *“Porque é aí que ocorre a reação química. Os gases se inflamam e se expandem. Quando eles se expandem, eles empurram o pistão, empurrando o pistão, eles estão movimentando o pistão para começar tudo de novo e com isso, dão seqüência ao ciclo”*. *“A faísca vai dar início à reação. O combustível quando queimado libera calor que vai impulsionar a válvula. Sem isso o motor não funciona”*.

Observa-se também que eles utilizam os conceitos de energia para explicar esses processos nas várias formas em que ela é percebida. É o que ilustra as respostas às questões 4.3 e 4.4. *“O calor que é liberado na combustão (...) Quando os gases se expandem o pistão se move, é a energia cinética”*. *“A energia química é pela reação de combustão. A térmica também é própria da reação de combustão. “A elétrica é quando se dá a partida para ligar o motor; a cinética no movimento do carro”*. *“A energia elétrica possibilita a ignição através da faísca. A luminosa é decorrente da faísca. A térmica possibilita a expansão dos gases e a cinética pelo movimento do pistão (...)”*.

Independentemente da forma e da linguagem usadas nas respostas dos alunos, pode-se inferir que a maioria deles percebe as transformações da energia e da matéria e trabalha os conceitos de energias cinética e potencial para explicar um processo termodinâmico. Além dos conceitos já descritos, são utilizados os de energia mecânica, elétrica, luminosa e térmica.

Questão N^o 4.5: Como os alunos usam o conceito de energia?

Perguntas: [5.1. *Cite algumas situações do dia-a-dia em que você usa energia, ou observa/ percebe que ela está sendo usada.*]; [5.2. *Por que você acha que é energia que está envolvida nessas situações. Você pode explicar?*] e [5.3. *Você já observou/viu alguma coisa se transformando ou que se transformou por causa da energia? O que por exemplo?*].

Daremos importância maior às respostas dos alunos a esta questão, por entendermos que ela agrupa as principais idéias buscadas nesta entrevista. Nessa perspectiva, faremos uma análise fundamentalmente qualitativa, o que quer dizer que não nos ateremos ao percentual dos tipos de respostas. Caso haja algum interesse ou necessidade eles podem ser facilmente verificados nos dados anexados (Anexo 6).

A variedade de respostas obtidas nesta questão permite apreender a existência de várias concepções de energia no universo de alunos investigados. Do ponto de vista da exposição do pensamento, as respostas de muitos alunos continham muitos significados de tal modo que, visando facilitar a interpretação, selecionamos e consideramos para efeito da análise as respostas majoritárias que de certa forma estavam mais relacionadas com a temática em questão.

Pudemos perceber e confirmar através da análise das respostas dos alunos a estas questões os comentários de BACHELARD (1953) referentes às formas de apreensão do significado do conceito de energia.

De forma semelhante, a maioria dos alunos entrevistados usam o conceito de energia no sentido físico para realizar trabalho e mais associado aos movimentos e à ação do que à energética das transformações químicas. Ao responder a questão 5.1. “*Cite algumas situações do dia-a-dia em que você usa energia, ou observa/ percebe que ela está sendo usada*”, a maioria dos alunos focalizaram tal aspecto. É o que mostram os exemplos: “*nos movimentos de você andar, correr, andar de bicicleta*”, “*essas coisas que a gente faz*”, “*no carro*”, “*o veículo andando*”, “*fazendo educação física*”, etc.

Alguns alunos muitas vezes adotaram explicações baseadas em modelos pessoais, o que inclui a utilização de idéias “animistas” em suas respostas, isto é, eles conceituam a energia como se ela fosse um ser concreto que realizasse as ações. (BACHELARD, 1999). Neste sentido, explicações como: “*Porque é a energia que faz mover, faz iluminar alguma coisa, faz funcionar*”. “*Quando eu levanto da cama de manhã a energia está lá*”. “*Quando*

eu ascendo a luz do quarto a energia também está lá". E, *"Se um carro está em movimento, tem que ter energia lá"*, levaram a inferir que estes alunos concebem a energia como o instrumento da ação e não como instrumento que permite que a ação seja realizada.

Existe também, no grupo investigado, alunos que percebem os usos da energia pelos seus efeitos. É o que pudemos apreender ao analisar respostas como: *"Eu assisto TV"*. *"Eu ouço rádio"*. *"Eu vejo o crescimento do pão que a minha mãe faz em casa"*; *"a própria gravidade"*.

Identificamos também, no universo dos alunos investigados, um grupo que usa indiferentemente os conceitos de força e de energia como sinônimos, especificadamente quando se reportam à energia como agente responsável pelas transformações materiais. É o que mostram os seguintes exemplos: *"As formas de uma matéria se modificando por ação de uma força"*. *"A própria força da água se transformando em energia elétrica, ..."*.

As expressões: *"A energia está em tudo"*. *"Eu uso a energia em tudo, absolutamente"*. *"Tudo que se faz se usa energia"*; evidenciam a existência de alunos que atribuem à energia "propriedades gerais". Ao dizerem, por exemplo, que: *"a energia é responsável por todas as transformações que ocorrem"*, os alunos têm a impressão de que sabem tudo sobre energia. Pudemos observar isto claramente quando o aluno "A₈" diz: *"No meu caso, eu tenho condição de perceber que a energia está em tudo"*. Essas certezas que dão ao aluno a impressão de tudo conhecer sobre o fenômeno em questão, segundo BACHELARD (1999), imobilizam-lhes a razão e conseqüentemente atrapalham o aprendizado científico. Através de explicações como estas, o aluno oferece a mesma resposta para todas as questões. Ao generalizarem, reduzem todos os acontecimentos à ação da energia.

A energia também é conceituada pelos alunos através de suas formas ou tipos em conformidade com as respostas a seguir: *"A energia mecânica"*, *"a energia elétrica que está nos iluminando"*. *"A energia térmica no fogão a gás"*.

Por outro lado, para explicar as respostas dadas, o aluno respondeu a questão 5.2: *"Por que você acha que é energia que está envolvida nessas situações. Você pode explicar?"*

Neste caso, identificamos alunos que justificaram suas respostas usando a energia como propriedade da matéria, que permite a materialização da ação, como mostram os exemplos: *"Porque é a energia que nos possibilita realizar trabalho"*; *"Para realizar movimento, precisa ter energia"*. *"O combustível se transforma no motor do carro por causa da energia que proporcionou a reação química"*. *"O desenvolvimento das plantas, (...) dos animais, é por causas do Sol"*.

Independentemente da forma e da linguagem utilizada, as explicações fornecidas pela maioria dos alunos investigados mostram que eles têm conhecimento de que a energia pode ser transformada. Respostas como *“Água em eletricidade, vento em eletricidade”*. *“O combustível se transforma no motor do carro”*. *Ao acender uma lâmpada, a energia elétrica se transforma em energia luminosa*. *“(…) transformação da energia dos alimentos em movimento”, etc.* É que nos suscitam essas conclusões.

Eles também concebem noção de energia relacionada às suas fontes. Essa interpretação é baseada nas respostas dos alunos que focalizaram este aspecto, como por exemplo: *“na luz da lâmpada elétrica”*; *“a energia do sol”*; *“a energia da comida que a gente come”*; *“a energia dos combustíveis”*; *“a minha energia”*; *“a energia da água”*; *“dos objetos fosforescentes”*; *“a energia do meu próprio corpo”*.

Respostas como *“(…) a energia que você está gastando é uma energia do metabolismo”* e, *“O combustível se transforma no motor do carro é por causa da energia que proporcionou a reação química”*, também permitiram interpretar que 45% dos alunos entrevistados usam o conceito de energia associado a processos químicos. Fizemos questão de evidenciar por se tratar do foco da nossa investigação.

Das explicações fornecidas por eles podemos concluir que, no entendimento da maioria investigada, o conceito de energia é interpretado como algo que acompanha um fenômeno, seja ele físico, químico ou biológico. De modo mais completo, apenas dois alunos explicaram o conceito de energia envolvida nos processos utilizando uma linguagem da química mesmo que misturada com termos da linguagem cotidiana, conforme o exemplo *“por que todas essas coisas são formadas por átomos e sempre que muda a estrutura da matéria, os elétrons dos átomos se movimentam nas camadas e há troca de energia”*.

De maneira geral, independentemente da forma e da linguagem usada nas respostas, observa-se que há nos alunos investigados :

- a) uma compreensão de que a energia está envolvida nos fenômenos concretos;
- b) uma concepção de energia como instrumento da ação (obstáculo animista), (BACHELARD, 1999);
- c) uma concepção de energia como instrumento que viabiliza a ação (concepção científica);

No entanto, nas respostas à questão 5.3. *“Você já observou/viu alguma coisa se transformando ou que se transformou por causa da energia”?* prevalece a idéia de energia associada a força. É o que mostra o exemplo: *“(…) as formas da matéria se modificando por ação de uma força”*.

As respostas dos alunos a esta questão nos fazem recorrer novamente aos usos da categoria obstáculos epistemológicos bachelardianos para poder explicá-las. Os mesmos alunos que discorreram sobre usos de energia nas 5 questões anteriores e, nesta especificadamente, através das questões 5.1 e 5.2, apresentam a maior dificuldade no que diz respeito à exemplificação de transformações materiais observadas.

Respostas como “(...) *exemplo de transformação, só vi no Laboratório de Química*”, de certa forma estão ligadas ao “obstáculo da experiência primeira” (BACHELARD, 1999). Da aula de Laboratório de Química o aluno lembra, mas não é capaz de lembrar do conteúdo dela. É o que comprova a resposta “*Acho que no laboratório de Química a gente viu alguma coisa envolvendo isso. Só que eu não me lembro*”.

Há os casos em que os alunos lembram até do assunto tratado, mas não sabem explicar. É o que mostra a resposta “*No Laboratório de Química algumas transformações ocorriam quando a gente misturava uma coisa com outra e daí mudava*”.

E ainda existem os casos em que o aluno lembra da aula e do assunto tratado, mas não consegue estabelecer relações com o cotidiano. Tal afirmação pode ser exemplificada com a resposta “*No Laboratório de Química aqui na escola a gente viu isso. Na teoria, existe muita coisa. Mas visualizar, observar não*”.

Enquanto 25% dos alunos entrevistados responderam “*não*”, 50% admitiram que transformações que envolvem energia só acontecem no Laboratório de Química. Tais porcentagens indicativas da diversidade de idéias existentes na mesma turma apontam a existência de várias formas de apreensão de um mesmo conceito científico.

Questão N^o 4.6: Que significados os alunos dão aos conceitos relacionados à energia?

Pergunta: [*Com apenas uma palavra diga o que você entende por: Alcanos; Octano; Biomassa; Vento; Combustíveis fósseis; Radiações; Entropia; Biodiesel; Hidrogênio; Etanol; Entalpia; Fotossíntese ?*].

É comum na nossa ação didática utilizar termos científicos, como hidrocarbonetos, entalpia, fotossíntese, que, devido a nossa formação e sobremaneira à profissão, fazem parte do acervo cultural e do dia-a-dia. No entanto, muitas vezes não nos damos conta de que essas palavras não têm o mesmo significado na linguagem dos alunos.

MORTIMER e AMARAL (1998), por exemplo, apontam casos em que os conceitos de energia, calor e temperatura, usadas em Termoquímica, muitas vezes por não ter o mesmo significado na ciência e na linguagem comum, tornam-se a causa de dificuldades no Ensino desta disciplina.

Por outro lado, ARANHA (1993) concebe a linguagem verbal como o instrumento através do qual o pensamento abstrato faz uso de idéias e conceitos gerais para se manifestar e que pelas palavras usadas por uma pessoa ou por uma sociedade, podemos transmitir o conhecimento acumulado por ambas. Ainda segundo a referida autora, a função do nome de alguma coisa ou objeto ressalta um aspecto particular da mesma.

Dessa forma, elaboramos esta questão, objetivando apreender o aspecto mencionado pelo aluno. No nosso entendimento, através das respostas dos alunos a esta questão, expressaríamos o pensamento coletivo da turma.

No entanto, a quantidade de significados apresentados nas respostas da maioria dos alunos somadas e a confusão existente entre elas dificultaram tanto a nossa interpretação que quase nos impossibilitou a realização de uma análise.

Atribuímos alguns fatores a isso, tais como a própria formulação da pergunta ou o número de palavras utilizadas.

Devido a variedades de respostas, só consideramos para análise, as respostas com frequência igual ou superior a 15%, o que significa que pelo menos 3 alunos mencionaram o mesmo aspecto. Esses significados foram agrupados na Tabela 7.

Tabela 7: Significados que os alunos atribuíram aos conceitos apresentados.

Conceitos	Significados	%	Conceitos	Significados	%
Alcanos	Hidrocarbonetos	40	Entropia	Não sei ou não respondeu	70
Octano	8 carbonos	40	Biodisel	Não sei ou não respondeu	40
	Gasolina/Petróleo	20		Combustível/Renovável	35
Biomassa	Não sei ou não respondeu	40	Hidrogênio	Gás	20
	Natureza	15		Combustível	15
Vento	Energia eólica	80	Etanol	Álcool	55
Combustíveis fósseis	Petróleo	45	Entalpia	Não sei ou não respondeu	30
				Energia/calor	25
Radiações	Urânio	40	Fotossíntese	Processo	30
	Energia	20		Plantas	20

As informações condensadas neste quadro nos permitem interpretar que não existe nos alunos investigados elementos suficientes que possam ser aproveitados imediatamente para os usos do conceito de energia.

Nenhum aluno associou o conceito de alcanos com fontes de energia, e a maioria definiu-os como hidrocarbonetos como se isso explicasse tudo. A mesma observação pode ser feita para o conceito de octano que, mesmo se tratando de um código específico, está vinculado à cultura escolar.

Quanto à palavra vento, 80% dos alunos entrevistados associaram-na com a energia eólica.

O conceito de combustíveis fósseis para 45% dos alunos está relacionado com petróleo e, radiações é associada a uma de suas fontes: o urânio por 40% dos alunos entrevistados.

55% dos alunos entrevistados reconheceram o álcool pelo nome oficial e apenas um aluno relacionou o conceito com combustível. É interessante ressaltar que, se nas respostas da questão número 6, eles identificaram o álcool como combustível e nesta, o etanol foi associado ao álcool, sugere interpretar que eles identificam o álcool como combustível.

O hidrogênio só é concebido como combustível para 15% dos alunos entrevistados, causando-nos estranheza nesta questão o fato de 50% dos alunos não o conceituarem.

A expressão “*não sei*” associada ao número de respostas em branco ou confusas totalizaram mais de 50% das respostas dos alunos que desconhecem ou não sabem estabelecer relações ou fazer associações com os conceitos de biomassa, biodiesel, entropia, entalpia e fotossíntese.

De um modo geral, nesta questão, a maioria dos alunos entrevistados não destacaram os aspectos das palavras que possibilitassem a sua articulação com o conceito de energia. Isto nos sugere a interpretação de que eles apresentam dificuldades em estabelecer relações entre os conceitos apresentados. O que pudemos observar é que a maioria deles não se utiliza o conhecimento científico para suas explicações ou de que não sabe explicar cientificamente um conceito dado, quando aparecem soltos ou isolados do contexto em que foram elaborados/construídos.

Questão N^o 4.7: Como os alunos concebem a energia envolvida nos processos químicos, enquanto transformação?

Perguntas: [7.1. *Você já observou uma carne sendo assada numa churrasqueira comum (a lenha ou carvão)?*]; [7.2. *O que é preciso fornecer à carne para que ela se transforme em churrasco?*]; [7.3. *Como é que o calor é transferido do carvão para a carne?*]; [7.4. *Você é capaz de descrever as transformações que ocorrem neste processo para que a energia possa ser liberada?*] e [7.5. *Você acha que toda energia contida no carvão ou na lenha, é transferida para a carne? Você pode explicar?*].

A análise das respostas dadas pelos alunos a esta questão mostra o consenso existente no grupo investigado sobre uso da energia na forma de calor para assar/cozer alguma coisa. Também foi possível perceber a unanimidade com que aceitam a definição de que “*calor é energia em movimento*”.

Ao explicar a forma de transferência de calor de um corpo a outro, a maioria utilizou-se de expressões como: “*Pelo aquecimento do ar*”. “*Vai sendo conduzido pelo ar*”. “*O calor sobe*”, atribuindo ao calor uma natureza de substância concreta. Apenas um aluno (A₁₅) deu a resposta de forma mais completa, conforme requeria a questão: “*por irradiação*”.

No entanto, para explicar o processo do ponto de vista energético, 55% dos alunos investigados centraram suas explicações nas mudanças perceptíveis que ocorrem com o carvão. Assim, explicações, como “*O carvão sofre combustão, e, a partir do momento que ele está queimando ela passa calor para a carne*”; “*A queima do carvão é exotérmica*”; “*Na carbonização da madeira, ocorre o desprendimento de calor*”, mostram os limites existentes entre os aspectos fenomenológico e o atômico–molecular.

De um modo mais completo, desconsiderando a forma e a linguagem utilizadas, apenas 15% dos alunos entrevistados centraram suas explicações no nível atômico–molecular. É o que as respostas a seguir mostram: “*Os átomos do carvão no fogo se dissociam e com a quebra das ligações, libera energia*”. “*(...). A gente fornece a energia de ativação. (...). Ocorre a reação com o oxigênio do ar. Forma o produto gás carbônico (CO₂) e há liberação de energia*”. “*(...) Há combinação com o oxigênio atmosférico e nessa combinação, os produtos mais complexos vão se transformar ou se converter em produtos mais simples. Com isso ocorre um aumento de entropia e vai haver liberação de energia na forma de calor*”.

Permanece entre os alunos investigados o consenso de que num processo exotérmico, a energia transferida nunca é total (100%), mas não explicam a energia que permanece nos produtos formados. Isso se confirma pelas respostas a seguir: “(...) *quando a gente se aproxima da churrasqueira a gente também sente calor. Isso significa que ela está sendo dissipada para o meio ambiente*”. “*Você nunca consegue aproveitar 100% da energia calorífica do carvão, (...)*”.

Com algumas variações, as respostas apresentadas evidenciam que os alunos concebem os processos químicos como aqueles que envolvem a transformação de energia química, mas não sabem explicar os processos. Esta nossa conclusão é fundamentada no fato de que nenhum aluno mencionou que numa reação de combustão o que é convertido em calor é o saldo energético do processo da queima.

Os alunos admitem que os combustíveis contêm uma energia química armazenada na forma de energia potencial e que pode ser convertida em outras formas de energia, como a energia calorífica, térmica ou luminosa.

Todos os alunos investigados concebem o oxigênio presente no ar como um dos componentes da reação de combustão, mas não falam da formação de produtos, o que nos leva a inferir que a maioria deles não ultrapassa os aspectos perceptíveis de uma transformação química, isto é, falta-lhes visão microscópica da escala atômica.

Questão N^o 4.8: Como os alunos usam o conceito de energia para explicar um processo químico, enquanto transformação?

Perguntas: [8.1. *O que acontece com um aparelho elétrico movido a pilha, se permanecer constantemente ligado?*], [8.2. *Mas ele pára de funcionar porque?*]; [8.3. *E o que você quer dizer com a expressão “acaba a pilha”?*].

Nas respostas a estas questões, com poucas exceções, a expressão “vai acabar a pilha”, foi opinião quase que absoluta dos alunos investigados, divergindo apenas na forma e linguagem utilizadas, tais como: “*a pilha vai pifar*”; “*estragar*” ou “*descarregar*”.

É interessante observar que as explicações requeridas na questão proposta se deram de duas maneiras, ou seja, nem todos os alunos focaram o mesmo objeto: enquanto uns enxergaram o aparelho outros enxergaram a pilha. E assim, pudemos constatar que 30% dos alunos investigados descreveram o que aconteceria com o aparelho. É o que as expressões mostram a seguir: “*Ele vai parar de funcionar*”. “*(...), vai se aquecer*”. “*Ele pode estragar*”. “*(...), danificar a parte elétrica*”. Etc.

Os demais, isto é, a grande maioria dos alunos investigados descreveram o que aconteceria com a pilha ou com a energia. Exemplos: “*a pilha vai se acabar*”. “*Vai gastar a energia da pilha*”.

Já na justificativa requerida na questão 8.2., as versões que observamos foram bem diversificadas e ricas de conteúdo no que se refere à causa atribuída ao fenômeno. Afirmações como: “*É que na pilha ocorre um processo de óxido-redução e vão acabar os reagentes ou um dos reagentes*”. “*É quando os elétrons param de se movimentar dentro da pilha*”. “*Porque na pilha ocorrem reações que liberam energia e essas reações vão parar*”. “*A pilha é uma reação química e chega a uma hora em que um dos componentes acaba*”; são majoritárias entre os entrevistados e de certa forma ilustram como os conceitos de energia, elétrons e reações químicas foram usados para explicar a questão proposta.

