UNIVATES - CENTRO UNIVERSITÁRIO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES DOS ALUNOS SOBRE UM TEMA RELEVANTE PARA O ENSINO DE FÍSICA: O PETRÓLEO

Andréia Spessatto De Maman

Lajeado, junho de 2010

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

UNIVATES - CENTRO UNIVERSITÁRIO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES DOS ALUNOS SOBRE UM TEMA RELEVANTE PARA O ENSINO DE FÍSICA: O PETRÓLEO

Andréia Spessatto De Maman

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas da UNIVATES – Centro Universitário.

Orientador: Dr. João Batista Siqueira Harres

Lajeado, junho de 2010

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

DEDICATÓRIA

Para o Orientador: Professor João Batista Siqueira Harres.

A você, professor João, grande mestre que com tanta sabedoria soube sempre me ouvir desde as primeiras intenções deste trabalho, fazendo sempre com que minha simplicidade se sentisse grandiosa. Grande incentivador, pois suas perguntas sempre me colocavam a pensar e refletir novamente. E que em nossas conversas usou de todo seu conhecimento para mediar meu aprendizado.

O fruto deste trabalho é, com certeza, resultado de uma paixão em ensinar, que nasceu e cresceu dentro de mim ao ouvir tuas aulas e histórias, mostrando sempre que, acima de um professor, existe um ser humano e amigo. Você é um exemplo a ser seguido. Agradeço toda tua dedicação, atenção, compreensão, carinho e amizade consolidados nesta caminhada que se iniciou em março de 2001, na minha primeira aula de Física I como aluna do Curso de Licenciatura em Ciências Exatas da UNIVATES. Toda minha admiração e profundo desejo de grande sucesso.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho:

A Deus, ser maior e superior, que me dá forças para seguir trilhando sempre novos caminhos diferentes.

A meu marido André - o amor de minha vida - que me motivou, acreditou em mim e sempre esteve ao meu lado em todos os momentos. Obrigada pela permanente compreensão e incentivo.

A meus pais, Jatir e Otilia, pela vida e pela educação recebidos, e pelo incentivo que me deram em ir sempre em busca de meus sonhos.

A minha irmã, Mari, pelo exemplo de irmã mais velha.

A Escola Estadual de Ensino Médio Nova Bréscia, que oportunizou a realização deste trabalho.

Aos alunos que aceitaram este desafio, fonte de minha revigoração diária.

A todos os mestres que fizeram parte de minha caminhada, para que conseguisse chegar até aqui, o meu muito obrigada.

Minha profunda gratidão.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

UNIVATES

"*Cualquier situación novedosa puede iniciar una reelaboración de las ideas del individuo y dar lugar a construcción de conocimiento. En efecto, cuando el alumno se enfrenta a un problema intenta afrontarlo com las concepciones que tiene en ese momento. Si esas concepciones no le sirven para interpretar la situación ni para elaborar estrategias de actuación se darán las condiciones idóneas para iniciar un proceso de reestructuración, en el que posiblemente cambien sus ideas respecto de la temática presente en el problema*. "

García e García

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

RESUMO

Esta dissertação, desenvolvida no âmbito do Curso de Mestrado em Ensino de Ciências Exatas da UNIVATES, tem como objetivo identificar as concepções dos alunos do Ensino Médio de uma Escola Pública do Vale do Taquari sobre o tema energia. Além disso, discutir a dependência que se tem do petróleo e analisar como evoluem estas ideias em função da aplicação de uma Unidade Didática especificamente elaborada. A Unidade Didática, partindo de um questionário inicial individual de coleta de ideias sobre o tema, tem um caráter investigativo, centrando-se na análise, exploração e reflexão das ideias dos alunos sobre o tema abordado. A relação entre as ideias iniciais e as atividades propostas busca a reflexão sobre a matriz energética atual e a forte dependência de uma fonte não-renovável: o petróleo. Assim, a prática pedagógica investigada tem como princípio educativo a aprendizagem, a partir da reflexão e reconstrução das ideias iniciais dos alunos sobre o tema e as possíveis mudanças de postura diante do mesmo. A unidade foi aplicada em 26 alunos, estudantes da 2ª série do Ensino Médio. A metodologia de análise dos dados teve uma abordagem qualitativa. Os resultados mostram que o método de ensino adotado para a exploração das ideias dos alunos foi eficaz para acompanhar a evolução de suas ideias e ainda mostram que a maioria dos alunos desconhece nosso modelo energético atual.