Pode-se observar através dessa análise que os alunos investigados demonstram ter o domínio de alguns conceitos químicos necessários à formação científica em Química, quando eles se utilizam os conceitos relacionados à energia, associados à linguagem química.

Quando eles usaram o termo “óxido-redução” indicando a reação de geração de energia que se processa no interior da pilha, ou mostraram compreender que não existe reação química infinita, mas condicionada aos reagentes, eles demonstraram o conhecimento que têm

dos conteúdos químicos que são desenvolvidos nas aulas de Química - neste caso, o da Eletroquímica listado no livro didático como conteúdo trabalhado no segundo ano.

O que se pode perceber através da análise realizada é que de um modo geral os alunos dão conta dos conteúdos que foram desenvolvidos no Ensino de Química, tal como eles são apresentados no livro didático adotado.

Após a referida análise, podemos retomar a conclusão dos estudos realizados no terceiro capítulo, os quais deixamos em aberto ao afirmar que caberia aos alunos dizer se houve ultrapassagem ou não, em relação aos conteúdos estudados.

O que pudemos perceber é que as explicações de 90% dos alunos entrevistados não se afastaram daquelas contidas no livro didático, enquanto que às de apenas 10% dos alunos, ou seja, apenas 2 alunos ultrapassaram tais entendimentos.

IV.6. O UNIVERSO CONCEITUAL DOS ALUNOS FORMANDOS DO ENSINO MÉDIO VISUALISADO NA REDE SINÓTICA DE SIGNIFICADOS

A análise das respostas de vinte e cinco (25) questões sobre usos de energia nos forneceu um espectro bem diversificado do universo conceitual dos alunos entrevistados.

Todos os aspectos captados nas respostas analisadas constituem dados importantes do universo conceitual dos formandos do Ensino Médio do CEFET-PR – Unidade de Curitiba e fornecem pistas para o coletivo dos professores de Química da referida escola interpretarem a forma como os conceitos científicos referentes à energia são compreendidos pelos alunos.

Para que estes professores, alunos ou qualquer outra pessoa interessada possam acessar tais informações, optamos em sintetizá-las e organizá-las na já citada Rede Sinótica de Significados, de forma que todos os aspectos referentes aos tipos e formas de compreensão dos alunos sobre os usos da energia revelados pela entrevista ficassem visualizados.

Nessa forma de representação, a categoria escolhida foi a energia, a qual foi quebrada em seus diferentes aspectos de abordagens dispostos de forma a mostrar os conceitos contidos nas respostas dos alunos.

Nessa perspectiva, e neste caso específico, a Rede Sinótica de Significados elaborada é uma síntese das principais concepções dos alunos investigados sobre os usos da energia.

Portanto, a utilização desta metodologia para apresentação dos resultados pareceu-nos apropriada para os propósitos deste trabalho, que tinha como pressuposto a idéia de que “partindo das concepções que os alunos têm dos usos da energia, poderíamos chegar aos conceitos que eles empregam para interpretar esses usos”.

Baseados nesta forma de pensar, os resultados dos estudos realizados e apresentados nesta dissertação, foram sintetizados e organizados no Quadro 3

Quadro 3: Conhecimentos dos alunos sobre os usos da energia.

Através da Rede Sinótica de Significados, ilustrada no Quadro 3, cuja leitura se dá da esquerda para a direita, encontra-se a energia como categoria analisada, seguida das subcategorizações que foram usadas para agrupar as idéias apreendidas nas respostas dos alunos às questões relativas aos usos da energia.

Sucintamente, exemplificaremos a forma que utilizada para transformar as respostas dos alunos em subcategorias.

Os alunos associam o conceito de energia com o de calor, assim “*é preciso fornecer calor para assar uma carne*”.

O conceito de energia é usado indistintamente como sinônimo de força e dessa forma “*O motor tem que fazer alguma força ali para poder mexer aquele pistão*”.

A energia é concebida como sinônimo de força, no sentido físico: 1) para realizar trabalho “*Para trabalhar, para levantar cedo eu preciso de muita energia*”; 2) para exercer força motriz “*Animais e homem exercem força motriz*”; 3) para modificar outros corpos: “*As formas de uma matéria se modificando por ação de uma força*”; 4) para realizar movimentos: “*Porque é energia que faz mover o pistão*”.

Eles concebem a energia envolvida nos processos físicos: “*Água (se transforma) em eletricidade*”; “*Vento (se transforma) em eletricidade*”; e químicos: “*O combustível se transforma no motor do carro por causa da energia que proporcionou a reação química*”; “*Ah, o papel sendo queimado. Ele vai assim pegando fogo e vai se transformando em cinzas*”; “*Os cereais podem passar por uma transformação química e liberar energia*”.

O aluno concebe os processos de transferências de energia: “*Quando eu como eu estou usando energia dos alimentos para o meu corpo. O carro usa energia da gasolina.*”

Os alunos reconhecem a energia como entidade responsável pela transformação da matéria: “*O combustível se transforma no motor do carro por causa da energia que proporcionou a reação química*”.

O aluno reconhece as diferentes formas de energia: “*Ao ascender uma lâmpada, a energia elétrica se transforma em energia luminosa*”. “*Porque a luz é uma forma de energia*”; “*O calor na combustão e a cinética no movimento do pistão*”.

Independentemente da forma lingüística de se expressar eles relacionam os usos da energia com a fonte de origem dessa energia quando se referem “*A energia dos alimentos*”; “*A energia do sol*”; “*A energia da pilha*”.

Lê-se na fala dos alunos que a energia pode ser armazenada: “*Os combustíveis utilizados nele (no avião) têm energia química para gerar energia cinética*”. “*Ele (o avião) tem a energia química armazenada nas moléculas do combustível*”.

Os alunos entrevistados concebem a energia como propriedade de um corpo em relação a sua posição no espaço ao dizerem “*Quando o pistão está parado, ele tem energia potencial, quando ele está em movimento, a energia é a cinética*”.

Nesse mesmo grupo de alunos, a energia é pensada em termos utilitários. É o que sugere as frases “*Porque é energia que faz mover, faz iluminar alguma coisa, faz funcionar*”; “*(...) e para realizar movimento também é preciso energia*”.

A energia também é pensada pelos alunos como algo que se conserva. Essa interpretação está fundamentada nas seguintes expressões: “*É que tem também a energia química das moléculas do combustível (...)*”; “*Tem energia potencial no combustível*”.

A maioria dos alunos usam o conceito de energia de forma generalizada. Dessa forma a energia está “*Em quase tudo*”; “*Pois tudo que eu faço envolve energia*”. “*Em tudo que se faz, se usa energia*”.

O reconhecimento do uso da energia pelos efeitos dessa energia foi interpretado em função do sentido expresso nas frases: [(eu vejo matéria se transformando por causa da energia através) “*do crescimento do pão que a minha mãe faz em casa*”], “*Na televisão por exemplo (eu vejo que) a energia vira imagem*”.

Os exemplos citados servem como amostras da variedade de aspectos que os alunos atribuem à energia. Poderíamos utilizar outros aspectos atribuídos à energia como por exemplo, técnicos, (no sentido de fazer coisas funcionarem), poder (no sentido de que as pessoas têm autoridade), força (no sentido de vigor); místicos, religiosos, etc.

De acordo com os estudos realizados, energia, no seu uso cotidiano, possui todas as conotações que foram atribuídas pelos alunos.

Podemos perceber até vestígios de significados da palavra energia proposta por Young, em 1825 (KUHN, 1989), que originada do grego (*enérgeia*), em Aristóteles tinha o significado de estado realizado das potencialidades. (FERREIRA, 1986, p. 650). Essa palavra no dicionário do referido autor, também é encontrada com outros significados como “*maneira como se exerce uma força*” ou “*propriedade de um sistema que lhe permite realizar trabalho*”. Essas observações servem para ilustrar que mesmo de forma confusa, as significações atribuídas à palavra energia pelos alunos investigados, têm uma ligação com a origem desses termos.

Em síntese os dados contidos no quadro 3 atendem o objetivo da questão principal colocada no início deste trabalho: a de apreender em princípio todos os significados que os alunos dão ao conceito de energia e como eles usam esses conceitos para explicar fenômenos do cotidiano, bem como o de captar a que está associado o conceito que eles têm de energia.

Assim, da forma como os dados foram expostos, é possível visualizar - não todos - mas a maioria dos significados expressos pelos alunos do Ensino Médio no seu entendimento sobre os usos da energia.

Portanto, ao apresentar o conhecimento presente na turma, através da Rede Sinótica de Significados, apresentamos também a combinação de vários elementos considerados no referencial teórico como obstáculos ao conhecimento científico, convivendo lado a lado com as explicações científicas dos alunos. Não interpretamos este fato específico como erro ou contradição, mas como algo que encontra explicação na epistemologia histórica de Gaston Bachelard de que a vida comum, o senso comum, o conhecimento imediato, a técnica industrial, (e porque não os alunos) permanecem em estado de evolução dos conceitos científicos.

Somando este entendimento ao de que a formação do pensamento científico não se dá de forma homogênea e linear, torna-se impossível colocar os dados desta pesquisa em um quadro cartesiano. Eles abarcam outros pontos entre x e y , o que significa dizer que nem todos os alunos apresentam as mesmas concepções e nem estão no mesmo nível de maturação.

Não existe uma hierarquia geral em relação aos usos da energia, mas uma rede de relações que se distribui de acordo com várias utilizações ora prevalecendo o conhecimento comum, ora o científico, caracterizando o que BACHELARD (1978) define como perfil epistemológico.

IV.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das respostas dos alunos aponta para a existência de conhecimentos importantes relacionados aos usos da energia. Porém, a diversidade de significados detectada entre eles, na nossa interpretação foi entendida como indicativo de que o conceito de energia, foi apreendido de forma distorcida. Essa interpretação foi baseada no fato dos alunos usarem indistintamente os sinônimos de energia e de força para explicarem um determinado fenômeno.

Apesar de haver uma relação entre essas grandezas, na Química, esse significado é insuficiente para captar, ou para dar um ponto de referência das várias dimensões envolvidas da energia nas transformações materiais.

Consideramos oportuna a idéia de BACHELARD (1953) adotada como referencial (item 1.3 do Capítulo I), sobre a necessidade da abordagem do conceito de energia química ser trabalhado na perspectiva da Química, inseparável, portanto, das noções de átomos, moléculas, substâncias, etc.

No entanto, tanto o conceito de energia usado na Física quanto o usado na Química estão reunidos na Rede Sinótica do Quadro 3, revelando que muitos elementos da teoria científica pertencem ao universo conceitual dos alunos. Isto nos faz inferir que o que falta na realidade é uma forma adequada de se explorar, avaliar, organizar ou mesmo de solicitar aos alunos os usos diferenciados desses conhecimentos, ou do estabelecimento dos limites de sua validade.

Neste nível de entendimento, ao sintetizar, organizar e visualizar em Redes Sinóticas de Significados as concepções dos alunos sobre os usos da energia, é possível descobrir com precisão os conceitos por eles utilizados dentro dos seus respectivos níveis da atuação.

Como indicam as respostas dadas pelos alunos, eles concebem a energia química, porém, a forma como eles usam o conceito de energia química para explicar os fenômenos químicos precisa ser revista. Fatos como esse fornecem elementos para que estudos neste sentido sejam experimentados por quem se interessar.

Os estudos mostram que ao usarem o conceito de energia química, sem estabelecer uma ligação com a teoria da energia química, os alunos acabam encontrando dificuldades para aplicarem esses conhecimentos na solução de problemas do cotidiano.

Essas observações encontram-se fundamentadas nos princípios por nós assumidos, segundo os quais isto ocorre porque o aluno não consegue estabelecer uma relação com o conteúdo curricular de Química visto na escola e as situações vivenciadas no seu dia-a-dia.

Podemos concluir também que o ocultamento do conceito de energia química, no ensino da referida disciplina, impede que os alunos compreendam uma transformação Química no nível atômico-molecular.

Ao concluir este estudo queremos chamar a atenção dos professores de Química para a prevalência teórica do enfoque do conceito de energia da disciplina de Física e da ocultação do conceito de energia em suas manifestações químicas no estudo destas disciplinas, porque vemos aí uma mudança significativa de enfoque conceitual. Também queremos deixar claro que, ao defendermos o uso do conceito de energia destacando a abordagem química não significa minimizar a perspectiva das análises físicas. Defendemos o uso complementar para interpretar os fenômenos químicos, uma vez que é uma conceituação que não se limita ao alcance do pensamento físico apenas. Esta nossa argumentação está ancorada nas idéias bachelardianas que deram suporte a este trabalho de pesquisa através das quais ele deixa clara esta limitação.

É preciso, portanto, ressaltar que a revisão teórica nos forneceu elementos que subsidiaram sobremaneira a pesquisa empírica. Porém, o nosso interesse foi além da busca de um referencial teórico e de resposta para a pergunta principal. Desta forma, buscamos na história da evolução da sociedade, como se deram as relações do homem com a Natureza e as formas de utilização dos recursos naturais, principalmente aqueles que constituem as fontes de energia utilizadas em todo o mundo.

Dessa forma, no capítulo II descrevemos os estudos históricos sobre uso das várias fontes de energia que culminaram com o levantamento e organização de quase todas as fontes de energia de que o homem tem se utilizado ao longo da história. Em tal organização (Quadro 1), consta desde as fontes mais utilizadas como o petróleo até aquelas idealizadas, porém ainda não viabilizadas para aplicação comercial como o uso das correntes oceânicas na geração de energia elétrica ou das células a combustível hidrogênio. Apesar desses estudos não se constituírem em estudos históricos sob o ponto de vista do conhecimento científico, foram um exemplo de escolha de tópicos significativos em todos os sentidos, pois através deles podemos dizer que 1- obtivemos subsídios de pensamento que esclareceram o processo de construção ou criação dos conhecimentos científicos e a compreensão de novos significados; 2 – encontramos elementos que foram úteis tanto na fase de elaboração do instrumento de pesquisa quanto na da realização da pesquisa empírica, fornecendo conteúdos e elementos de comparação; 3 - disponibilizamos para os professores de Química conhecimentos que poderão ser úteis na sua ação didática, especificadamente em processos de ensino que envolva o levantamento e a organização dos conhecimentos dos alunos quando

relacionados com o conhecimento científico, especificadamente se relacionados aos usos da energia; 4 – compreendemos hábitos de consumo de um determinado produto pela sociedade e no caso específico deste trabalho – o dos combustíveis fósseis - mesmo sabendo da sua finitude e dos prejuízos que os produtos liberados na combustão de tais combustíveis causam ao meio ambiente.

Quanto aos estudos realizados no terceiro capítulo, eles mostraram que discussões e conteúdos como os que apresentamos no primeiro e segundo capítulos estão à margem do livro didático consultado. A listagem de conteúdos e a forma clássica de divisão dos mesmos confirmam isso e sugerem para pesquisadores em ensino de Química, por estudos que complementem e dêem continuidade a esta discussão.

De um modo geral, os estudos realizados e apresentados no terceiro capítulo mostraram que os conteúdos disciplinares de Química prevalentes no Ensino Médio se encontram no livro didático. Tal constatação leva a outras: o livro didático é o instrumento mais importante no ensino de Química, e a de que a formação científica do aluno está limitada ao nível de tal livro.

É o que ficou destacado no terceiro capítulo, quando buscamos saber o que foi disponibilizado como conhecimento escolar, daquele universo de conhecimentos levantados no segundo capítulo.

Justifica-se, então, o uso da epistemologia histórica como subsídio para ir além das fórmulas padrão da apresentação do conteúdo, e para identificar as idéias subjacentes a esses conteúdos nas diversas formas em que se apresentam na realidade do aluno.

Esperamos que os estudos históricos, documental, contextual realizados e expostos nesta dissertação e a construção da Rede de Significados, possam fornecer elementos que incentivem uma relação mais dinâmica do professor e do aluno com o conhecimento científico e que esta postura possa ser tentada na prática por quem se interessar.

O trabalho desenvolvido tem várias aplicações que vão desde a formação de professores da Área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, pensando-se numa interação metodologia-conteúdo, até a verificação do tipo de formação que o ensino de Química no Ensino Médio está proporcionando aos alunos.

Uma compreensão mais detalhada dos problemas de aprendizagem não foi objetivo do presente trabalho. Portanto, captar as concepções dos alunos com mais rigor, estudá-las sob o ponto de vista da Teoria do Conhecimento e articulá-las com a atividade de ensino-aprendizagem em Química devem ser tratados em estudos posteriores.

Essas considerações tiveram o propósito de configurar algumas conclusões parciais, que deverão ser aprofundadas em trabalhos posteriores, talvez no sentido de apontar procedimentos mais específicos.

A constatação de que as concepções sobre os usos de energia da maioria dos alunos não ultrapassam àquelas contidas no livro didático e o resultado do levantamento das fontes de energia realizado no segundo capítulo, quando parametrizadas, possibilitaram o levantamento da seguinte reflexão: se os alunos do CEFET/PR apreendem e falam com segurança dos conteúdos formais existentes nos documentos escolares da mesma forma com que eles são apresentados, porque não aproveitar tal informação para transformar as fontes de energia derivadas da biomassa renovável em tais conteúdos para o ensino de Química, de Ciências e demais disciplinas?

A reflexão aqui dirigida ao ensino de Química no Ensino Médio do CEFET-PR pode ser estendida a qualquer nível de ensino, e a metodologia de ensino das Funções Orgânicas que geralmente é fundamentada nos combustíveis fósseis, poderia ser inovada.

Dessa forma, a clássica abordagem que focaliza tais combustíveis, poderia centralizar seu foco de estudo para todos os compostos derivados de Biomassas vivas, não só os hidrocarbonetos, mas de forma semelhante, os hidratos de carbono e os lipídios.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AITH, Marcio. “A Guerra de Bush: EUA enfrentam Saddam e o Ceticismo Mundial”. **Folha de São Paulo**. 2 de fevereiro de 2003.
- ALLINGER, Norman L. et al. **Química Orgânica**. 2^a edição. Editora Guanabara. Rio de Janeiro-RJ. 1978. Original em língua inglesa de 1976.
- ALTVATER, Elmar. **O Preço da Riqueza: Pilhagem Ambiental e a Nova (Des)ordem Mundial**. Tradução de Wolfgang Leo Maar. Editora Unesp. Fundação para o Desenvolvimento da Universidade Estadual Paulista (FUNDUNESP). São Paulo. 1995.
- ARANHA, Maria Lúcia de Arruda; MARTINS, Maria Helena Pires. **Filosofando: Introdução à filosofia**. Editora Moderna. 2^a Edição. 1993.
- AURANI, Katya Margareth. **Ensino de Conceitos: Estudo das Origens da 2^a Lei da Termodinâmica e do Conceito de Entropia a partir do Século XVIII**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Física. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo. 1985, pp. 7-25; 85-106.
- BACHELARD, Gaston. **O Materialismo Racional**. Tradução de João Gama. Edição francesa de 1953. Edições 70. Brasil, LDA. (Tijuca). Rio de Janeiro.
- _____. **O Racionalismo Aplicado**. Original francês de 1949. 5^a edição francesa: 1975. Tradução de Nathanael C. Caixeiro. Zahar Editores. Rio de Janeiro. 1977.
- _____. **A Filosofia do Não**. Tradução de Joaquim José Moura Ramos. et. al. Original Francês de 1940. In: PESSANHA, José Américo Motta. Coleção: **Os Pensadores**. Abril Cultural. São Paulo. 1978.
- _____. **O Novo Espírito Científico**. Tradução de Joaquim José Moura Ramos. et al. Original Francês de 1934. In: PESSANHA, José Américo Motta. Coleção: **Os Pensadores**. Abril Cultural. São Paulo. 1978.
- _____. **A Formação do Espírito Científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Original Francês de 1938. Contraponto. Rio de Janeiro. 1^a edição: 1996. 2^a reimpressão: 1999.
- BASTOS, João Augusto de Souza Leão de Almeida.(org.) et al. O Ensino médio tecnológico. In: **Tecnologia & Interação**. Publicação do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia–PPGTE/CEFET-PR. Curitiba. (Coletânea “Educação & Tecnologia” CEFET – PR). 1998. p. 103-118.
- BERMAN, Célio. **Energia no Brasil: para quê? para quem? Crise e Alternativas para um país sustentável**. Livraria da Física: FASE. São Paulo. 2002.
- BRANCO, Samuel Murgel. **A Energia e o Meio Ambiente**. Editora Moderna. Coleção polêmica. 14^a Edição. Coleção Polêmica. São Paulo. 1997.

BRASIL, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB). Lei nº 9 394 de 20/12/1996. Senador Guilherme Palmeira. Brasília. 1997. Secretaria Especial de Editoração e Publicações. Brasília-Distrito Federal.

_____. MEC. CNE. CEB. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio-PCNs. Parte I – Bases Legais. Brasília. 1998a.

_____. MEC. CNE. CEB. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio-PCNs. Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília. 1998b.

_____. MEC. CNE. CEB. Diretrizes Curriculares Nacionais – Ensino Médio (DCNEM). Brasília. 1998.

_____. MEC. CNE. CEB. Matrizes Curriculares de Referência para o SAEB. Maria Inês Gomes de Sá Pestana et al. 2ª ed. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP). Brasília. 1999. p.115-123.

_____. Exame Nacional do Ensino Médio-ENEM. INEP. MEC. Documento Básico. Brasília. 2000.

CENTRO FEDERAL E DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO PARANÁ-CEFET-PR.

Planos do Ensino Médio: Planos de Ensino Produzidos no III Seminário do Ensino Médio. Planos da Disciplina de Química. Elaborado por Professores Representantes da Disciplina das 6 (seis) Unidades do sistema CEFET-PR. 2000.

CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA EM BIOMASSA (CENBIO). Disponível em: <http://infoener.iee.usp.br/cenbio/biomassa.htm> Acesso em: 10 de janeiro de 2002.

CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA EM BIOMASSA (CENBIO). Disponível em: http://infoener.iee.usp.br/cenbio/biomassa_briquete.asp Acesso em: 10 de janeiro de 2002.

CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA EM BIOMASSA (CENBIO). Disponível em: <<http://www.bio2000.hpg.ig.com.br/biomassa.htm>>. Acesso em: 10 de janeiro de 2002.

COELHO, Suani Teixeira. (Edi) et al. **Medidas Mitigadoras para a redução de emissões de gases de efeito estufa na Geração Termelétrica.** Brasília. Dupligráfica. 2000. 222 p.

COVRE, Geraldo José. **Química: o homem e a natureza.** São Paulo: FTD, 2000. – (Coleção química: o homem e a natureza).

CHASSOT, Áttilio Inácio. **Catalisando Transformações na Educação.** 3ª Edição. Editora Unijuí. Coleção Ensino de 2º Grau. Ijuí – RS. 1998.

DIEGUEZ, Consuelo. **Revista Veja**, O mundo com fome de energia. Ano 34. Nº 20. Edição 1 701. Editora Abril. 23 de maio de 2001. pp. 131-135. São Paulo.

EBBING, Darrell D. **Química Geral**, Volume I, 5ª Edição, Tradução: Horácio Macedo. Editora JC. Rio de Janeiro, RJ. 1998.

ENCICLOPÉDIA BARSA. **Encyclopaedia Britannica** Editores LTDA. Volumes: 7; 15. Rio de Janeiro; São Paulo. 1967.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo Dicionário da Língua Portuguesa**. Editora Nova Fronteira. 2^a edição. 12^a Impressão. Rio de Janeiro-RJ. 1986.

FOLHA DE SÃO PAULO. Suplemento Especial: Rio + 10. 24 de agosto de 2002.

FONSECA, Marta Reis Marques da. **Química Orgânica**. Volume 3; São Paulo; Editora FTD; 1992.

_____. **Química Orgânica**. Volume 3; São Paulo; Editora FTD; 2001.

FURLAN, Sueli Ângelo e NUCCI, João Carlos. **A conservação das florestas tropicais**. São Paulo: Atual, 1999. – (Série meio ambiente).

GOLDEMBERG, José. A Crise de Energia no Brasil. **Folha de São Paulo**. 28 de abril de 2002.

HIGA, Terezinha Teruko. **Conservação da Energia**: estudo histórico e levantamento conceitual dos alunos. Dissertação de Mestrado. Departamento de Física Experimental. USP/IF. São Paulo. 1988, pp 96-152.

KENSKI, Rafael. O futuro começa com H. **Revista SUPER INTERESSANTE**, 186 Edição. Editora Abril. São Paulo. Março de 2003, pp. 48-49.

KLINTOWITZ, Jaime. O ataque americano ao Iraque. **REVISTA VEJA**. Ano 36. N^o 12. Edição N^o 1 795. Editora Abril. 26 de março de 2003. pp. 50-53. São Paulo.

KUHN, Thomas S. A conservação da energia como exemplo de descoberta simultânea. In: **A Tensão Essencial**. Lisboa. Edições 70. 1989. Original de 1959. Capítulo 4. Lisboa. pp. 101-141.

LOPES, Alice Ribeiro Casimiro, Livros Didáticos: obstáculos ao aprendizado da Ciência Química. I: obstáculos animistas e realistas. **Revista Química Nova na Escola**. São Paulo. V. 15. N^o 3. 1992. P. 254 – 261.

_____. Contribuições de Gaston Bachelard ao Ensino de Ciências. In: **Enseñanza de las Ciencias**. Barcelona. Universidade Autônoma de Barcelona. V.11. N^o 3. 1993. pp. 324-330.

_____. A Concepção de Fenômeno no Ensino de Química Brasileiro Através dos Livros Didáticos. **Revista Química Nova na Escola**. São Paulo N^o 4. V. 17. 1994. pp. 338-341.

_____. Reações Químicas: fenômeno, transformação e representação **Revista Química Nova na Escola**. São Paulo. N^o 2. 11/1995. pp. 07-09.

_____. Bachelard: o filósofo da desilusão. In: **Caderno Catarinense Ensino de Física**, volume 13, N^o 3: p.248-273, dez.1996. Florianópolis-SC.

- _____. Conhecimento Escolar: Ciência e Cotidiano. Rio de Janeiro: EdUERJ. 1999.
- MACEDO, Elizabeth Fernandes de. Os Temas Transversais nos Parâmetros Curriculares Nacionais. **Revista Química Nova na Escola**. N^o 8. São Paulo, novembro. 1998, pp.23–27.
- MAGALHÃES, Mônica. Maior uso do álcool pode abrir mercado mundial. Informe institucional do **Prêmio MasterCana 2002**. São Paulo, 22 de outubro de 2002.
- MESSIAS, Josias. ETHANOL DAY: o álcool é a estrela dos combustíveis. Informe institucional do **Prêmio MasterCana 2002**. São Paulo, 22 de outubro de 2002.
- MORAES, Antônio Ermírio de. O petróleo e os futuros conflitos. **Gazeta do Povo**. Curitiba-PR. 21 de julho de 2002.
- _____. Oxalá seja um pesadelo. **Folha de São Paulo**. 16 de março de 2003.
- _____. 11 de setembro e o inferno americano. **Gazeta do Povo**. Curitiba-PR. 24 de março de 2003.
- MORTIMER, Eduardo Fleury; MIRANDA, Luciana Campos. Transformações, concepções de estudantes sobre Reações Químicas. **Revista Química Nova na Escola**. N^o 02. São Paulo, novembro de 1995. pp. 23 – 26.
- MORTIMER, Eduardo Fleury; AMARAL, Luiz Otávio F. Quanto Mais Quente Melhor: Calor e Temperatura no Ensino de Termoquímica. **Revista Química Nova na Escola**. N^o 07. São Paulo, maio de 1998. pp. 30 –34.
- _____. **Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências**. Belo Horizonte-MG. Editora UFMG. 2000. (Aprender). 383p.
- NASTARI, Plínio Mário. A internacionalização do uso do álcool combustível. Informe institucional do **Prêmio MasterCana 2002**. 22 de outubro de 2002. São Paulo.
- NETO, Jorge Megid. (Coord.). **O Ensino de Ciências no Brasil**: Catálogo Analítico de teses e Dissertações: 1972-1995. Elaboração: Hilário Fracalanza et al. Campinas. SP: UNICAMP/FE/CEDOPC. 1998.
- NOVAIS, Vera Lúcia Duarte de. **Química**. Volume 3. São Paulo. Editora Atual. 2000.
- OLIVEIRA, Adilson de. Energia e Sociedade. **Ciência Hoje**. V. 5. N^o 29. P. 38. 1987. São Paulo.
- OLIVEIRA, Renato José de; SANTOS, Joana Maria. A Energia e a Química. Seção: Conceitos Científicos em destaque. **Revista Química Nova na Escola**. N^o 8. Novembro. 1998. pp. 19-22. São Paulo.
- PARENTE, Leticia Tarquínio de Souza. **Bachelard e a Química**: no ensino e na pesquisa. Fortaleza: Editora da Universidade Federal do Ceará/Stylus Publicações. 1990. 144p.

- PESSANHA, José Américo Motta.(Org.) Vida e Obra de Bachelard. Tradução de Joaquim José Moura Ramos et al. Original Francês de 1940. In: Coleção: **Os Pensadores**. Abril Cultural. São Paulo. 1978.
- PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Departamento de Ensino de Segundo Grau – Setor de Ensino. Reestruturação de Ensino de 2^o Grau. **Projeto de Conteúdos Essenciais do Ensino de 2^o Grau: Química**. Curitiba. Novembro de 1988.
- Revista SUPER Interessante**. Informe Publicitário: Biodiesel brasileiro tem extração na mamona. 186 Edição. Editora Abril. Março. 2003. pp. 48-49. São Paulo.
- RICHARDSON, Robert Jarry. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. Colaboradores José Augusto de Souza Peres et al. São Paulo: Atlas. 1989.
- SACHS, Jeffrey. Esta Guerra é sobre o Petróleo Iraquiano. e **Folha de São Paulo**. 2 de fevereiro de 2003.
- SANTOS, Maria E. V. M. dos. As concepções alternativas dos alunos à luz da epistemologia bachelardiana, In: **Mudança conceptual em sala de aula, um desafio pedagógico**. Lisboa/ por: livros horizontes. pp. 128-164. 1991.
- SARDELLA, Antônio; MATEUS, Edgar. **Dicionário Escolar de Química**. Editora Ática. São Paulo. 1981.
- SHREVE, R. Norris; BRINK JR, Joseph A. **Indústrias de Processos Químicos**. Tradução de Horácio Macedo. Instituto de Química, UFRJ. Quarta Edição. EDITORA GUANABRA DOIS. Rio de Janeiro. 1980.
- TRIVIÑOS, Augusto. N. S. **Introdução à pesquisa ação**. São Paulo: Atlas. 1987.
- TUNDISI, Helena da Silva Freire. **Usos de Energia; sistemas, fontes e alternativas: do fogo aos gradientes de temperatura oceânicas**. Atual Editora. São Paulo. 1991 – (série meio ambiente).
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Biblioteca Central. **Normas para apresentação de trabalhos: teses, dissertações e trabalhos acadêmicos**. Editora: UFPR. 6. Ed. Curitiba. 1996. V.2.
- _____. **Normas para apresentação de trabalhos: referências bibliográficas**. Editora: UFPR. 6. Ed. Curitiba. 1996. V.6.
- _____. **Normas para apresentação de trabalhos: citações e notas de rodapé**. Editora: UFPR. 6. Ed. Curitiba. 1996. V.7.
- _____. **Normas para apresentação de trabalhos: estilo e orientação para datilografia e digitação**. Editora: UFPR. 6. Ed. Curitiba. 1996. V.8.
- USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. **Química**. Volume Único. 2^a edição. Editora Saraiva. São Paulo. 1998.

- VANIN, José Atílio. **Alquimistas e Químicos:** o passado, o presente e o futuro. São Paulo: Moderna. 2002. 17ª Impressão. – (Coleção polêmica).
- VARGA, Laszlo. Voks produzirá Gol bicomustível. **Folha de São Paulo**. 04 de março de 2003.
- VASCONCELLOS, Gilberto Felisberto; VIDAL J. W. Bautista. **Poder dos Trópicos:** meditação sobre a alienação energética na cultura brasileira. Casa Amarela. São Paulo. 1998.
- VILLULLAS, H. Mercedes et al. Artigo: Células a Combustível: energia limpa a partir de fontes renováveis. **Revista Química Nova na Escola**. N^o 15. São Paulo, maio de 2002. pp. 28-34.

ANEXOS

ANEXO 1 – DESCRITORES DE QUÍMICA

1. AS FERRAMENTAS DA QUÍMICA

1.1.Evidências de reações químicas

D1- *Reconhecer a ocorrência de uma reação química através da descrição de um experimento* *. (O)

1.2.Leis ponderais (Lei de Lavoisier e Lei de Proust)

D2- Prever massas de reagentes e produtos envolvidos nas reações, por meio da aplicação das leis de Lavoisier e Proust, utilizando dados obtidos a partir de experimentos de laboratório, de operações industriais ou de eventos da natureza.(G)

1.3 Misturas, substâncias simples e compostas.

D3- Diferenciar misturas de substâncias a partir de suas propriedades físicas e químicas; substâncias simples de substâncias compostas através de análises de fórmulas moleculares e de processos de decomposição. (O)

D4-.Inferir que a constância de algumas propriedades físicas e químicas pode servir como critério de pureza das substâncias. (G)

1.4.Quantidades

D5- Conceituar a grandeza “ quantidade de matéria” (mol), aplicando-a corretamente em cálculos envolvendo situações-problema. (G)

D6- Estabelecer relações quantitativas entre as grandezas: massa, massa molar, massa molecular, quantidade de moléculas, quantidade de átomos e constante de Avogadro.(G)

2. A QUÍMICA DOS ELEMENTOS

2.5.Elementos, modelos atômicos e representações.

D7- *Caracterizar os modelos atômicos de Dalton, Thomson, Rutherford-Bohr e estabelecer comparações entre eles.* (O)

D8- Reconhecer que o conceito de elemento químico diz respeito ao número atômico, independente de a espécie considerada possuir ou não carga elétrica.(B)

D9- Representar, de acordo com as normas da IUPAC, um átomo qualquer a partir do seu símbolo e das seguintes grandezas: número de massa, número atômico, evitando porém a utilização de exemplos hipotéticos do tipo: X,Y,Z,etc. (B)

D10- Distribuir os elétrons dos átomos neutros e íons (Somente dos elementos representativos) de acordo com o modelo de Rutherford-Bohr (camadas – K, L...).(B)

2.2.Tabela periódica

**Estão grafados em itálico os descritores que sinalizam para inovações no ensino da Química, os quais tiveram sugerida a sua inclusão nas avaliações, pelos consultores desta disciplina, ainda que em menor porcentagem. (N.do E.). (BRASIL, 1999, p.117).*

D11 – Reconhecer que os elementos químicos estão agrupados na tabela periódica de modo que se podem prever como algumas de suas propriedades (raio atômico, eletronegatividade, caráter metálico, temperatura de fusão, temperatura de ebulição e densidade) variam nos grupos e nos períodos. (O)

D12 – Extrair dados a respeito dos elementos químicos por meio da utilização da tabela periódica.(O)

D13 – Determinar a posição de um elemento químico na tabela periódica a partir de seu número atômico ou de sua configuração eletrônica. (B)

2.3.Ligações Químicas

D14 – Reconhecer que as ligações químicas se estabelecem pela união entre átomos por meio da interação dos elétrons da camada de valência e representá-las através dos modelos de Lewis (fórmula eletrônica), estrutural e molecular. (O)

D15 – Prever o tipo de ligação formada a partir da distribuição eletrônica dos átomos ligantes e de suas posições na tabela. (G)

D16 – Explicar as ligações iônicas e covalentes pela teoria do octeto (Koseel-Lewis). (G)

D17 – Explicar a condutibilidade elétrica e térmica dos metais, mediante o modelo da ligação metálica. (G)

D18 – *Associar as ligações de hidrogênio (Ponte de Hidrogênio), a interação dipolo-dipolo e as forças de Van der Waals às forças intermoleculares.* (G)

D19 – Explicar a solubilidade por meio dos conceitos de polaridade das ligações e das moléculas (geometria molecular). (G)

D20 – Classificar as substâncias em iônicas ou moleculares, a partir de propriedades como: temperatura de fusão, temperatura de ebulição, estado físico nas condições ambientes, condutibilidade elétrica. (O)

D21 – Explicar o aumento do volume da água no estado sólido, em relação ao do estado líquido, baseando-se nas ligações de hidrogênio. (G)

3. OS ESTADOS DA MATÉRIA

3.1 Gases

D22 – Relacionar a hipótese de Avogadro com a construção do conceito de molécula. (G)

D23 – Efetuar cálculos envolvendo as grandezas: volume molar, massa molar, número de moléculas, levando em conta que a quantidade de moléculas contidas em 22,4 litros (volume molar do gás ideal nas CNTP) é $6,02 \cdot 10^{23}$.(O)

D24 – Analisar, através de gráficos e tabelas, as transformações isotérmica, isobárica isocórica.(G)

D25 – Aplicar as leis dos gases, equação geral dos gases perfeitos e a equação de Clapeyron, na resolução de situações-problema (cotidiano), utilizando as unidades: atmosfera, milímetro de mercúrio, pascal, litro, metro cúbico, grau Celsius, Kelvin, mol.(G)

D26 – Explicar o comportamento dos gases por meio da teoria cinética. (G)

D27 – *Descrever as principais fontes e processos de obtenção dos gases: carbônico, oxigênio, hidrogênio e amônia por meio da linguagem discursiva, de esquemas e da linguagem simbólica própria da química (equações químicas).* (O)

D28 – Identificar as principais fontes geradoras dos seguintes poluentes atmosféricos: NO_2 , SO_2 , CO_2 , CO , aldeídos, hidrocarbonetos e clorofluorcarbonetos (CFC), bem como descrever os principais problemas gerados pela presença dos mesmos. (O)

3.2 Soluções aquosas

D29 – Classificar as soluções em: diluída, concentrada, de acordo com a quantidade relativa entre soluto e solvente; solução saturada e não saturada, baseando-se no coeficiente de solubilidade. (O)

D30 – Prever a solubilidade de uma substância a partir da interpretação de gráficos de curva de solubilidade, em função da temperatura e pressão (para gases). (G)

D31 – Interpretar dados sobre a concentração de soluções expressas nas unidades: g/l, mol/l, porcentagem em massa (%) e ppm. (B)

3.3 Ácidos, bases, sais e óxidos.

D32 – Classificar substâncias em ácidos e bases a partir da ação sobre indicadores crômicos: fenolftaleína, papel de tornassol, etc. (O).

D33 – Conceituar ácidos e bases, segundo a Teoria de Arrhenius. (B)

D34 – Classificar ácidos e bases, quanto à força, utilizando dados obtidos a partir de experimentos sobre a condutibilidade elétrica de suas soluções aquosas. (O)

D35 – Nomear e escrever as fórmulas químicas dos principais ácidos, bases, sais e óxidos, resultantes da combinação dos seguintes cátions e ânions: hidroxônio, sódio, hidroxila, acetato, sulfato, sulfeto, óxido, carbonato e fosfato. (B)

D36 – Representar, pela linguagem simbólica (equações químicas), as reações de neutralização ácido-base e reações de ácidos com metais que liberam gás hidrogênio. (B)

D37 – Calcular a concentração das soluções ácidas e básicas, expressas em g/l, mol/l e %, bem como determinar a massa das substâncias através de titulações ácido-base. (O)

D38 – Representar, por meio da linguagem simbólica própria da Química (equações químicas), as transformações químicas associadas ao fenômeno da chuva ácida e avaliar as consequências ambientais de tal fenômeno. (G)

D39 – *Descrever, por meio da linguagem discursiva e simbólica, os processos de obtenção de: ácido sulfúrico (processo de contato); soda cáustica (processo eletrolítico em solução aquosa de cloreto de sódio); óxido de cálcio (decomposição térmica do carbonato de cálcio) e as equações químicas pertinentes.* (O)

3.4 Poluição da água

D40 – *Identificar as principais substâncias poluidoras da água das seguintes fontes: esgoto doméstico, objetos industriais, detergentes, agrotóxicos, fertilizantes.* (O)

D41 – Descrever, por meio da linguagem discursiva, as principais etapas do tratamento da água utilizada nas cidades, reconhecendo produtos químicos utilizados e suas respectivas funções, para cada etapa do processo. (B)

3.5 Efeito de solutos nas propriedades físicas da água

D42 – Reconhecer a dependência entre as propriedades coligativas e a concentração do soluto em solução. (O)

D43 – Descrever, utilizando a linguagem discursiva, esquemas ou gráficos, as seguintes propriedades coligativas: abaixamento de pressão de vapor da água, abaixamento e temperatura de congelamento da água, elevação da temperatura de ebulição da água e pressão osmótica, procurando estabelecer relações com fenômenos da natureza e do cotidiano. (G)

3.6 Colóides

D44 – Caracterizar o estado coloidal em termos de propriedades e estados físicos. (O)

D45 – relacionar as propriedades dos colóides a fenômenos da natureza e do cotidiano, tais como: smog, processamento industriais alimentícias, diálises, etc. (G).