PALAVRAS-CHAVE: Ideias dos alunos. Energia. Unidade Didática.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

ABSTRACT

This research aimed to identify and analyze the evolution of students' ideas about the uses of energy and its relation with the end of cheap oil. For this was prepared a teaching unit of investigative nature and centered on clarification and development of students' ideas about the oil dependency of our society on the evolution of consumption and the discovery of new reserves and about the ways we use energy in our day-to-day. The unit was applied to a group of twenty-six second graders students of a middle school. An individual questionnaire was administered at the beginning and end of the proposed activities, analyzing how these ideas evolved. The methodology of data analysis was a qualitative approach and was developed through a content analysis. This analysis took a chance with reference to progression of students' ideas on the subject and the results indicate the occurrence of a partial evolution of these ideas because most students seem not to have build a broader perspective of our energy model to the point of arguing for radical change in how we use energy today.

KEY WORDS: Students' idea. Energy. Teaching unit.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Consumo de energia Per Capita em função da época segundo Cook (1971).....14
Figura 2 – Gráfico referente ao gasto de energia de uma residência pesquisada.....46
Figura 3 – Gráfico referente ao custo de cada energia pesquisada em uma residência em função do consumo.....46
Figura 4 - Matriz Enérgica Mundial e da França em 2003.....47
Figura 5 - Gráfico do descobrimento em função da extração com uma linha de tendência.....50

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Atividades e metodologia da Unidade Didática.....42

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Destilação do Petróleo com seus diferentes subprodutos em função da temperatura 22
Tabela 2 – Análise sobre o que os estudantes associam à palavra energia. 54
Tabela 3 – Tipos de energia de maior custo nas residências apontadas antes da atividade 54
Tabela 4 – Tipos de energia de maior custo nas residências apontadas depois da atividade 54
Tabela 5 – Consumo de energia após atividade 55
Tabela 6 – Crença do fim do petróleo antes da Unidade Didática 56
Tabela 7 - Crença do fim do petróleo após a Unidade Didática 58
Tabela 8 – Frequências iniciais das concepções por nível de evolução. 61
Tabela 9 – Exemplos de evolução entre os níveis I e II após a aplicação da Unidade Didática (UD) 64
Tabela 10 – Exemplos de evolução entre os níveis II e III após a aplicação da Unidade Didática (UD) 65
Tabela 11 – Frequência e evolução das concepções dos sujeitos 65

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

SUMÁRIO

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....12

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....17
2.1 Energia e as ideias dos alunos sobre este tema 17
2.2 Petróleo como tema relevante para o ensino de Física 19
2.2.1 Formação do petróleo.....19
2.2.2 As primeiras utilizações.....20
2.2.3 Composição e destilação do Petróleo.....21
2.2.4 OPEP.....22
2.2.5 O petróleo e a sala de aula.....22
2.3 A importância de partir das ideias dos alunos.....24
2.4 Unidade Didática inovadora e modelo didático investigativo.....25
2.5 Dificuldade dos alunos quanto ao tema energia.....27
2.5.1 Primeira dificuldade: não acreditam e não percebem o perigo.....28
2.5.2 Segunda dificuldade: o otimismo tecnológico.....29
2.5.3Terceira dificuldade: a complexidade das noções envolvidas e as dificuldades de aprendizagem correspondentes.....29
2.6 Avaliação da evolução das ideias dos alunos.....32