3.7 Estudo dos metais ferro e alumínio

D46 – Descrever por meio da linguagem discursiva, da linguagem simbólica (equações químicas) e de esquemas de produção industrial, os processos de obtenção do ferro-gusa em alto-forno a partir do minério de hematita e do alumínio pelo processo Hall. (G)

4. O CONTROLE DAS REAÇÕES QUÍMICAS

4.1 Cinética química

D47 – Representar graficamente dados da concentração dos reagentes e/ou produtos de uma reação em função do tempo, tendo sido fornecidos valores tabelados destas grandezas. (B)

D48 – Reconhecer os principais fatores que modificam a rapidez de reações, através da descrição de experimentos não hipotéticos. (O)

D49 – Explicar, pela teoria de colisões moleculares, os fatores que influem na rapidez de uma reação: temperatura, superfície de contato e concentração. (G)

D50 – identificar num diagrama de energia de uma reação química aspectos como: a presença ou não de catalisadores, energia de ativação e complexo ativado. (O)

D51 – Analisar a influência das concentrações iniciais dos reagentes na rapidez de uma reação, a partir da expressão matemática da lei da rapidez da reação. (O)

D52 – Avaliar a influência da temperatura, pressão, catalisador, concentração de reagentes e produtos e superfície de contato, na otimização de processos na indústria química, a partir da análise de dados pertinentes, em forma de tabela ou figuras. (O)

4.2 Equilíbrio químico

4.2.1 Caracterização do estado de equilíbrio

D53 – Correlacionar, como característica do estado de equilíbrio, a constância das propriedades macroscópicas aos aspectos dinâmicos das reações no nível microscópicos.(O)

D54 – Identificar o estado de equilíbrio através da análise de gráficos de concentração de reagentes e produtos, em função do tempo.(O)

4.2.2 Deslocamento do equilíbrio

D55 – Identificar os principais fatores que podem alterar um sistema químico em equilíbrio, a partir da análise das equações que representam sistemas em equilíbrio, da análise de gráficos de experimento prático. (O)

D56 – Prever o sentido do deslocamento de um equilíbrio químico, aplicando o Princípio de Le Chatelier. (G)

4.2.3 Constante de equilíbrio

D57 – Calcular os valores de constantes de equilíbrio, a partir de dados de concentração e vice-versa. (O)

D58 – Correlacionar o significado do valor da constante de equilíbrio a determinação da posição do equilíbrio químico (deslocamento para a esquerda, deslocamento para a direita) ou ao rendimento da reação. (G)

4.2.4 Aplicação industrial do estudo do equilíbrio químico

D59 – Analisar o processo industrial de obtenção da amônia (processo Haber-Bosch), a partir da descrição do mesmo por meio da linguagem discursiva e da representação simbólica (equações químicas). (G)

4.2.5 Equilíbrio iônico: ácido-base

D60 – Escrever a equação de dissociação de ácidos e bases e a correspondente expressão da constante de equilíbrio. (B)

D61 – Correlacionar os valores das constantes de ionização K_a e K_b à força de ácidos e bases respectivamente. (G)

4.2.6 Equilíbrio iônico da água

D62 – Calcular valores de pH e pOH, partindo de concentrações de H^+ (H_3O^+) e OH^- e vice-versa. (O)

D63 – Classificar um sistema aquoso em ácido, neutro ou básico, comparando o valor de seu pH com a escala de pH. (B)

D64 – Analisar informações sobre a acidez em situações como: chuva ácida, derramamento e substâncias na água e no solo, uso descontrolado do solo, ingestão de refrigerantes, ação de biomoléculas, vitaminas, medicamentos e produtos de higiene pessoal. (G)

5. A ENERGIA NAS REAÇÕES QUÍMICAS

5.1. Eletroquímica

5.1.1 Conceitos básicos

D65 – Determinar o estado de oxidação dos elementos a partir das fórmulas químicas. (B)

D66 – Equacionar e balancear equações de oxidação e redução que tenham no máximo dois reagentes e dois produtos, identificando nas mesmas os agentes oxidantes e redutor. (O)

D67 – Analisar um experimento sobre a reação entre o ferro metálico e uma solução aquosa de sulfato de cobre e/ou a reação de formação de ferrugem. (G)

5.1.2 Pilhas

D68 – Representar as semi-reações anódicas, catódicas e a reação global de uma pilha, pela linguagem simbólica (equações químicas) e pelas notações químicas esquemáticas conforme a convenção da IUPAC. (B)

D69 – Representar por meio de equações químicas a pilha de Daniel e reconhecer os componentes dos diferentes tipos de pilhas: pilha de Leclanché, pilhas alcalinas, bateria de automóvel, bateria níquel-cádmio.(O)

5.1.3. Potenciais padrão de eletrodo

D70 – Preverá possibilidade de ocorrência de uma reação espontânea, de oxidação e redução, analisando o valor do potencial padrão da pilha (E°_{pilha}) obtido a partir de dados de uma tabela de potenciais padrão de redução.(O)

5.1.4 Eletrólise ígnea e aquosa

D71 – Identificar os principais produtos obtidos na eletrólise ígnea de cloreto de sódio e na eletrólise de uma solução aquosa do referido sal. (O)

D72 – Explicar, por meio da linguagem simbólica (equações químicas) e/ou por meio de esquemas, a eletrólise de hidróxido de sódio ou ácido sulfúrico, em solução aquosa, apresentando o ânodo, cátodo, semi-equações, produtos, etc. (G)

5.1.5 Aplicações da eletrólise

D73 – Descrever, por meio da linguagem discursiva e da linguagem simbólica (equações químicas), a galvanização como um dos processo industriais de aplicação da eletrólise, destacando aspectos como: proteção à corrosão e durabilidade do produto. (O)

5.2 Termoquímica

5.2.1 reações endotérmicas e exotérmicas

D74 – Classificar as reações quanto à energia absorvida ou liberada. (O)

D75 – Expressar em unidades as grandezas: variação de energia de reação e variação de entalpia de reação (calor de reação) em: joule (J) ou quilojoule (kJ) (unidade recomendada) e em caloria (cal) ou quilocaloria (kcal) (unidade em desuso).(O)

5.2.2 Entalpia

D76 – Calcular a variação da entalpia (ΔH) de reações, a partir de gráficos de energia, tabelas ou equações termoquímicas (aplicação da lei de Hess). (O)

5.2.3 Energia de ligação

D77 – calcular a variação de entalpia (DH) de uma reação a partir de dados de energia de ligação e vice-versa. (O)

5.3 Reações nucleares

D78 – Reconhecer isótopos, radioisótopos e partículas alfa, beta e raios gama.(B)

D79 – Descrever processos de produção de energia a partir da fissão e fusão nucleares. (B)

D80 – Reconhecer no cotidiano algumas aplicações importantes e implicações sociais acerca do uso da energia nuclear: na Medicina, na Agricultura, na Arqueologia, na fabricação de armas nucleares, nas usinas nucleares Angra I e II, bem como analisar os acidentes de Chernobyl e de Goiânia. (O)

6 ESTUDO DOS COMPOSTOS DE CARBONO

6.1 Hidrocarbonetos

D81 – Reconhecer que o petróleo é uma mistura de várias substâncias que podem ser separadas através de destilação fracionada e que tal processo de separação está baseado na diferença de temperaturas de ebulição e número de átomos de carbono das substâncias presentes na mistura. (O)

D82 – Descrever, por meio de linguagem discursiva, o processo de craqueamento do petróleo. (O)

D83 – representar a tetravalência do átomo de carbono, ligações simples, duplas e triplas usando fórmulas: estrutural plana (Kekulé) e espacial (Lê Bel e Van't Hoff).(B)

D84 – Classificar hidrocarbonetos quanto à cadeia carbônica (saturada, insaturada, normal, ramificada, alifática, cíclica, alicíclica e aromática). (O)

D85 – Formular e nomear os principais hidrocarbonetos, usando a nomenclatura usual e a recomendada pela IUPAC (substância com até 6 átomos de carbono). (B)

D86 – Equacionar algumas reações importantes do metano, eteno e etino: combustão (completa e incompleta), hidrogenação catalítica, halogenação e a reação de obtenção de acetileno a partir de calcário e coque. (O)

D87 – Identificar alguns produtos comuns (polietileno, poliestireno, PVC, nylon, borrachas, etc.) obtidos através de reações de polimerização. (O)

6.2 Isomeria

D88 – Identificar os tipos de isômeros planos: função, cadeia, posição. (O)

D89 – Escrever, a partir da fórmula molecular e do nome, as fórmulas estruturais dos possíveis isômeros de uma substância.(B)

D90 - Reconhecer que as substâncias isômeras podem apresentar diferentes propriedades físicas e químicas.(O)

6.3 Funções oxigenadas

D91 – Reconhecer fórmulas representativas das funções: álcool, aldeído, cetona, éter, ácido carboxílico, éster. (O)

D92 – Escrever os nomes (usual e IUPAC) e as fórmulas (molecular e estrutural) de compostos representativos de: a) álcool (metanol e etanol); b) aldeído (metanal e

etanal); c) cetona (propanona); d) éter (etoxietano); e) ácido carboxílico (ácido metanóico e ácido etanóico); éster (etanoato de etila). (O)

D93 – Reconhecer os principais usos e aplicações industriais das substâncias: metanol, etanol, metanol, etanal, propanona, etoxietano, ácido metanóico, ácido etanóico e etanoato de etila. (O)

6.4 Funções nitrogenadas

D94 – Reconhecer fórmulas representativas das funções: Amin, amida e nitrila. (O)

D95 – Expressar nomes (usual e IUPAC) e fórmulas (molecular e estrutural) de compostos representativos, tais como: alcalóides, anilina e uréia. (O)

6.5 Alguns materiais e substâncias importantes

D96 – Reconhecer a presença das principais substâncias químicas em: sabões e detergentes, bebidas alcoólicas, refrigerantes, alimentos, remédios, pesticidas, gás de cozinha, gás natural, vinagre. (O)

D97 – Reconhecer as fórmulas representativas de aminoácidos e que as proteínas são formadas por agrupamentos de aminoácidos, ligados entre si por ligações peptídicas. (O)

D98 – Reconhecer que os polímeros naturais, tais como glicogênio, sacarose, celulose e amido, são formadas por moléculas de açúcares. (O)

D99 – Reconhecer que os óleos e as gorduras pertencem às substâncias do grupo dos glicerídeos e são formadas por glicerol (glicerina) e ácidos graxos. (O)

7. ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

7.1 Operações básicas de laboratório

D100 – Descrever as operações básicas de laboratório e reconhecer os materiais utilizados em: aquecimento, filtração, purificação, preparação de soluções, titulação, medidas de massa, volume e temperatura, produção e reconhecimento de gases. (O)

7.2 SEGURANÇA NO LABORATÓRIO

D101 – Aplicar as regras básicas de segurança em algumas situações de laboratório, na indústria ou no cotidiano. (O)

ANEXO 2 – PLANOS DE ENSINO DE QUÍMICA DO ENSINO MÉDIO

ANEXO 3 – TERMO DE COMPROMISSO DADO AO ALUNO (Reny B.J.Oliveira)

 CEFET-PR	Ministério da Educação Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná-Unidade de CURITIBA Departamento Acadêmico de Química e Biologia - DAQBI
--	--

PROJETO: OS USOS DA ENERGIA NA CONCEPÇÃO DOS ALUNOS DO ENSINO MÉDIO DO CEFET/PR-UNIDADE DE CURITIBA.

PESQUISA: Quais as concepções que os alunos do Ensino Médio do CEFET/PR – Unidade de Curitiba têm, sobre os usos da energia?

Prezado(a) aluno(a):

Esta pesquisa trata de um assunto que interessa não só aos professores de Química do DAQBI, mas a toda comunidade escolar, por se tratar de educação. Esta entrevista tem por objetivo entender melhor como os alunos formandos do Ensino Médio, concebem os conteúdos de Química, especificadamente os relacionados à energia que foram abordados durante os três anos que freqüentaram esta Instituição.

Dessa forma, sua participação é muito valiosa, e esperamos poder contar com sua opinião. Suas respostas são confidenciais, e, sua identidade não será revelada. No trabalho final, ao apresentarmos os resultados, faremos referências ao “conhecimento dos alunos do Ensino Médio”, e não ao conhecimento isolado de um ou de outro aluno em particular.

Para a análise e validade das respostas, gostaríamos de ter a sua autorização para gravar esta entrevista.

“A SUA COLABORAÇÃO É MUITO IMPORTANTE PARA ESTA PESQUISA”

Muito obrigada.

Professora Reny

ANEXO 4 – PROTOCOLO DE ENTREVISTA**(Reny B. J. Oliveira)****ALUNO:** A₂₀ **IDADE:** 17 Anos **TURMA:** T12 **TURNO:** Tarde**BLOCO I**

1. **Você vai prestar vestibular este ano? R:** *Sim.*
2. **Faz cursinho? R:** *Sim. Por quê? R:* *Para revisar a matéria. Porque aqui a gente viu muita coisa e o cursinho ajuda a lembrar.*
3. **Em qual(is) disciplina(s) você estudou sobre a energia? R:** *Física, Química e Biologia.*
4. **Na disciplina de química, em que ano foi abordado o assunto referente à energia? R:** *Nos três anos.*
5. **Você se lembra em quais tópicos? Pode citar alguns? R:** *Átomos. Ligações químicas e Reações Químicas.*
6. **Você se lembra do quê você estudou sobre a energia em química? Pode citar algum exemplo? R:** *A energia dos elétrons, das ligações, das camadas eletrônicas, etc.*
7. **E os assuntos abordados estão todos no Livro Didático? Não tiveram nenhuma complementação? R:** *Não. Nós lemos outros livros nos quais os assuntos tratados de uma forma geral, complementam os assuntos que estão no livro didático.*

BLOCO II

1. *Qual a idéia dos alunos sobre fontes de energia?*
 - 1.1. **Neste cenário, quais ilustrações correspondem a materiais que são, ou que podem ser explorados pelo homem como fontes de energia? Pode citar os números? R:** *Açúcar, Cana-de-açúcar, Madeira, Gás natural, Bagaço de cana, Floresta, Cereais, Vento, Rios e cachoeiras, Ondas marítimas, Marés, Gasolina. Animais, Fruto da palmeira oleaginosa, Petróleo, GLP, Óleo diesel, Carvão vegetal, Carvão mineral, Sol, Pilhas, Querosene, Álcool, Óleo combustível.*
 - 1.2. **Você conhece outras fontes que não se encontram aqui representadas? R:** *Não*
 - 1.3. **Você pode citar alguns exemplos ou situações em que se usa algum tipo de energia destas fontes? R:** *Sim. O petróleo e seus derivados são usados como combustíveis. Os cereais e açúcar são usados na alimentação. Os animais são usados no serviço do campo. A pilha nos relógios, calculadoras, etc.*

- 1.4. **Você é capaz de identificar neste cenário, as fontes cuja energia para ser utilizada passa por um processo químico de conversão? (Faça um X no lado esquerdo da figura) R:** Açúcar, Cana-de-açúcar, Madeira, Gás natural, Bagaço de cana, Floresta, Cereais, Gasolina, Fruto da palmeira oleaginosa, Petróleo, GLP, Óleo diesel, Carvão vegetal, Carvão mineral, Sol, Pilhas, Querosene, Álcool, Óleo combustível.
- 1.5. **E neste cenário você identifica alguma coisa que não representa fonte de energia? R:** Sim. **O que por exemplo? R:** O avião de carga.
- 1.6. **Mas mesmo que o avião não seja fonte, ele possui algum tipo de energia? R:** Sim. **Qual? R:** A energia do combustível.
2. *Como os alunos concebem as fontes de energia fóssil?*
- 2.1. **O que você entende por fonte de energia fóssil? R:** Aquela que se formou pela decomposição de compostos orgânicos.
- 2.2. **No cenário I, você pode assinalar com um F todas as ilustrações que representam essas fontes de energia? R:** Petróleo e seus derivados, Carvão mineral.
3. *Os alunos têm conhecimento das fontes de energia renovável?*
- 3.1. **Quando é que se diz que uma fonte de energia é renovável? R:** Pode ser produzida pelo homem, pode ser reciclada.
- 3.2. **Você é capaz de assinalar com um R, no cenário I as ilustrações que no teu conceito representam fontes renováveis de energia? R:** Açúcar, Madeira, Vento, Rios e cachoeiras, Álcool e o Sol.
- 3.3. **A que o autor se refere quando diz “Biomassa Tradicional”? R:** Não sei.
- 3.4. **Você tem conhecimento ou já ouviu falar de alguma utilização de Biomassa como fonte de energia? Pode citar exemplos de combustíveis pertencentes a essa fonte? R:** Também não.
4. *Qual a noção que os alunos têm sobre as formas e usos da energia?*
- 4.1. **Quando um motor deste tipo está em funcionamento, existe alguma manifestação de energia nas fases 1 e 2? R:** Sim. **Quais? R:** A energia do movimento do virabrequim e do pistão.
- 4.2. **Considerando as quatro fases: você é capaz de identificar qual delas é a responsável para que todo o processo se (re)inicie? R:** É a 3. **Você pode explicar?**

R: *Porque é aqui que vai ocorrer a explosão que vai fazer o pistão descer e começar tudo de novo, depois que houver o escape dos gases.*

4.3. Quais as formas de energia que estão envolvidas nesta fase? R: *Energia mecânica e calorífica.*

4.4. Você é capaz de descrever as situações em que elas podem ser percebidas? R: *Sim. A energia mecânica é percebida através do movimento do pistão e a energia calorífica quando ocorre a reação e a expansão dos gases.*

5. *Como os alunos usam o conceito de energia?*

5.1. Cite algumas situações do dia-a-dia em que você usa energia ou observa/percebe que ela está sendo usada. R: *Em quase tudo. Quando eu como eu estou usando energia dos alimentos para o meu corpo. O carro usa energia da gasolina.*

5.2. Por que você acha que a energia está envolvida nessas situações? Você pode explicar? R: *Porque é a energia que nos possibilita realizar trabalho, e sem ela nada funciona.*

5.3. Você já observou/viu alguma coisa se transformando ou que se transformou por causa da energia? R: *Quando as coisas pegam fogo. Por exemplo, uma casa que foi destruída pelo fogo sofreu uma transformação.*

6. *Que significados os alunos dão aos conceitos relacionados à energia?*

6.1. Topa fazer um jogo de palavras? Isto é: eu apresento uma situação, e você com uma palavra, expressa o seu entendimento. R: *Sim*

Alcanos	Octano	Biomassa	Vento
<i>Hidrocarbonetos</i>	<i>8 carbonos</i>	<i>Não sei</i>	<i>Energia eólica</i>
Combustíveis	Radiações	Entropia	Biodiesel
fósseis	<i>Urânio</i>	-	-
<i>Petróleo</i>			
Hidrogênio	Etanol	Entalpia	Fotossíntese
<i>Gás</i>	<i>Álcool</i>	-	<i>Das plantas</i>

7. *Como os alunos concebem a energia envolvida nos processos químicos, enquanto transformação?*

7.1. Você já observou uma carne sendo assada numa churrasqueira comum (a lenha ou carvão)? R: *Sim*

- 7.2. **O que é preciso fornecer a carne para que ela se transforme em churrasco? R:** *Calor*
- 7.3. **Como é que o calor é transferido do carvão para a carne? R:** *O calor liberado pelas brasas chega até a carne através do ar.*
- 7.4. **Você é capaz de descrever as transformações que ocorrem neste processo para que a energia possa ser liberada? R:** *Bom professora, você tem que produzir o fogo para fazer calor, mas depois você deixa as brasas . O calor desidrata a carne e ela fica com um aspecto rígido.*
- 7.5. **Você acha que toda energia contida no carvão ou na lenha, é transferida para a carne? R:** *Não. Você pode explicar melhor? R: Porque o churrasqueiro sente calor, a churrasqueira esquenta e se eu colocar a mão na churrasqueira ela queima. Isto prova que o calor foi para o meio ambiente.*
8. *Como os alunos usam o conceito de energia para explicar um processo químico, enquanto transformação?*
- 8.1. **O que acontece com um aparelho elétrico movido à pilha, se permanecer constantemente ligado? R:** *Vai acabar a pilha.*
- 8.2. **E o que você quer dizer coma expressão “acabar a pilha” ? R:** *Que acaba as reações que ocorrem na pilha e como a pilha não pode ser recarregada, não tem mais utilidade, a gente joga fora.*

Fechamento

Gostaria de agradecer a sua participação e dizer que a sua contribuição foi muito valiosa para o meu trabalho de pesquisa.

Muito obrigada pela sua participação.

ANEXO 5 – BLOCO I

1. QUESTÕES E COMENTÁRIOS

A fazermos as perguntas 1 e 2 [*Você vai prestar vestibular este ano?*] e [*Faz Cursinho? Por quê?*], almejávamos saber como eles avaliavam a formação recebida no CEFET/PR, no que diz respeito à preparação para a continuidade dos estudos. De acordo com os objetivos da pesquisa, para nós era importante saber o que/como o aluno sabe e o como ele usa esse saber, tomando por base o conteúdo que foi ensinado. Da mesma forma, ao fazermos as perguntas: [3. *Em qual(is) disciplina(s) você estudou sobre a energia?*]; [4. *Na disciplina de Química, em que ano foi abordado o assunto referente à energia?*]; [5. *Você se lembra em quais tópicos? Pode citar alguns?*]; [6. *Você se lembra do que você estudou sobre a energia em Química? Pode citar algum exemplo?*] e [7. *Os assuntos abordados estão todos no livro didático? Não tiveram nenhuma complementação?*], queríamos saber se o aluno se lembrava dos assuntos abordados nas respectivas disciplinas, bem como daqueles referentes à energia que foram trabalhados na disciplina de química e qual a referência que os alunos faziam. Queríamos verificar através da fala do aluno se existia coerência entre os objetivos e finalidades gerais expressas nos documentos escolares e o que ele dizia ter acontecido em situação real na sala de aula. Nosso pressuposto era o de que as respostas dos alunos a essas perguntas pudessem nos ajudar a perceber o alcance que aqueles conteúdos tiveram no processo de ensino.

Os dados obtidos nesta primeira tomada foram importantes por nos permitir tomar conhecimento (parcial) do conteúdo desenvolvido na sala de aula e das estratégias didáticas utilizadas na formação científica dos alunos nos possibilitou também, verificar se eles sabem decodificar as leis e teorias que se apresentam codificadas no livro didático numa linguagem científica. Ressalta-se também, que o clima de confiança e simpatia estabelecido entre nós neste primeiro momento foi fundamental para que nos sentíssemos mais soltos e a vontade para dialogarmos sobre as situações que foram questionadas no BLOCO II.

2. TABULAÇÃO DAS RESPOSTAS

QUESTÃO N^o 1: Você vai prestar vestibular este ano?

A₁.A₂... A₁₈: Sim; A₂₀: Não.

QUESTÃO N^o 2: Faz cursinho? Por quê?

A₁. Sim. Ainda que eu confie no que eu aprendi no Ensino Médio daqui, acho que o cursinho vai me ajudar a relembrar as coisas, vai dar as dicas...

A₂. Sim. Porquê eu acho que o CEFET não dá o que eu preciso para o vestibular

A₃. Sim. Porque ajuda

A₄. Não

A₅. Não

A₆. Não

A₇. Não. Mas eu vou fazer o superintensivo para eu relembrar e revisar a matéria.

A₈. Sim. Só pra revisar a matéria, porque em termos de matéria, a gente sabe que nós somos os mais fortes de Curitiba. Até porque o CEFET tem o ensino mais forte de Curitiba

A₉. Para revisar a matéria do primeiro e segundo ano. Só para dar uma revisada por cima.

A₁₀. Para revisar a matéria.

A₁₁. Sim. Porque eu ganhei bolsa de graça.

A₁₂. Não faço

A₁₃. Sim. Porque eu achei que ia relembrar da matéria. Mas com certeza, quem me deu a base maior foi o CEFET.

A₁₄. Não

A₁₅. Não

A₁₆. Sim. Porque só a escola não é suficiente

A₁₇. Não

A₁₈. Não

A₁₉. Para melhorar o que eu aprendo no colégio.

A₂₀. Sim. Para revisar a matéria. O cursinho ajuda a lembrar.

QUESTÃO N^o 3: Em qual(is) disciplina(s) você estudou sobre a energia?

A₁. Física, Química e Biologia.

A₂. Só em química e geografia.

A₃. Química, Física e Biologia.

A₄. Química. Não me lembro.

A₅. Física e Princípios Tecnológicos.

A₆. Física e Química

A₇. Física e Química

A₈. Física, Princípios Tecnológicos e Química.

A₉. Biologia, Química e Física. Em física nós ainda estamos estudando sobre a energia.

A₁₀. Física e Química

A₁₁. Física e Química

A₁₂. Que eu me lembre só em Química

A₁₃. Química e Física.

A₁₄. Química, Física e Princípios Tecnológicos

A₁₅. Física e Química

A₁₆. Química e um pouco em Biologia.

A₁₇. Princípios Tecnológicos e Química.

A₁₈. Não me lembro a matéria certa.

A₁₉. Física e Química

A₂₀. Física e Química e Biologia

QUESTÃO N^o 4: E na disciplina de química, em que ano foi abordado o assunto referente a energia?

A₁. Nos três anos

A₂. Eu acho que foi no segundo ano. E também agora no terceiro, o professor Armando falou em energia.

A₃. Nos três anos

A₄. Nos três anos

A₅. Segundo ano

A₆. Primeiro ano

A₇. Mais no primeiro ano.

A₈. Segundo ano

A₉. No primeiro ano, bem por cima sobre elétrons, prótons..., no terceiro ano agora a gente está lendo livros sobre o sol e a energia do milênio bem interessante.

A₁₀. Segundo e terceiro ano.

A₁₁. Terceiro ano.

A₁₂. Nos três anos

A₁₃. Nos três anos

A₁₄. Nos três anos

A₁₅. No primeiro e, principalmente no segundo ano.

A₁₆. Primeiro e segundo ano.

A₁₇. Primeiro ano

A₁₈. Nos três anos

A₁₉. No segundo ano

A₂₀. Nos três anos

QUESTÃO N^o 5: Você se lembra em quais tópicos foi falado sobre energia?

A₁. Nas reações e em termoquímica.

A₂. Em química orgânica o professor Armando falou em álcool e também sobre as usinas termelétricas. E em geografia também foi falado sobre as termelétricas.

A₃. No primeiro ano em Reações químicas No segundo não me lembro o nome daquilo e no terceiro

acho que também nas reações.

A₄. Não.

A₅. Eu não me lembro

A₆. Não me lembro.

A₇. Não

A₈. Eletroquímica e Termoquímica

A₉. Estrutura atômica, mas eu não estou bem lembrado.

A₁₀. Entalpia, e energia elétrica.

A₁₁. Não me lembro

A₁₂. Não me lembro exatamente o tópico, mas a gente estudou sim.

A₁₃. Físico química. Velocidade de reações, catalisadores. Em quase tudo.

A₁₄. No primeiro ano: nas Ligações químicas e energia molecular, no segundo ano: em físico química e agora no terceiro ano: de novo em energia molecular.

A₁₅. No primeiro ano em Estrutura atômica e em Reações químicas. No segundo ano em Físico química.

A₁₆. No primeiro ano em Ligações química e nas Reações químicas. No segundo ano em Físico química

A₁₇. Não me lembro a matéria certa.

A₁₈. Não me lembro a matéria certa.

A₁₉. Termoquímica e Reações.

A₂₀. Átomos., Ligações químicas e Reações Químicas.

QUESTÃO N^o 6: E o que foi que você estudou sobre a energia em química?

A₁. Eu lembro do que estudei, mas não sei falar os termos, nomes. Sei o que seria, mas...De química, nada. Ah, das hidrelétricas.

A₂. Ah, as hidrelétricas

A₃. A energia das camadas eletrônicas.

A₄. Também não me lembro.

A₅. Também não me lembro.

A₆. Não me lembro.

A₇. Não me lembro

A₈. Acho que foi energia térmica. Não me lembro o nome do que foi estudado.

A₉. não estou bem lembrado

A₁₀. Entalpia e energia de ativação.

A₁₁. Também não me lembro.

A₁₂. Também não me lembro.

A₁₃. Eu só sei que ela estava sempre relacionada com todas as matérias tratadas, porque ela está envolvido em tudo.

A₁₄. Eu não me lembro.

A₁₅. *Energia quântica, energia dos elétrons e entropia.*

A₁₆. *A energia das ligações químicas, das moléculas e das reações.*

A₁₇. *Não*

A₁₈. *A energia na transferência de elétrons e nas transformações físicas e químicas.*

A₁₉. *Não necessariamente, mas estudamos entalpia*

A₂₀. *A energia dos elétrons, das ligações, das camadas eletrônicas, etc.*

QUESTÃO N^o 7: Os assuntos abordados estão todos no livro didático? Não tiveram nenhuma complementação?

A₁. *Sim. Material escrito não. Mas oralmente, o professor explorava bem mais profundo do que o livro.*

A₂. *Não. Foi só o que está no livro didático. Agora no terceiro ano, o professor Armando, de vez em quando*

falava alguma coisa fora do livro. Mas escrito não teve nada

A₃. *Sim. Não*

A₄. *Sim. Não. Nós só usamos o livro.*

A₅. *Sim. Não. Nós só usamos o livro.*

A₆. *Sim. Que eu me lembro, a maioria é o que está no livro.*

A₇. *Sim. Não, só o livro didático.*

A₈. *Sim. Não*

A₉. *Não. Teve outros assuntos, outras coisas. Os professores aqui do CEFET não se baseiam só no livro didático. A maioria deles manda a gente buscar outros recursos fora. Não ficam só no livro.*

A₁₀. *Não. Nós usamos livros complementares, os paradidáticos.*

A₁₁. *Não. Nós usamos livros complementares, os paradidáticos.*

A₁₂. *Não. A gente teve os paradidáticos que na sua maior parte abordavam a energia com mais profundidade e mais detalhes.*

A₁₃. *Estão todos no livro didático*

A₁₄. *A maioria está no livro didático.*

A₁₅. *Sim. Não. Só os assuntos do livro e a fala do professor*

A₁₆. *Não. A gente usou os paradidáticos.*

A₁₇. *Sim. Tudo está no livro didático.*

A₁₈. *Não. Nós usamos os paradidáticos que indiretamente abordavam a energia sobre o meio ambiente.*

A₁₉. *Não. Nós usamos os paradidáticos sobre o meio ambiente.*

A₂₀. *Não. Nós lemos outros livros que complementaram os assuntos*

3. ANÁLISE DAS RESPOSTAS APRESENTADAS

As considerações que faremos a seguir expressam os resultados de nossa análise qualitativa e quantitativa das respostas dadas pelos alunos e da maneira como eles se referem aos conteúdos disciplinares que foram abordados durante os três anos de curso.

Dos 20 alunos entrevistados, 1 tem 16 anos, 16 têm 17 e 3 alunos têm 18 anos. Deste total de alunos, 19 vão prestar vestibular este ano e a única aluna que disse não, justificou dizendo que vai prestar vestibular na Escola de Música e Belas Artes do Paraná (EMBAP) para o Curso de Violino e precisa se preparar para a prova de habilidades específicas. Esta aluna prestará vestibular no próximo ano. (Vestibular 2004).

No caso da questão N^o 2 [*Faz Cursinho? Por quê?*], 55% dos alunos entrevistados disseram sim, 10% disseram que vão fazer o semi-extensivo¹ e apenas 35% do universo de alunos pesquisados disseram não.

A análise das respostas dadas à questão N^o 3 [*Em qual(is) disciplina(s) você estudou sobre a energia?*], revela um desencontro existente na opinião dos alunos entrevistados, conforme mostra a Tabela 1:

Tabela 1: Resposta à questão : Em qual(is) disciplina(s) você estudou sobre a energia?

DISCIPLINA	%
Química e física	35
Química, Física e Biologia	20
Química, Física e princípios Tecnológicos	10
Só em química	10
Química e Geografia	5
Física e princípios Tecnológicos	5
Química e Biologia	5
Não me lembro	5
Total	100

Conforme os resultados expressos na referida tabela apenas 35% dos alunos entrevistados mencionaram as disciplinas de Química e Física como aquelas que mais trataram dos assuntos referentes a energia, enquanto que 20% desses alunos estenderam esse

tratamento também a disciplina de Biologia. Os dois alunos que se lembraram da disciplina de Princípios Tecnológicos, se esqueceram da Biologia da mesma forma que os que se lembraram da Biologia esqueceram dos Princípios Tecnológicos. Quanto aos demais, cada aluno lembrou de uma disciplina específica.

Tomando por base os resultados apresentados na Tabela 1 nossa interpretação é que os alunos não se lembram das disciplinas que abordaram os assuntos referentes à energia.

Tais comentários podem ser estendidos também para as respostas que os alunos deram à pergunta N^o 4 [*E na disciplina de Química, em que ano foi abordado o assunto referente a energia?*].

As respostas dos alunos à referida questão se encontram na figura número 2:

Tabela 2: E na disciplina de química, em que ano foi abordado o assunto referente a energia?

ANO	%
Primeiro ano	15
Segundo ano	15
Primeiro e Segundo anos	10
Segundo e terceiro anos	10
Nos três anos	10
Primeiro e Terceiro anos	5
Terceiro ano	5
Total	100

A leitura dos dados contidos nesta tabela nos permite concluir que a maioria dos alunos entrevistados não se lembram em qual ano letivo estudaram os tópicos que abordavam a energia na disciplina de Química. Não temos justificativas para estas colocações, porque, conforme Anexo 3, os alunos que estão no terceiro ano, teoricamente estudaram “A Energia das Reações Químicas” no segundo ano. Cabe lembrar que esses alunos concluíram o primeiro ano do referido curso em dezembro de 2001 p.p e o segundo em maio de 2002 p.p. Na data da realização das entrevistas (outubro/novembro/2002), eles tinham terminado de estudar as Funções Orgânicas.

¹ Semi-extensivo é o Curso Pré-Vestibular com carga horária reduzida, cujo início se dá um mês antes do vestibular.

A análise das respostas a questão N^o 5 [*Você se lembra em quais tópicos foi falado sobre energia?*], mostrou que apenas 20% (4 alunos) da amostra estudada conseguiram se lembrar do mesmo tópico em que a energia foi abordada: “*Ligações Químicas e Reações Químicas*” enquanto que 10% dos alunos estudados citaram as “*Reações Químicas e Termoquímica*”. Quase a metade dos alunos entrevistados (40% da amostra) não se lembraram em qual conteúdo de química a energia foi abordada. Dos 20 alunos estudados 6 deles (30%) lembraram isoladamente de tópicos diferentes, isto é, um aluno em cada caso citou um conteúdo específico como mostra a Tabela 3:

Tabela 3: Você se lembra em quais tópicos de química foi falado sobre energia?

TÓPICOS DE QUÍMICA	%
Não me lembro	40
Ligações Químicas e Reações Químicas	20
Reações Químicas e Termoquímica	10
Velocidade de Reações e Catalisadores	5
Química Orgânica	5
Reações Químicas	5
Eletroquímica e Termoquímica	5
Estrutura Atômica	5
Entalpia e Energia Elétrica	5
Total	100

As respostas apresentadas na Tabela 3 retratam a realidade tal qual foi captada e podem servir para entendermos a não organização das explicações dadas através das respostas dos alunos aos fenômenos pesquisados no referido trabalho de pesquisa.

No tocante a questão N^o 6 [*E o que foi que você estudou sobre a energia em Química?*], as respostas dadas pelos alunos nos permitem concluir que 55% dos alunos entrevistados não se lembram do conteúdo trabalhado na respectiva disciplina. Das respostas positivas, 10% dos alunos pesquisados se lembraram: “...da energia dos elétrons, das ligações químicas e das camadas eletrônicas”. De forma geral, os dados mostram um certo desencontro entre as respostas dos alunos quanto aos conteúdos abordados na disciplina de Química, conforme resumimos na Tabela 4:

Tabela 4 – O que foi que você estudou sobre a energia em química?

ASSUNTOS	%
Não me lembro	55
Energia dos elétrons, das ligações e das camadas eletrônicas	10
Energia quântica, energia dos elétrons e entropia	5
Energia das ligações químicas, das moléculas e das reações	5
Energia nas transformações de elétrons e nas transformações físicas e químicas	5
Energia dos elétrons, ligações e das camadas eletrônicas	5
Entalpia e energia de ativação	5
Energia térmica	5
As hidroelétricas e as termoelétricas	5
A energia estava o tempo todo relacionada com as matérias tratadas	5
Total	100

Observa-se nos dados contidos na respectiva tabela que 50% dos alunos entrevistados não se lembraram dos assuntos referentes a energia que foram estudados em Química. O fato de apenas dois alunos (10%) citarem o mesmo tópico “*Energia dos elétrons, das ligações e das camadas eletrônicas*” indica que tais conteúdos foram estudados. Porém, o que chama atenção na respectiva tabela é a diversidade de assuntos que foi lembrado pelos alunos, sem nenhuma repetição. Isto significa dizer que cada aluno se recordou de um assunto específico.

As respostas à questão 7 [*Os assuntos abordados estão todos no livro didático? Vocês não tiveram nenhuma complementação?*], mostraram que 60% dos alunos entrevistados estudaram somente os assuntos contidos no Livro Didático, enquanto apenas 40% leram os Livros Paradidáticos. Esses dados nos permite interpretar que a maioria dos alunos não alunos lêem os livros adotados.

ANEXO 6 – CENÁRIO I

ANEXO 7 – CENÁRIO II

(FOLHA DE SÃO PAULO, 24 /08/02)

ANEXO 8 – CENÁRIO III

As fotos abaixo, ilustram as quatro fases distintas que formam o ciclo de operação de um motor de quatro tempos ou motor de combustão interna.

ADMISSÃO	COMPRESSÃO	EXPANSÃO	ESCAPAMENTO OU EXAUSTÃO
Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4

- 1 – Admissão: o pistão move-se para baixo e aspira a mistura de gasolina e ar para dentro do cilindro.
- 2 – Compressão: o pistão move-se para cima comprimindo a mistura (ar/combustível).
- 3 – Expansão: a faísca é lançada. Inflama-se a mistura e os gases em expansão empurram o pistão para baixo.
- 4 – Escapamento ou exaustão: o pistão se move para cima expelindo os gases para fora do cilindro pela válvula de escape.

(FONSECA,2001, p 115)

ANEXO 9 – TABULAÇÃO DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS-BLOCO II

QUESTÃO Nº 1: Qual a idéia dos alunos sobre fontes de energia?

1.1. Neste cenário, quais ilustrações correspondem a materiais que são ou que podem ser explorados pelo homem como fontes de energia?

A₁. *Eu acho que todos. Ah, não. Espera aí. Sim. Sim. São todos fontes de energia*

A₂. *Urânio, Açúcar, Cana de açúcar, Madeira, Oceano, Gás natural, Bagaço de cana, Floresta, Petróleo, Óleo diesel, Vento, Sol, Óleo combustível.*

A₃. *Urânio, Açúcar, Cana de açúcar, Madeira, Oceano, Gás natural, Ondas marítimas, Gasolina, Fruto de palmeira oleaginosa, Petróleo, GLP, Óleo diesel, ou seja todos são.*

A₄. *Urânio, Cana de açúcar, Madeira, Oceano, Gás natural, Ondas marítimas, Animais, Petróleo, GLP, Óleo diesel, Carvão vegetal, Carvão mineral, Vento, Sol, Homem, Rios e cachoeiras, Pilhas, Querosene, Álcool, Óleo combustível, Acho que é só.*

A₅. *Urânio, Cana de açúcar, Madeira, Gás natural, Ondas marítimas, Gasolina, Petróleo, GLP, Óleo diesel, Carvão vegetal, Carvão mineral, Vento, Sol, Homem, Rios e cachoeiras, Pilhas, Querosene, Álcool, Óleo combustível,*

A₆. *Madeira, Oceano, Gás natural, Carvão vegetal,*

Vento, Sol, Rios e cachoeiras, Pilhas, Querosene, Álcool,

Óleo combustível, Acho que é isso.