3 METODOLOGIA.....34
3.1 Informações sobre a escola 34
3.2 Contexto investigado.....35

3.3 Proposta de ensino 36
3.4 Características metodológicas da pesquisa 39

4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA 41
4.1 Quadro geral das atividades do planejamento da aplicação da Unidade Didática 41
4.2 Descrição e análise geral do desenvolvimento da Unidade Didática 42
4.2.1 Primeiro encontro 42
4.2.2 Segundo encontro – Atividade 3 45
4.2.3 Terceiro encontro – Atividade 3 (continuação) 45
4.2.4 Quarto encontro – Atividade 3 (continuação) 45
4.2.5 Quinto encontro – Atividade 4 47
4.2.6 Sexto encontro – Atividade 5 49
4.2.7 Sétimo encontro – Atividade 6 51
4.2.8 Oitavo encontro – Atividade 7 51
4.2.9 Nono encontro – Atividade 7 (continuação) 52
4.2.10 Décimo encontro – Atividade 7 (continuação) 52
4.2.11 Décimo - primeiro encontro – Atividade 8 52
4.2.12 Décimo - segundo encontro – Atividade 8 (continuação) 52
4.2.13 Décimo - terceiro encontro – Atividade 9 e 10 53
4.3 Avaliação geral das respostas aos questionários inicial e final 53
4.4 Análise da Autoavaliação dos alunos 59

5 ANÁLISE DE DADOS 61

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS 69

REFERÊNCIAS 73

ANEXOS 76

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Ao iniciar a leitura deste texto você pode não ter se dado conta, mas os movimentos de seus músculos oculares requerem uma determinada quantidade de energia para se movimentar e fazer a leitura. Ao acender uma lâmpada que ilumina uma sala, ao usar água quente no banho, ao nos deslocarmos com um meio de transporte, ao brincar, correr e vibrar necessitamos de energia. Desta forma, em qualquer atividade que se realiza está-se *consumindo* energia. Energia esta que se obtém de diferentes fontes, como dos alimentos que ingerimos, das hidrelétricas, das termelétricas, do petróleo e seus derivados entre outras fontes.

Fontes diferentes geram formas de energia diferentes. Os alimentos fornecem uma energia química para o organismo; as hidrelétricas, as termelétricas e as nucleares fornecem energia elétrica que pode ser aproveitada sob a forma de energia térmica (no chuveiro, ferro-elétrico, aquecedores), energia elétrica (iluminação de ambientes) ou ainda como energia cinética (movimentação de um motor); derivados do petróleo como a gasolina, o gás de cozinha e o óleo diesel fornecem energia química que coloca em movimento os veículos automotores.

Observando-se tudo o que acontece ao nosso redor, ver-se-á que tudo só acontece porque se tem energia. Mas afinal o que é energia?

Energia, conforme Harres (1996) é um conceito que foi elaborado, ao longo do tempo, como algo que sempre se mantém constante durante as transformações.

Segundo Alvarenga e Maximo (2007, p. 292), “energia é um dos conceitos mais importantes da Física”, talvez o mais usado na linguagem cotidiana. Embora seja difícil de ser conceituada, a maioria dos livros didáticos elabora uma definição para energia associada à ideia de trabalho. A mesma pode ser transferida de um corpo para outro ou transformada de uma forma em outra, embora a energia total envolvida se mantenha sempre constante no universo.

Mas o estudo de energia, que vem sendo desenvolvido nas escolas, pouco envolve o modelo energético atual do País e do mundo - o que deveria ser observado com olhos mais atentos - pois através deste pode-se entender e compreender melhor os problemas que a humanidade já enfrentou e enfrenta atualmente.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais:

> A discussão de fontes e formas de transformação/produção de energia pode ser a oportunidade para compreender como o domínio dessas transformações está associado à trajetória histórica humana e quais os problemas com que hoje se depara a humanidade a esse respeito (Brasil, 1999, p. 234).