A₇. *Gás natural, GLP, Carvão vegetal, Carvão mineral, Vento, Sol.*

A₈. *Urânio, Madeira, Oceano. Gás natural, Bagaço de cana, Florestas. Cereais, Ondas marítimas, Gasolina, Animais, Oleaginosas, Petróleo, GLP, Óleo diesel, Carvão vegetal, Carvão mineral, Vento, Sol, Marés, Rios e cachoeiras, Pilhas, Querosene, Álcool, Óleo combustível, Avião.*

A₉. *Urânio, Cana de açúcar, Madeira, Gás natural, Cereais, Gasolina, Animais, Petróleo, GLP, Óleo diesel, Carvão Vegetal, Carvão mineral, Vento, Sol, Homem, Rios e cachoeiras, Pilhas, Querosene, Álcool, Óleo combustível,*

A₁₀. *Urânio, Cana-de-açúcar, Madeira, Oceano, Gás natural, Carvão vegetal, Floresta, Ondas marítimas, Gasolina, Petróleo, GLP, Carvão mineral, Vento, Sol, Rios e cachoeiras, Pilhas, Álcool, Óleo combustível.*

A₁₁. *Urânio, Madeira, Oceano, Gás natural, Bagaço de cana, Ondas marítimas, Gasolina. Petróleo, GLP, Óleo diesel, Carvão vegetal, Carvão mineral, Vento, Sol,*

Homem, Rios e cachoeiras, Pilhas.

A₁₂. *Gás natural, Floresta, Gasolina. Carvão mineral, Sol.*

A₁₃. *Urânio, Açúcar, Cana-de-açúcar, Madeira, Oceano, Gás natural, Bagaço de cana, Floresta, Cereais, Ondas marítimas, Gasolina. Animais, Fruto da palmeira oleaginosa.*

Petróleo, GLP, Óleo diesel, Carvão vegetal, Carvão mineral, Vento, Sol, Marés, Homem, Rios e cachoeiras, Pilhas, Querosene, Álcool. Óleo combustível.

A₁₄. *Urânio, Madeira, Gás natural, Cereais, Gasolina. Petróleo, GLP, Óleo diesel, Carvão vegetal, Carvão mineral, Vento, Sol, Homem, Rios e cachoeiras, Pilhas, Querosene, Álcool, Óleo combustível, só.*

A₁₅. *Urânio, Açúcar, Cana-de-açúcar, Madeira, Oceano, Gás natural, Bagaço de cana, Cereais, Ondas marítimas, Gasolina. Animais, Fruto da palmeira oleaginosa, Petróleo, GLP, Óleo diesel, Carvão vegetal, Carvão mineral, Vento, Sol, Marés, Rios e cachoeiras, Pilhas, Querosene, Álcool, Óleo combustível.*

A₁₆. *Carvão mineral, Pilhas, Carvão vegetal, que mais,... GLP, Vento, Rios e cachoeiras, que mais,...eu não tenho certeza. Só citei o que tenho certeza.*

A₁₇. Urânio, Açúcar, Cana-de-açúcar, Madeira, GLP, Óleo diesel, Carvão vegetal, Carvão mineral, Vento, Sol, Marés, Pilhas, Querosene, Álcool.

A₁₈. Urânio, Cana-de-açúcar, Madeira, Oceano, Gás natural, Cereais, Bagaço de cana, Floresta, Ondas marítimas, Gasolina, Animais, Oleaginosa, Petróleo, GLP, Óleo diesel, Carvão vegetal e mineral, Vento, Sol, Marés, Rios e cachoeiras.

A₁₉. Urânio, Açúcar, Cana-de-açúcar, Madeira, Oceano, Gás natural, Cereais, Ondas marítimas, Gasolina. Animais, Petróleo, GLP, Óleo diesel, Carvão vegetal, Carvão mineral, Vento, Sol, Marés, Rios e cachoeiras, Pilhas, Querosene, Álcool, Óleo combustível.

A₂₀. Açúcar, Cana-de-açúcar, Madeira, Gás natural, Bagaço de cana, Floresta, Cereais, Vento, Rios e cachoeiras, Ondas marítimas, Marés, Gasolina. Animais, Fruto da palmeira oleaginosa, Petróleo, GLP, Óleo diesel, Carvão vegetal, Carvão mineral, Sol, Pilhas, Querosene, Álcool, Óleo combustível.

1.2. Você conhece outras fontes que não se encontram aqui representadas?

A₁. Puxa, todas estão aqui. Ou pelo menos, quase todas. Assim em curto prazo eu não saberia apontar outras.

A₂. O metano

A₃. não

A₄. Já conheci, ou seja, conheço mas agora não me lembro.

A₅. Não

A₆. Acho que sim, mas não me lembro.

A₇. Não estou lembrada.

A₈. Não

A₉. Tem bastante aqui. Acho que eu não conseguiria me lembrar.

A₁₀. Acho que não.

A₁₁. Não.

A₁₂. Acho que não

A₁₃. Eu não me lembro agora.

A₁₄. Ai, agora eu não me lembro.

A₁₅. Não. No momento não.

A₁₆. Não lembro agora.

A₁₇. Deixa eu pensar. Que eu me lembre, não.

A₁₈. Os alimentos em geral.

A₁₉. Os alimentos.

A₂₀. Não.

1.3. Você pode citar alguns exemplos ou situações em que se usa algum tipo de energia destas fontes?

A₁. OK. Bem, a gente usa energia em casa todo dia. A cana de açúcar, lógico que depois de um longo processo fornece o álcool

que a gente usa no carro como combustível para ele andar. A gente consegue energia elétrica através do urânio nas usinas. É nosso próprio trabalho, o homem. Enfim, é isso. A gente consegue energia elétrica também por causa dos rios.

A₂. Eletricidade da água. Eletricidade do carvão mineral. A pilha fornece energia elétrica. O álcool fornece calor, o carvão mineral e a madeira também. O urânio é usado nas usinas nucleares. Quase todos aqui né.

A₃. O óleo diesel, o álcool, o querosene para iluminar, para ascender fogo. Pilha para gerar energia. O petróleo como combustível. Rio para hidroeletricidade. Oceano também na geração de energia elétrica. Vento energia eólica. Urânio, energia atômica. Animais e homem para exercer força motriz. Fruto da palmeira fornece óleo combustível. O álcool é combustível

A₄. A queima do Gás. O uso do álcool que é um combustível que veio da cana de açúcar. Animais que podem ser usados para fornecer energia mecânica. Petróleo que é usado como combustível. A energia cinética dos rios e cachoeiras que é usada para gerar energia elétrica. A pilha também gera energia.

A₅. Gás Natural, querosene, petróleo, GLP, e madeira podem ser usados como combustíveis. Urânio é usado nas usinas nucleares. A gasolina é usada no

carro. O álcool para acender churrasqueira. Rios e cachoeiras e o vento são usados para produzirem energia elétrica. O sol fornece calor e luz.

A₆. A gente capta energia solar. O gás natural está sendo usado na cozinha, e o gás de cozinha o GLP é usado no cozimento dos alimentos. Os cereais a gente come porque o corpo precisa de energia. O óleo diesel é usado nos automóveis. A energia do vento pode ser captada para a geração de energia elétrica. As pilhas nos aparelhos elétricos. As cachoeiras são aproveitadas como em Itaipu.

A₇. O gás de cozinha para cozinhar. Óleo diesel serve para por nos carros. Gás natural também é usado na combustão.

A₈. Para produção de energia térmica. Para a produção de energia nas células que usam a energia do sol, como as pilhas que são usadas nas calculadoras. No uso doméstico e comercial, usa-se o gás natural. Transforma-se energia eólica em energia elétrica. A cana de açúcar é usada na produção do álcool que é também usado nos automóveis. Os animais que foram muito utilizados nos engenhos antigamente, e que ainda hoje são utilizados. O gás de cozinha nas residências. A energia das marés pode ser usada industrialmente para produção de energia térmica. No uso doméstico e comercial, usa-se o gás

natural, para a geração de energia térmica.

A₉. O animal, é usado, na exploração para serviços de agricultura no campo. O gás de cozinha para cozinhar os alimentos. O querosene. O álcool. O açúcar que fornece energia para o nosso corpo na forma de glicose.

A₁₀. Nos aquecedores, nos secadores usa-se energia elétrica na forma de energia térmica.

A₁₁. Rios e cachoeiras nas hidrelétricas para produção de energia elétrica. O urânio também é usado por emitir radiações.

A₁₂. O gás de cozinha no aquecimento de água no fogão à gás. O aquecimento da água da piscina se dá através do calor do sol.

A₁₃. O urânio nas usinas nucleares, o açúcar na nossa alimentação, o oceano e as ondas marítimas na força das águas. Gasolina nos carros. Os animais são usados mais no trabalho rural. Petróleo e seus derivados, a maioria são usados como combustíveis, nos carros, caminhões etc. Os cereais na nossa alimentação. Madeira e carvão são usados na queima como fonte de energia. O gás de cozinha no cozimento dos alimentos. O vento, energia eólica, o sol energia térmica, a pilha nos aparelhos elétricos. etc.

A₁₄. Sim. Os carros usam gasolina ou álcool. O gás de cozinha é utilizado em casa

e os cereais são usados na alimentação.

A₁₅. Energia solar na produção de energia elétrica e aquecimento de água. O urânio nas usinas nucleares e nas bombas atômicas para fins bélicos. O açúcar utilizado na alimentação. A cana de açúcar na produção de álcool e o bagaço de cana caldeiras como combustível. Os cereais na alimentação. Ondas e marés, na produção de energia elétrica nas usinas maremotrizes. Gasolina nos veículos em geral. Os animais na tração e movimentação de veículos e nos maquinários das moendas de cana. O querosene e o álcool como combustíveis. Os rios e cachoeiras para produção de energia elétrica. O vento nas usinas eólica para produção de energia elétrica.

A₁₆. Sim. A pilha para o funcionamento dos equipamentos elétricos. Os rios nas hidrelétricas. O sol para produção de energia e também fornece energia térmica, é usado pelas plantas para fazer em a fotossíntese.

A₁₇. O vento é usado para produção de energia elétrica. O sol também muitas vezes. Pilha para vários eletrodomésticos. Gás Natural para a locomoção de carros. Açúcar para o nosso organismo. Madeira para o fogo. Óleo combustível para os carros. Ondas marítimas para energia elétrica. O GLP para a cozinha. Etc.

A₁₈. São várias as situações. Quando se liga um interruptor e se usa energia elétrica estamos usando a energia vinda das hidrelétricas.

A₁₉. Sim. A gasolina, o álcool e o óleo diesel nos automóveis. Os cereais e o açúcar na alimentação. Os animais no serviço pesado. O vento na produção de energia elétrica.

A₂₀. Sim. O petróleo e seus derivados são usados como combustíveis. Os cereais e açúcar são usados na alimentação. Os animais são usados no serviço do campo. A pilha nos relógios, calculadoras, etc.

1.4. Você é capaz de identificar neste cenário, as fontes cuja energia para ser utilizada passa por um processo químico de conversão?

A₁. Cana de açúcar, Madeira, Gasolina, Animais, Oleaginosas, Petróleo, GLP, Óleo diesel, Carvão vegetal, Carvão mineral, Homem, Pilhas, Querosene, Álcool, Óleo combustível. Cana de açúcar, Madeira, Gasolina, Animais, Oleaginosas, Petróleo, GLP, Óleo diesel, Carvão vegetal, Carvão mineral, Homem, Pilhas, Querosene, Álcool, Óleo combustível.

A₂. Urânio, Cana de açúcar, Madeira, Bagaço de cana, Gasolina, Petróleo, Óleo diesel, Carvão mineral, Sol, Pilhas.

A₃. Urânio, Açúcar, Cana de açúcar, Madeira, Gás

natural, Bagaço de cana, Floresta, Gasolina, Fruto da palmeira oleaginosa, Petróleo, GLP, Óleo diesel, Carvão mineral, Pilhas, Querosene, Álcool, Óleo combustível.

A₄. Cana de açúcar e Madeira,

A₅. Cana de açúcar, Madeira, Gás natural, Gasolina, Animais, Petróleo, Óleo diesel, Carvão vegetal, Carvão mineral, Homem, Pilhas, Querosene, Álcool, Óleo combustível, avião.

A₆ Gás natural, Cereais, Gasolina. Petróleo, GLP, Pilhas, Álcool.

A₇. Cana-de-açúcar, Madeira, Carvão vegetal Carvão mineral.

A₈. Urânio, Cana de açúcar, Madeira, Bagaço de cana, Cereais, Gasolina, Fruto de palmeira Oleaginosa, Petróleo, GLP, Óleo diesel, Carvão vegetal, Carvão mineral, Pilhas, Querosene, Álcool, Óleo combustível, Avião

A₉. No Gás natural. Na gasolina e em todos os compostos que são usados como combustíveis que são os que pegam fogo.

A₁₀. Urânio, Cana-de-açúcar, Madeira, Gasolina. Petróleo, Óleo diesel, Pilhas, Álcool, Óleo combustível.

A₁₁. Açúcar, Cana-de-açúcar, Gás natural, Bagaço de cana, Cereais, oleaginosa, Pilhas.

A₁₂. Açúcar, Bagaço de cana, Carvão vegetal, Carvão mineral, Pilhas, Querosene, Álcool, Óleo combustível.

A₁₃. Açúcar, Cana-de-açúcar, Madeira, Bagaço de cana, Floresta, Cereais, Gasolina. Fruto da palmeira oleaginosa, Petróleo, GLP, Óleo diesel, Carvão vegetal, Carvão mineral, Pilhas, Querosene, Álcool, Óleo combustível.

A₁₄. Cana-de-açúcar, Madeira, Gás natural, Cereais, Gasolina, Animais, Petróleo, GLP, Óleo diesel, Carvão vegetal, Carvão mineral, Querosene, Álcool, Óleo combustível.

A₁₅. Urânio, Açúcar, Cana-de-açúcar, Madeira, Gás natural, Bagaço de cana, Cereais, Gasolina. Fruto da palmeira oleaginosa, Petróleo, GLP, Óleo diesel, Carvão vegetal, Carvão mineral, Pilhas, Querosene, Álcool, Óleo combustível.

A₁₆. Açúcar, Madeira, Gasolina, Petróleo, GLP, Óleo diesel, Carvão mineral, Pilhas, Querosene, Álcool, Óleo combustível.

A₁₇. Açúcar, Cana-de-açúcar, Oceano, Gás natural, Ondas marítimas, Gasolina. Óleo diesel, Pilhas, Álcool, Óleo combustível.

A₁₈. Açúcar, Cana de açúcar, Bagaço de cana, Cereais, Fruto das Oleaginosas, Pilha.

A₁₉. Urânio, Açúcar, Cana-de-açúcar, Madeira, Gasolina. Animais, Fruto da

palmeira oleaginosa, Petróleo, GLP, Óleo diesel, Carvão vegetal, Carvão mineral, Pilhas, Querosene, Álcool, Óleo combustível.

A₂₀. Açúcar, Cana-de-açúcar, Madeira, Gás natural, Bagaço de cana, Floresta, Cereais, Gasolina, Oleaginosa, Petróleo, GLP, Óleo diesel, Carvão vegetal, Carvão mineral, Sol, Pilhas, Querosene, Álcool, Óleo combustível.

1.5. E neste cenário você identifica alguma coisa que não seja fonte de energia? O que por exemplo?

A₁. *Sim Acho que o avião de carga.*

A₂. *avião, cereais, oceano, GLP.*

A₃. *Não.*

A₄. *O avião*

A₅. *Sim Urânio, açúcar, oceano*

A₆. *Sim. Acho que o avião.*

A₇. *Sim. O avião de carga.*

A₈. *Não.*

A₉. *O avião. O avião não é uma fonte de energia. Ele é usado para deslocamento. Serve como uma fonte de deslocamento.*

A₁₀. *Sim O avião de carga.*

A₁₁. *Sim O avião de carga.*

A₁₂. *Sim. O avião.*

A₁₃. *Sim. O avião.*

A₁₄. *Sim. O avião.*

A₁₅. *Sim. O avião.*

A₁₆. *Sim. O avião.*

A₁₇. *Sim. O avião de carga.*

A₁₈. *Sim. O avião de carga.*

A₁₉. *Sim. O avião de carga.*

A₂₀. *Sim. O avião de carga.*

1.6. Mas mesmo não sendo fonte, ele possui algum tipo ou forma de energia? Qual?

A₁. *Sem dúvida. Tem energia cinética quando ele está voando. Tem energia potencial no combustível e energia potencial gravitacional quando ele está no ar.*

A₂. *Eu acho que deve ter. Os cereais podem passar por uma transformação química e liberar energia. O avião, para voar, precisa de energia mecânica. Todos tem. No oceano tem a força das moléculas.*

A₃. *Sim. A energia dos elétrons dos átomos*

A₄. *Sim. A energia cinética*

A₅. *Sim. Por exemplo , o Açúcar e o Fruto da palmeira oleaginosa são alimentos.*

A₆. *Sim. Para ele levantar vôo ele precisa da energia do combustível.*

A₇. *Sim. Ele levanta vôo.*

A₈. *—*

A₉. *Ele tem o combustível. Sem o combustível ele no poderia voar.*

A₁₀. *Sim. A energia do combustível.*

A₁₁. *Sim. A própria energia mecânica que faz girar a turbina.*

A₁₂. *Sim. Bem, ela carrega o que vai gerar energia, mas ela não é uma fonte de energia.*

A₁₃. *Sim. Para ele levantar vôo ele vai precisar da energia do combustível.*

A₁₄. *Sim. Ele precisa de energia do combustível para voar.*

A₁₅. *Com certeza. Qual? R: A energia cinética no movimento dele e considero também a energia química das moléculas. Os combustíveis utilizado nele tem energia química para gerar energia cinética.*

A₁₆. *A energia cinética quando ele está em movimento.*

A₁₇. *Sim A energia da turbina e a energia do combustível.*

A₁₈. *Sim Ele precisa de energia para levantar vôo.*

A₁₉. *Sim A energia do combustível*

A₂₀. *Sim A energia do combustível.*

QUESTÃO N^o 2: Como os alunos concebem as fontes de energia fóssil?

2.1. O que você entende por fonte de energia fóssil?

A₁. Bem eu vou dar meu conceito. Por exemplo o petróleo é formado por restos de animais, decomposição, processos geológicos e a gente dá a esses compostos o nome de combustíveis fósseis.

A₂. São formadas pela decomposição. Dos minerais, sedimentos e animais também. Por exemplo, o petróleo é formado assim.

A₃. Todo tipo de energia extraída de substâncias que foram transformadas devido ao tempo.

A₄. Não entendo nada.

A₅. São aquelas formadas por carbono, oxigênio e hidrogênio.

A₆. É aquela que não tem mais como ser repostada. Estão no nosso meio já há muito tempo e não têm reposição. Ter até tem. Mas não em curto prazo. No nosso tempo não.

A₇. Seriam coisas que não podem ser fabricadas.

A₈. Esgotável. Não tem como ser repostada. Por exemplo, a água, espera-se que seja renovável, mas não só renovável, mas que possa ser repostada.

A₉. Alguma coisa que você extrai da natureza. Que nem a madeira você tira da terra, o petróleo que você tem que cavar para extrair da natureza.

A₁₀. Seriam coisas que são extraídas da terra.

A₁₁. Eu sei que eles são combustíveis que não são renováveis. Acho que eles provêm de reações antigas em que eles foram formados e que, se eles não forem utilizados corretamente eles produzem produtos que prejudicam o ambiente.

A₁₂. Por exemplo, o petróleo está no meio ambiente.

A₁₁₃. É, são as obtidas na natureza. Eu não sei como explicar. Eu sei dizer como por exemplo que o petróleo é fóssil.

A₁₄. Já ouvi falar, mas não me lembro

A₁₅. São todos os derivados de organismos que existiam no passado e sofreram determinados processos de transformações químicas e biológicas à grandes pressões e temperaturas devido a pressão das camadas sedimentares que sobre eles foram depositadas.

A₁₆. É obtida da natureza e não são produzidas pelo homem.

A₁₇. Seria extraído do solo.

A₁₈. Aquela que se obtém de substâncias que sofreram decomposição e se acumularam no subsolo.

A₁₉. Aquela que é extraído da terra. São formados pela decomposição dos substratos.

A₂₀. Aquela que se formou pela decomposição de compostos orgânicos.

2.2. No cenário I, você é capaz de assinalar (usando um F) todas as ilustrações que representam essas fontes?

A₁. Gás natural, gasolina, petróleo, óleo diesel, carvão mineral, pilha, querosene, álcool.

A₂. Madeira, gás natural, gasolina, petróleo, óleo diesel, carvão vegetal, carvão mineral, pilha, óleo combustível.

A₃. Gasolina, óleo diesel, carvão mineral, querosene, óleo combustível, avião de carga.

A₄. Sim. O petróleo e todos os seus derivados. O carvão vegetal e as florestas

A₅. Gás natural, gasolina, petróleo, GLP, óleo diesel, carvão mineral, óleo combustível.

A₆. Petróleo e seus derivados, Carvão mineral e Pilha.

A₇. Carvão vegetal, Carvão mineral...é melhor não me arriscar.

A₈. Gás natural, Gasolina, Petróleo, GLP, Óleo diesel, Carvão mineral, Querosene, Óleo combustível, Avião(estou considerando o combustível).

A₉. Urânio, Cana de açúcar, Madeiras, Floresta.

A₁₀. Petróleo, Carvão vegetal, Carvão mineral.

A₁₁. Petróleo e seus derivados e Carvão mineral.

A₁₂. *Petróleo e seus derivados e Carvão mineral.*

A₁₃. *Cana-de-açúcar, Madeira, Bagaço de cana, Floresta, Gasolina, Fruto da palmeira oleaginosa, Petróleo, GLP, Óleo diesel, Carvão vegetal, Querosene, Óleo combustível*

A₁₄. *Também não.*

A₁₅. *Gasolina, Petróleo, GLP, Óleo diesel, Querosene, Óleo combustível.*

A₁₆. *Gasolina, Petróleo, Carvão mineral e Óleo combustível.*

A₁₇. *Gás natural, Gasolina, Petróleo, GLP, Óleo diesel, Carvão vegetal, Carvão mineral, Querosene, Óleo combustível.*

A₁₈. *Gás natural, Gasolina, Petróleo, GLP, Óleo diesel, Carvão mineral, Querosene, Óleo combustível.*

A₁₉. *Gasolina, Petróleo, GLP, Óleo diesel, Querosene, Óleo combustível.*

A₂₀. *Petróleo e seus derivados, Carvão mineral.*

QUESTÃO Nº 3: Os alunos têm conhecimento das fontes de energia renovável?

3.1. Quando é que se diz que uma fonte de energia é renovável?

A₁. *E não sei. Talvez o urânio. Talvez ele depois de usado possa ser reaproveitado novamente. Talvez bombardeando seu*

núcleo. É quando ela pode ser utilizada sempre.

A₂. *É quando ela pode ser utilizada sempre.*

A₃. *Quando a matéria prima pode ser obtida novamente.*

A₄. *Que se pode renovar? Ela pode ser reutilizada.*

A₅. *É quando ela não acaba. Não gasta.*

A₆. *É quando ela é infinita. Por exemplo os rios e cachoeiras.*

A₇. *Por exemplo, antes eles consideravam a água como coisa renovável, como se não fosse acabar. Hoje sabe-se que ela pode acabar.*

A₈. *Quando usada de forma racional não vai faltar. Ela tem uma reposição. É como o caso do vento. Ele tem reposição.*

A₉. *Quando você extrai ela da Terra, da natureza, você pode plantar de novo, ou ela nasce sozinha novamente.*

A₁₀. *Pode ser obtida novamente, seja por plantação ou por reciclagem*

A₁₁. *Estão disponíveis e não prejudicam o ambiente.*

A₁₂. *É uma coisa que você pode utilizar por muitas vezes.*

A₁₃. *Não causam resíduos para a natureza.*

A₁₄. *Que ele pode ser usado novamente. Pode ser reaproveitado.*

A₁₅. *São todas as fontes que não se esgotam e geram resíduos que podem ser reaproveitados no próprio ambiente.*

A₁₆. *Quando pode ser reaproveitada e também pode ser produzida pelo homem.*

A₁₇. *Pelo nome dá a impressão que seja um combustível que sempre possa ser usado.*

A₁₈. *Que você sempre pode obter mais.*

A₁₉. *Aquela que pode ser reciclada ou fabricada pelo homem.*

A₂₀. *Pode ser produzida pelo homem, pode ser reciclada.*

3.2 Você é capaz de assinalar com um R, no cenário I, as ilustrações que no teu conceito representam fontes renováveis de energia?

A₁. *Urânio, animais, vento, Sol, marés, rios e cachoeiras.*

A₂. *Bagaço de cana. vento, Sol, marés.*

A₃. *Cana de açúcar, animais, fruto da palmeira oleaginosa, carvão vegetal, homem.*

A₄. *Cana de açúcar, madeira, bagaço de cana, cereais, animais, vento, Sol, rios e cachoeiras, álcool.*

A₅. *Ondas marítimas e o Sol.*

A₆. *Cana-de-açúcar, Vento, Sol e Rios e cachoeiras.*

A₇. *Cana-de-açúcar, Madeira, Floresta.*

A₈. *Urânio, Lâmpada, Cana de açúcar, Madeira, Oceano, Bagaço de cana, Florestas. Cereais, Ondas marítimas, Animais, Oleaginosas, Carvão vegetal, Vento, Sol, Marés. Homem. Rios e cachoeiras, Pilhas. Álcool.*

A₉. *Cana de açúcar, Madeiras, Floresta, Vento, Rios e cachoeiras.*

A₁₀. *Oceano, Gás natural, Ondas marítimas, Vento, Sol, Marés, Rios e cachoeiras.*

A₁₁. *O vento e o sol.*

A₁₂. *Pilhas. Não sei*

A₁₃. *Ondas marítimas, Vento, Sol, Marés, Rios e cachoeiras.*

A₁₄. *Homem, Rios e cachoeiras.*

A₁₅. *Ondas marítimas, Fruto da palmeira oleaginosa, Vento, Sol, Marés, Álcool.*

A₁₆. *Carvão vegetal e Álcool.*

A₁₇. *Oceano, Ondas marítimas, Vento, Sol, Marés.*

A₁₈. *Madeira, Floresta, Ondas marítimas, Animais, Fruto da palmeira oleaginosa, Carvão vegetal, Vento, Sol, Marés, Homem, Rios e cachoeiras, Álcool.*

A₁₉. *Açúcar, Cana-de-açúcar, Madeira, Fruto da palmeira oleaginosa, Vento, Rios e cachoeiras, Álcool*

A₂₀. *Açúcar, Madeira, Vento, Rios e cachoeiras, Álcool e o Sol.*

3.3. A que o autor se refere quando diz “Biomassa Tradicional”?

A₁. *Eu vou chutar. Talvez força humana. Sei lá, força viva.*

A₂. *São aquelas tipo madeira que eram usadas há tempo.*

A₃. *Suponho que ele se refere a cana de açúcar.*

A₄. *Não sei.*

A₅. *Alimento. Coisa orgânica que é usada como combustível naqueles biodigestores de onde sai um gás.*

A₆. *Nunca ouvi falar.*

A₇. *Não sei.*

A₈. *que aos combustíveis que eram mais usados antigamente e os animais*

A₉. *Não sei. Eu não tenho conhecimento. Pode até ser que eu já tenha ouvido falar, mas eu não me lembro. Não sei do que se trata.*

A₁₀. *Não sei.*

A₁₁. *Não sei.*

A₁₂. *Não sei.*

A₁₃. *Seria, deixa eu ver. Deixa eu ligar à palavra a coisa. Sei lá. Seria, digamos, do lixo?*

A₁₄. *Para mim seria algo biodegradável. Deixa eu ver se eu lembro. Seria..., animais..., alguma coisa assim*

A₁₅. *A um combustível obtido através de degradação biológica de resíduos orgânicos.*

A₁₆. *Não sei*

A₁₇. *Não faço a menor idéia. Talvez seja relacionado com a natureza.*

A₁₈. *Acho que aos compostos biológicos.*

A₁₉. *Nunca ouvi falar em Biomassa.*

A₂₀. *Não sei*

3.4. Você tem conhecimento ou já ouviu falar de alguma utilização de Biomassa como fonte de energia? Pode citar exemplos de combustíveis pertencentes a essa fonte?

A₁. *Bem no chute. Mas eu acho que o homem, os animais como o boi e o cavalo. Toda força tirada dos animais.*

A₂. *Sim. O carvão mineral, o carvão vegetal e o bagaço de cana.*

A₅. *Sim. O gás metano.*

A₃. *A cana de açúcar.*

A₄. *Não*

A₆. *Não.*

A₇. *Não.*

A₈. *Sim. O carvão e a lenha .*

A₉. *Não, eu nunca ouvi falar.*

A₁₀. *Não.*

A₁₁. Já. No paradidáticos. Mas não conheço nenhum.

A₁₂. Já ouvi falar, mas não lembro o que é.

A₁₃. Eu nunca ouvi falar.

A₁₄. Não.

A₁₅. Sim. O metano e o biogás.

A₁₆. Não.

A₁₇. Não. Mas acredito que se meu raciocínio estiver certo, o bagaço de cana e o carvão vegetal sejam combustíveis da Biomassa.

A₁₈. Todos os combustíveis orgânicos como gasolina, álcool, açúcar, petróleo, etc.

A₁₉. Não.

A₂₀. Também não.

QUESTÃO N^o 4: Qual a noção que os alunos têm sobre as formas e usos da energia?

4.1. Quando um motor deste tipo está em funcionamento, existe alguma manifestação de energia nas fases 1 e 2?

A₁. Não. Acho que não.

A₂. Sim. A energia interna que está aqui dentro. É que a energia interna do 1 é baixa e no 2 é alta porque ela está sob pressão.

A₃. Sim. Mecânica do movimento do pistão e da compressão dos gases acho que é potencial elástica.

A₄. Sim. A energia cinética no movimento do pistão e

na compressão do combustível...

A₅. Sim. Energia para mover o pistão que na 1 ele já está parado em baixo. Na 2 ele sobe. Energia cinética, mecânica...

A₆. Sim. No movimento do pistão.

A₇. Acho que sim. O pistão se move para baixo e para cima. Ele precisa de energia para fazer isso.

A₈. Cinética ou seja, do movimento, potencial, térmica e mecânica.

A₉. Sim: A energia mecânica, o motor tem que fazer alguma força ali para poder mexer aquele pistão.

A₁₀. Sim. Energia mecânica, cinética para mover o "virabrequim".

A₁₁. Sim. Energia mecânica do movimento do pistão.

A₁₂. Existe. A mistura da gasolina com o ar.

A₁₃. Sim. No movimento do pistão e a energia do combustível.

A₁₄. Sim. A energia motora responsável pelo movimento.

A₁₅. Sim. Há uma energia cinética do movimento do pistão e do movimento das moléculas do combustível. Há também o movimento da estrutura das moléculas.

A₁₆. Acho que sim. Ah., existe uma força que faz com que o motor se mova.

A₁₇. Não.

A₁₈. Sim. A energia do movimento e a energia do combustível.

A₁₉. Sim. A energia mecânica que faz com que a válvula fique pressionada para cima.

A₂₀. Sim. A energia do movimento do virabrequim e do pistão.

4.2. Considerando as quatro fases: você é capaz de identificar qual delas é a responsável para que todo o processo se (re)inicie? Você pode explicar?

A₁. Eu acho que é a 3. É porque quando houver a explosão, os gases vão expandir, vai haver liberação da energia do combustível, daí vai dar força para que todo o processo se reinicie. É daí que sai toda a força...

A₂. É a 3. Porque na hora que expande o gás fica disperso e na hora que o pistão voltar ele vai comprimir, e vai explodir

A₃. É a 3. Se não houver explosão, não haverá reação. É que a combustão ocorre aí.

A₄. É a 3. Porque há explosão que faz com que o pistão volte a posição inicial para recomeçar. Ah, porque é nesta fase que ocorre a combustão.

A₅. É a 3. Porque ali ocorre a explosão do combustível que pega fogo, daí tem a dilatação do ar

que faz com que o pistão desça.

A₆. Acho que é a 3. Porque se não houver a expansão não haverá movimento do pistão, e conseqüentemente as outras fases não acontecerão.

A₇. Acho que é a 1. Porque quando o pistão se move ele puxa a gasolina.

A₈. É a 3. A faísca é a responsável pela combustão, e com a expansão, o pistão desce. Depois ele sobe e expelle os gases, retorna a sua fase inicial e todo o processo se reinicia.

A₉. É a 1. Porque se não entrar combustível, se não entrar nada ali, as outras não podem ocorrer.

A₁₀. Acho que é a 3. Ocorre a combustão e a expansão dos gases proporciona o movimento do pistão

A₁₁. A 3 Com a expansão os gases exercem pressão que movimentam o pistão.

A₁₂. É a 3. Porque é nela que ocorre a reação que gera energia para todas as outras fases.

A₁₃. Porque se a faísca não for lançada não ocorre a explosão, a expansão dos gases e o movimento do pistão.

A₁₄. É a 3. Porque é aí que ocorre a reação química. Os gases se inflamam e se expandem. Quando eles se expandem eles empurram o pistão, empurrando o pistão, eles estão movimentando o pistão para

começar tudo de novo e com isso, dão seqüência ao ciclo.

A₁₅. É a 3. Devido a ignição, ocorre a explosão. O ciclo se completa devido a combustão e a expansão dos gases.

A₁₆. A 4ª será? Ah... é a 3. Porque se isso não acontecer o pistão não se movimentam.

A₁₇. É a 3. Porque é onde ocorre a faísca que é lançada e ocorre a reação química.

A₁₈. A fase 3. Por que é nesta fase que ocorre a faísca responsável pela ocorrência da reação química.

A₁₉. É a 3. A faísca vai dar início à reação O combustível quando queimado libera calor que vai impulsionar a válvula. Sem isso o motor não funciona.

A₂₀. É a 3. Porque é aqui que vai ocorrer a explosão que vai fazer o pistão descer e começar tudo de novo, depois que houver o escape dos gases.

4.3.E, quais as formas de energia que estão envolvidas nesta fase?

A₁. O calor que é liberado na combustão. Quando os gases se expandem o pistão se move, é a energia cinética.

A₂. A energia térmica, a energia mecânica de

empurrar o pistão. Acho que é isso

A₃. Cinética, potencial, química, térmica...

A₄. Mecânica, potencial, calorífica, Cinética.

A₅. Elétrica que faz com que ocorra a explosão e a energia do ar se expandindo

A₆. A motora e a da combustão.

A₇. A energia do movimento.

A₈. Térmica, que é o calor em movimento. Mecânica que é a energia dos movimentos. Elétrica e a energia do combustível.

A₉. Mecânica. Calorífica. Luminosa. Elétrica.

A₁₀. Energia mecânica e energia térmica

A₁₁. Energia cinética, energia química e calor.

A₁₂ Não sei.

A₁₃. Energia de ativação, calor e energia cinética.

A₁₄. Energia elétrica, térmica e cinética.

A₁₅. Energia elétrica, luminosa, térmica e cinética.

A₁₆. Energia térmica, cinética, potencial? Acho que não.

A₁₇. Energia do calor e energia cinética.

A₁₈. Energia elétrica e energia cinética e energia térmica.

A₁₉. Energia térmica e energia do impulso para empurrar a válvula.

A₂₀. Energia mecânica e calorífica.

4.4. Você pode descrever as situações em que elas podem ser percebidas?

A₁. O calor na combustão e a cinética no movimento do pistão.

A₂. A energia térmica porque está empurrando e está fazendo movimento.

A₃. O movimento do pistão ; aí implica a potencial. A energia química é pela reação de combustão. A térmica também é própria da reação de combustão.

A₄. A potencial é devido a compressão. O calor na hora da combustão e a cinética no movimento do pistão.

A₅. A elétrica é quando se dá a partida para ligar o motor; a cinética no movimento do carro.

A₆. A energia motora é devido a expansão dos gases e a do combustível é na explosão.

A₇. Não sei.

A₈. Eu acho que é nas situações que eu já falei para senhora. Nos movimentos, na parte elétrica.

A₉. O calor da explosão ocasionado pela faísca elétrica na forma de energia elétrica. A mecânica pelo movimento do pistão por causa da explosão.

A₁₀. Energia mecânica no movimento do pistão e energia térmica na combustão e expansão dos gases.

A₁₁. Energia cinética no movimento do pistão. A energia química é a energia do combustível que através da reação química, é transformada e liberada na forma de calor que causa a expansão dos gases, que causam o movimento do pistão.

A₁₂. Não sei.

A₁₃. A energia de ativação é na hora que a faísca é lançada. O calor é na hora da reação de combustão e a energia cinética é na hora do movimento de expansão dos gases e do movimento do pistão.

A₁₄. A energia elétrica é na hora que a faísca é lançada. A térmica é o calor da reação de combustão e a energia cinética é na hora do movimento do pistão.

A₁₅. Sim. A energia elétrica possibilita a ignição através da faísca. A luminosa é decorrente da faísca. A térmica possibilita a expansão dos gases e a cinética pelo movimento do pistão.

A₁₆. A energia térmica por causa da faísca. A cinética porque o pistão se move

A₁₇. Sim. A energia do calor na hora da combustão e a cinética pelo movimento do pistão.

A₁₈. Sim. A energia mecânica no movimento do pistão, a elétrica na faísca da vela e a energia térmica é liberada na combustão.

A₁₉. Sim. A energia do impulso é quando a válvula é pressionada para cima e a energia térmica é quando os gases se expandem.

A₂₀. Sim. A energia mecânica é percebida através do movimento do pistão e a energia calorífica quando ocorre a reação e a expansão dos gases.

QUESTÃO Nº 5: Como os alunos usam o conceito de energia?

5.1. Cite algumas situações do dia-a-dia em que você usa energia, ou observa/ percebe que ela está sendo usada.

A₁. Quando eu levanto da cama de manhã a energia está lá. Quando eu ascendo a luz do quarto a energia também está lá. Em tudo a energia está. Tudo. Quando eu pego o ônibus de manhã eu uso energia. Eu uso energia em tudo, absolutamente. A gente usa energia em casa todo o dia.

A₂. Sempre quando eu ligo alguma coisa. A energia mecânica. E também tem todos os tipos de energia,... a mecânica, tudo né.

A₃. Existe um monte de situações.

A energia do sol. Energia ao ascender um fogo. Energia da pilha. Energia elétrica. Energia dos objetos fosforescentes.

A₄. *Quando eu venho para cá, pelo fato de eu andar de ônibus, o veículo andando.*

A₅. *Eu sei que estou usando energia quando eu venho de bicicleta para escola. Do calor quando acendo um cigarro. Da luz, do sol, do som que eu escuto.*

A₆. *Só o fato de eu estar aqui falando com a senhora já estou usando energia. Ou a energia elétrica que está nos iluminando. Quando eu assisto TV. Quando eu corro. Etc.*

A₇. *Usar o microondas. Eu tomo banho de manhã e o chuveiro usa energia elétrica. Os eletrodomésticos.*

A₈. *Olha, durante as 24 horas do dia. Eu vejo a energia envolvida em tudo. Em todas as coisas que acontece. No meu caso, eu tenho condição de perceber que a energia está em tudo.*

A₉. *Na luz da lâmpada elétrica. Nos movimento de você andar, correr, andar de bicicleta, a energia que você está gastando é uma energia do metabolismo. A energia do sol também.*

A₁₀. *Eu uso a luz da lâmpada elétrica e faço movimentos.*

A₁₁. *Escutar música, tomar banho...*

A₁₂. *O dia todo. No computador, na televisão...*

A₁₃. *Para trabalhar, para levantar cedo eu preciso de muita energia. Eu não consigo citar uma só situação. Pois tudo que eu faço envolve energia. Eu atendo telefone, estou usando energia. Eu acendo a luz, estou usando energia. Eu ando, estou usando energia. Tudo que se faz, se usa energia. Para estudar, abrir uma porta...*

A₁₄. *Energia elétrica, energia térmica no fogão a gás, e no computador também se usa a energia.*

A₁₅. *Em todas as reações endotérmicas se usa energia. Nas reações exotérmicas não se usa a energia de forma direta, mas ela está envolvida. E no sentido físico eu percebo os vários usos da energia elétrica. Os usos da energia nos veículos.*

A₁₆. *Tem tanta coisa. A energia elétrica.*

A₁₇. *Quando eu pratico esporte, a minha energia. A energia elétrica que a gente usa todo dia.*

A₁₈. *Desde a hora que eu acordo eu uso energia. O despertador que toca, ao abrir a torneira, a energia elétrica.*

A₁₉. *Quando eu me alimento eu uso energia. Quando eu faço educação física eu uso energia. Para raciocinar eu uso energia. Eu uso a energia elétrica. Os carros usam energia, as fábricas, etc.*

A₂₀. *Em quase tudo. Quando eu como eu estou usando*

energia dos alimentos para o meu corpo. O carro usa energia da gasolina.

5.2. Por que você acha que é energia que está envolvida nessas situações. Você pode explicar?

A₁. *Para mover qualquer coisa eu preciso de energia. Ela tem que estar lá. Para mover os braços, escovar os dentes, pentear os cabelos. Se um carro está em movimento, tem que ter energia lá.*

A₂. *Porque tem movimento.*

A₃. *Porque todas essas coisas são formadas por átomos e sempre que muda a estrutura da matéria, os elétrons dos átomos se movimentam nas camadas e há troca de energia.*

A₄. *Não.*

A₅. *Porque é energia que faz mover, faz iluminar alguma coisa, faz funcionar.*

A₆. *Porque me falaram.*

A₇. *Porque sem energia ninguém e nenhuma coisa funciona. Eles precisam de energia.*

A₈. *Bem, no carro é a energia mecânica. A energia elétrica que está nesta lâmpada (apontou a lâmpada). A energia do meu próprio corpo, e até a própria gravidade.*

A₉. *Porque eu aprendi no colégio. Porque me falaram que isso era energia Ah, que essas coisas que a gente faz, é por causa da energia da*

comida que a gente come. É difícil explicar.

A₁₀. *Porque a luz é uma forma de energia e para realizar movimento também é preciso energia.*

A₁₁. *Porque a gente aprende.*

A₁₂. *Porque a gente estudou. E, porque nada funciona sem a energia.*

A₁₃. *Porque é ela que faz com que a gente faça essas coisas.*

A₁₄. *Porque a gente aprendeu.***A₁₅.** *Porque ela possibilita a realização de trabalho* **A₁₆.** *Ah, ela está tão presente em nossa vida.*

A₁₇. *Porque para fazer qualquer coisa, é preciso energia.*

A₁₈. *Porque é necessário energia para realizar trabalho.*

A₁₉. *Porque para que tudo funcione precisa ter uma fonte que o alimento.*

A₂₀. *Porque é a energia que nos possibilita realizar trabalho, e sem ela nada funciona.*

5.3. Você já observou/viu alguma coisa se transformando ou que se transformou por causa da energia? O que por exemplo?

A₁. *Sim. Eu acho que talvez um pedaço de papel que está queimando.*

A₂. *Água em eletricidade. Vento em eletricidade.*

Calor é energia térmica. O som é uma forma de energia. A queima do papel é uma forma de energia que está transformando o papel em outra coisa. Tudo né.

A₃. *Papel queimando. Sonrisal se dissolvendo. O combustível se transforma no motor do carro por causa da energia que proporcionou a reação química”. O desenvolvimento das plantas é por causa do sol. O desenvolvimento dos animais também é por causa do sol.*

A₄. *Acho que já. As formas de uma matéria se modificando por ação de uma força. Eu não sei explicar.*

A₅. *Talvez em alguma prática de química. Mas eu não me lembro.*

A₆. *Acho que no Laboratório de Química a gente viu alguma coisa envolvendo isso. Só que eu não me lembro.*

A₇. *Sim. , bastante coisa. A televisão por exemplo. A energia passa, transmite, vira imagem e vira calor.*

A₈. *No Laboratório de Química algumas transformações ocorria quando a gente misturava uma coisa com outra e daí mudava.*

A₉. *Sim. A própria força da água se transformando em energia elétrica nas usinas hidrelétricas.*

A₁₀. *Praticamente só em aula de laboratório de química aqui na escola. Mas na teoria existe muita coisa . Mas visualizar , observar, não. Ah, o papel sendo queimado. Ele vai assim pegando fogo e vai se transformando em cinzas.*

A₁₁. *Não.*

A₁₂. *Sim. O crescimento do pão que a minha mãe faz em casa.*

A₁₃. *Sim, a gente viu no laboratório de química, mas não me lembro.*

A₁₄. *Sim. A própria vida das pessoas.*

A₁₅. *Sim. Bastante coisa. A televisão por exemplo. A energia passa, transmite, vira imagem e vira calor.*

A₁₆. *Sim. É difícil citar um, porque a energia é responsável por todas as transformações que ocorrem.*

A₁₇. *Não.*

A₁₈. *Que eu me lembre não.*

A₁₉. *Sim. Ao ascender uma lâmpada, a energia elétrica se transforma em energia luminosa. Numa usina hidrelétrica a energia da água é transformada em energia elétrica. No carro a energia elétrica é transformada em energia mecânica.*

A₂₀. *Acho que não.*

QUESTÃO N^o 6: Que significados os alunos dão aos conceitos relacionados à energia?

6.1. Com apenas uma palavra, diga o que você entende por:

Conceitos Alunos	Alcanos	Octano	Biomassa	Vento	Combustíveis fósseis	Radiações
A ₁ .	Tabela periódica	Eu não sei	Homem	Energia eólica	Petróleo	Urânio
A ₂ .	Síntese	síntese	Natureza	Eólica	Sedimentação	Energia
A ₃ .	Ligação simples	8 carbonos	Vegetal	Ar	Petróleo	Átomos
A ₄ .	Química	Hidrocarbonetos	Combustível	Energia	Energia	Luz
A ₅ .	Química orgânica	8 carbonos	Lixo	Energia eólica	Petróleo	Urânio
A ₆ .	Química	8 carbonos	Complicado	Bom	Poluição	Perigoso
A ₇ .	Hidrocarbonetos	Hidrocarbonetos	-	Energia eólica	Carvão	Urânio
A ₈ .	Hidrocarbonetos	Hidrocarbonetos	terra	Energia eólica	Hidrocarbonetos	Energia nuclear
A ₉ .	Madeira	Petróleo	Não sei	Energia	Carvão Mineral	Urânio
A ₁₀ .	Hidrocarbonetos	Gasolina	Alimentos	Energia eólica	Petróleo	Raios α e β
A ₁₁ .	Álcool	8 carbonos	-	Movimento	Poluidores	Perigosos
A ₁₂ .	Composto químico	Compostos de carbono	-	Fonte de energia	Vêm do meio ambiente	Vêm do Sol
A ₁₃ .	Química orgânica	8 carbonos	Alguma coisa com natureza	Energia eólica	Não renováveis	Energia do futuro
A ₁₄ .	Tabela periódica	-	Produtos naturais. Biodegradáveis	Ventania	Petróleo	Ultravioleta
A ₁₅ .	Hidrocarbonetos	Gasolina	Resíduos biológicos	Energia eólica	Petróleo	Urânio
A ₁₆ .	Hidrocarbonetos	8 carbonos	-	Energia eólica	Petróleo	Urânio
A ₁₇ .				Energia eólica	Petróleo	Urânio
A ₁₈ .	Hidrocarbonetos	8 carbonos	Composto biológico	Energia eólica	Fonte de energia do planeta	Energia do futuro
A ₁₉ .	Hidrocarbonetos com ligações simples	Gasolina	Não sei	Energia eólica	Gasolina	Raios X
A ₂₀ .	Hidrocarbonetos	8 carbonos	Não sei	Energia eólica	Petróleo	Urânio

Conceitos Alunos	Entropia	Biodiesel	Hidrogênio	Etanol	Entalpia	Fotossíntese
A ₁ .	<i>Não sei</i>	<i>Não sei</i>	<i>Atmosfera</i>	<i>Isso é novo. Eu não sei.</i>	<i>Envolve reações. Mas eu não sei.</i>	<i>Flor</i>
A ₂ .	<i>Energia interna</i>	<i>Energia renovável</i>	<i>Ar</i>	<i>2 carbonos</i>	<i>Exotérmico/endotérmico</i>	<i>Clorofila</i>
A ₃ .	<i>Deterioração</i>	-	<i>1 átomo</i>	<i>Álcool</i>	-	<i>Geração de energia</i>
A ₄ .	<i>Calor</i>	<i>Combustível</i>	<i>Gás</i>	<i>Nada</i>	<i>Calor</i>	<i>Energia</i>
A ₅ .	-	-	<i>Sei lá</i>	<i>Álcool</i>	<i>Substância simples</i>	<i>Plantas</i>
A ₆ .	<i>Nunca ouvi falar</i>	<i>Nada</i>	<i>Tem muito na química</i>	<i>Não me lembro</i>	<i>Também não sei.</i>	<i>Planta</i>
A ₇ .	-	<i>Também não forma</i>	<i>Gás</i>	<i>Álcool</i>	-	<i>Luz</i>
A ₈ .	<i>Se transforma</i>	-	<i>Combustível</i>	<i>Ácidos</i>	<i>É um processo de reação</i>	<i>Renovação da atmosfera</i>
A ₉ .	<i>Não sei</i>	<i>Combustível</i>	<i>Ar. Massa gasosa.</i>	<i>Combustível.</i>	<i>É um processo de reação.</i>	<i>É o processo que as plantas possuem. Usam a clorofila durante o dia.</i>
A ₁₀ .	-	-	<i>Ar. H₂</i>	<i>Álcool</i>	<i>Cinética química.</i>	<i>Produção de glicose</i>
A ₁₁ .	-	<i>Combustível biológico</i>	<i>Essencial</i>	<i>Utilizado em casa</i>	<i>Calor</i>	<i>Produção de energia</i>
A ₁₂ .	-	<i>Alguma coisa com óleo diesel</i>	<i>Composto químico</i>	<i>Composto químico</i>	-	<i>Processo das plantas que usam o sol</i>
A ₁₃ .	<i>Não sei</i>	<i>Combustível que tem a ver com a natureza, com a vida. Bio=vida.</i>	<i>elétron e 1 próton</i>	<i>Álcool</i>	<i>Fósforo ascendendo</i>	<i>Plantas</i>
A ₁₄ .	<i>Calor</i>	<i>Gasolina</i>	<i>Ar</i>	<i>Fórmula química</i>	<i>Saída de calor</i>	<i>As plantas fazem</i>
A ₁₅ .	<i>Desordem</i>	<i>Óleo de soja de soja</i>	<i>Gás combustível</i>	<i>Álcool</i>	<i>Energia</i>	<i>Quebra através da luz</i>
A ₁₆ .	-	<i>Diesel orgânico</i>	<i>Gás</i>	<i>Álcool</i>	<i>Energia</i>	<i>Luz</i>
A ₁₇ .	-	<i>Óleo diesel</i>	-	<i>Álcool</i>	<i>Fogo</i>	<i>Energia</i>
A ₁₈ .	<i>Matéria do segundo ano</i>	<i>Combustível renovável</i>	<i>Atualmente uma forma de energia. Combustível</i>	<i>Álcool</i>	<i>Matéria do segundo ano</i>	<i>Forma de transformar energia solar em energia para as plantas</i>
A ₁₉ .	<i>Não sei</i>	<i>Alguma coisa com óleo diesel</i>	<i>Composto da tabela periódica</i>	<i>Tipo de álcool</i>	<i>Alguma coisa com temperatura</i>	<i>O que as plantas fazem</i>
A ₂₀ .	-	-	<i>Gás.</i>	<i>Álcool.</i>	-	<i>Das plantas</i>

QUESTÃO N^o 7: Como os alunos concebem a energia envolvida nos processos químicos químicos, enquanto transformação?

7.1. Você já observou uma carne sendo assada numa churrasqueira comum (a lenha ou carvão)?

A₁. Já; A₂. A₃...A₂₀. Sim.

7.2. O que é preciso fornecer a carne para que ela se transforme em churrasco?

A₁, A₂... A₉. Calor.

A₁₀ Fogo. Energia térmica.

A₁₁, A₁₂... A₁₅. Calor.

A₁₆. Energia.

A₁₁, A₁₂... A₂₀. Calor.

7.3. Como é que o calor é transferido do carvão para a carne?

A₁. Através da combustão do carvão ou da lenha, aquece a churrasqueira, aquece o ar e aquece a carne. Sei lá.

A₂. Pela agitação das moléculas, porque calor é energia em movimento. Ele sai do carvão e vai para a carne.

A₃. Vai sendo conduzido pelo ar.

A₄. Do fogo em contato com a carne. Não sei.

A₅. Ocorre um transporte de energia.

A₆. Através da convecção.

A₇. Pelo meio ambiente. O calor sobe.

A₈. Bem, o calor é energia térmica em movimento. É através da transformação do carvão ou da lenha ou seja, na própria reação química.

A₉. Conforme o carvão vai queimando, fica aquela brasa, assim ele emana

bastante calor que é a energia calorífica que sai e vai assando a carne.

A₁₀ Pelo ar aquecido.

A₁₁. Combustão?

A₁₂. Complicado

A₁₃. Pelo meio ambiente

A₁₄. Através do vapor.

A₁₅. Por irradiação.

A₁₆. Não sei.

A₁₇. Através do fogo.

A₁₈ Não sei.

A₁₉. Pelo aquecimento do ar da churrasqueira que tem um formato próprio para que o calor fique por ali e asse a carne.

A₂₀. O calor liberado pelas brasas chega até a carne através do ar.

7.4. Você é capaz de descrever as transformações que ocorrem neste processo para que a energia possa ser liberada?

A₁. Talvez o carvão ou a lenha tenha uma energia potencial. Daí quando ele pega fogo essa energia é transferida na forma de calor para a carne.

A₂. É que o oxigênio reage com o material do carvão, daí é só... Não. Eu não sei como explicar. Eu só sei que tem oxigênio e moléculas do carvão.

A₃. A queima do carvão é exotérmico. Os átomos do

carvão no fogo se dissociam e com a quebra das ligações libera energia

A₄. Não sei

A₅. Você tem de acender o fogo, de queimar o carvão... Não me lembro.

A₆. A brasa começa a esquentar o ambiente e a carne também vai se aquecer e assar.

A₇. Acho que não.

A₈. Na carbonização da madeira ocorre o desprendimento de calor.

A₉. Bom, primeiro o carvão, um pouco de álcool, uma energia de ativação, daí essas coisas vão queimando e liberando energia calorífica

A₁₀. Não

A₁₁ Reação entre o carvão e o oxigênio do ar, que vai produzir calor.

A₁₂. Através do aquecimento. Bem, eu não sei.

A₁₃. Bom, o carvão ta lá. A gente fornece a energia de ativação. Daí pá, ascende. Ocorre a reação com o oxigênio do ar. Forma os produtos gás carbônico (CO₂) e... com a queima há liberação de energia

A₁₄ Ocorre a reação de combustão do carvão com o oxigênio do ar, e com a queima gera vapor e o vapor vai assando a carne.

A₁₅. O carvão sofre o processo da combustão.

Há combinação com o oxigênio atmosférico e nessa combinação, os produtos mais complexos vão se transformar ou se converter em produtos mais simples. Com isso ocorre um aumento de entropia e vai haver liberação de energia na forma de calor.

A₁₆. Ocorre uma combustão

A₁₇. O carvão sofre combustão, e, a partir do momento que ele está queimando ele passa calor para a carne e ela assa.

A₁₈. O carvão quando queima libera energia que vai para a carne.

A₁₉. O carvão, reage com o oxigênio do ar, sofre uma transformação química através da queima e libera calor que chega até a carne através do ar aquecido.

A₂₀. Bom professora, você tem que produzir o fogo para fazer calor, mas depois você deixa as brasas. O calor desidrata a carne e ela fica com um aspecto rígido.

7.5. Você acha que toda energia contida no carvão/lenha, é transferida para a carne? Você pode explicar?

A₁. Não. Ela se dissipa.

A₂. Não. Tem energia que é dissipada. E tem umas que vai e outras que é dissipada na forma de luz e...

A₃. Não. Há uma perda de energia para os objetos que estão próximos.

A₄. Não. Além da carne, o ambiente também ganhou calor.

A₅. Não. É perdida no próprio ar. Não é totalmente absorvida pela carne.

A₆. Não. Um pouco se perde.

A₇. Acho que não. Porque se eu colocar outro pedaço de carne do lado daquela também vai assar. Então o calor não vai só para aquele pedaço.

A₈. Não. Porque senão não sobraria cinzas.

A₉. Não, porque você nunca consegue aproveitar 100% dessa energia calorífica do carvão. Sempre alguma coisa vai saindo dos lados, vai aquecendo a própria parede da churrasqueira. Dessa forma alguma coisa sempre vai sair assim para os lados.

A₁₀. Não. Eu não sei explicar

A₁₁. Não. É que muita é perdida.

A₁₂. Não. Uma parte é perdida para o ambiente.

A₁₃. Não. Com certeza uma parte é perdida.

A₁₄. Não. Porque um pouco é dissipado no ar, outro fica na cinza e na própria churrasqueira que fica aquecida.

A₁₅. Não. Uma parte é dissipada.

A₁₆. Não. Porque uma parte da energia é dissipada.

A₁₇. Não, alguma coisa é dissipada.

A₁₈. Não. Porque as paredes da churrasqueira e todo ambiente a sua volta também são aquecidos.

A₁₉. Não. Porque quando a gente se aproxima da churrasqueira a gente também sente calor. Isso significa que ela está sendo dissipado para o meio ambiente.

A₂₀. Não. Porque o churrasqueiro sente calor, a churrasqueira esquenta e se eu colocar a mão na churrasqueira ela queima. Isto prova que o calor foi para o meio ambiente.

QUESTÃO Nº 8: Como os alunos usam o conceito de energia para explicar um fenômeno químico?

8.1. O que acontece com um aparelho elétrico, movido à pilha se permanecer constantemente ligado?

A₁. Para de funcionar. Porque acaba a energia da pilha.

A₂. Vai acabar a pilha.

A₃. Ele vai se aquecer e também vai acabar a pilha.

A₄. Vai parar de funcionar. Vai acabar a energia. A energia da pilha acaba.

A₅. Vai acabar a pilha.

A₆. Vai acabar a pilha e o aparelho vai desligar.

A₇. Vai acabar a pilha.

A₈. Bom, vai depender do tipo da pilha. É que tem pilhas que duram mais. Se não me engano as pilhas de zinco está certo? Não, porque vai descarregar a pilha

A₉. Ele pode estragar. Danificar a parte elétrica. Vai estragar os componentes eletrônicos dele. A pilha também tem por dentro substâncias/componentes químicos que vai pifar, estragar.

A₁₀ Vai gastar a energia da pilha.

A₁₁. Vai acabar a pilha.

A₁₂. A energia da pilha vai se acabar.

A₁₃. Vai sendo usada a pilha né. Vai sendo descarregada e ela vai descarregar.

A₁₄. A pilha acaba

A₁₅. A pilha irá descarregar

A₁₆. Vai acumular calor, talvez a energia da pilha vai diminuir. Ele requer energia, e, a energia sendo limitada ela vai acabar e ele vai parar.

A₁₇. Vai chegar uma hora que ele acaba. Ele usa a energia da pilha e esta acaba.

A₁₈ Vai descarregar a pilha.

A₁₉. Vai acabar a pilha.

A₂₀. Vai acabar a pilha.

E o que você quer dizer com “acabar a pilha”?

A₁. É que terminam as reações lá dentro, e a energia da pilha que no caso do rádio estava se transformando em energia sonora para .

A₂. Porque tem sempre uma reação química dentro da pilha e na hora que acabar os reagentes a pilha vai deixar de funcionar.

A₃. O esgotamento das substâncias que reagem para liberar energia e formar o campo elétrico

A₄. É que os elétrons que estão circulando vão parar de percorrer o circuito. Porque eles estavam reservados na pilha. Eles formam uma corrente e vai acabar.

A₅. Que não tem mais capacidade dos elétrons saírem. Da pilha. Eles formam uma corrente e vai acabar.

A₆. A pilha tem uma quantidade de energia e o fato dela ser usada vai diminuindo até chegar uma hora que acaba.

A₇. Acaba a energia.

A₈. Que toda energia que ela podia fornecer foi consumida.

A₉. -

A₁₀. Acaba a energia contida na pilha.

A₁₁. A energia da pilha se esgota.

A₁₂. É que o que faz com que a energia da pilha seja liberada tem um tempo de vida limitado. Quando ele se acaba a pilha também acaba

A₁₃. É que na pilha ocorre um processo de óxido-redução e vai gastar todo zinco. Zinco? Bom acho que é. Daí vai acabar os reagentes ou um dos reagentes.

A₁₄. É quando os elétrons param de se movimentar dentro da pilha.

A₁₅ Porque na pilha ocorre reações que liberam energia e essas reações vão parar.

A₁₆. A pilha é uma reação química e chega uma hora que um dos componentes acaba. Aí a reação para.

A₁₇. É quando a energia que está sendo liberada na reação da pilha acaba.

A₁₈ É quando a energia que está sendo liberada na reação da pilha acaba.

A₁₉. Que as reações que ocorrem na pilha terminam.

A₂₀. Que acaba as reações que ocorrem na pilha e como a pilha não pode ser recarregada, não tem mais utilidade, a gente joga fora.