Se for analisada a quantidade de energia que o homem usava desde a idade do fogo até os dias atuais, poder-se-á perceber pela Figura 1, um grande crescimento da demanda da mesma. O homem incorporou em suas atividades de sobrevivência o transporte, o lazer, o conforto, a produção de alimentos, e tudo isso elevou o gasto de energia consumida por habitante.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

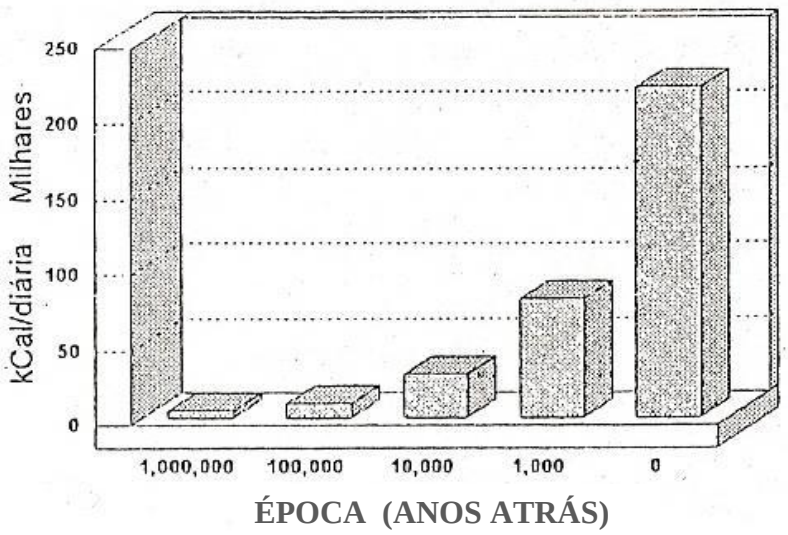


Figura 1 – Consumo de energia per capita em função da época segundo Cook (1971)

Fonte: Cook, 1971.

Esse aumento no gasto de energia está diretamente relacionado ao modo de vida atual. Por meio de alguns hábitos, os seres humanos tornam-se seres passivos e cômodos. Por exemplo, ao se precisar ir ao supermercado, não importa a distância se vai de carro. Deixam-se os aparelhos de ar condicionado ligados dias inteiros, muitas vezes sem necessidade. A quantidade de carros por família muitas vezes é maior do que o número de pessoas da mesma. Desperdiça-se água em banhos demorados, esquece-se de luzes ligadas... Enfim, não se consome de modo racional nossa energia. Gasta-se sem necessidade uma energia que, por não ser renovável, não se terá para sempre. Por estes e outros motivos é que o tema energia quando mencionado em sala de aula merece uma atenção especial.

Precisa-se repensar e mudar nossa matriz energética atual, porém a necessidade desta transformação raramente ou muito pouco é citada na escola. Pouco se sabe sobre o pensamento e a atitude das pessoas em relação ao modelo energético atual. Raras são as pessoas que estão conscientes de que o petróleo é nossa maior fonte de energia e que se é dependente dele para quase tudo o que se faz ao longo de um dia. Citam-se como exemplos: utilizar-se de um transporte a motor para se deslocar até a escola ou trabalho, dispor-se de energia elétrica em

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

casa, ter-se alimento disponível no supermercado, sem se contar a fabricação de roupas, calçados, produtos de limpeza, etc. Enfim, se é dependente direta ou indiretamente do petróleo para uma infinidade de coisas. Sendo assim, a visão de que se depende dessa fonte de energia deve começar a fazer parte dos currículos em salas de aula.

Após ingressar ao Curso de Mestrado, cursar a disciplina de Energia e Ambiente e de ter um contato mais próximo aos trabalhos desenvolvidos pelo professor Fernando Ballenilla da Universidade do Alicante (Espanha) sobre o assunto petróleo e sua participação na matriz energética atual, pôde-se perceber que este é um tema muito relevante e deve ser trabalhado nas escolas.

A situação atual de consumo e desenvolvimento do planeta induz-nos a pensar que os combustíveis fósseis são inesgotáveis, porque cada vez mais está-se aumentando o seu consumo. Podem-se citar exemplos como o óleo, o carvão e o gás natural. Estes combustíveis muito usados pela indústria, setor de transportes entre outros, representam em torno de 87% da matriz energética mundial (Boletim da AIE, 2002).

Sabe-se que o petróleo é uma fonte não-renovável de energia. Ele é formado pela sedimentação da decomposição de animais e vegetais em solo (rocha) específico, depois de passados milhões de anos. Estes formam um poço que varia muito em sua profundidade dependendo da sua localização. E como são poços, um dia eles acabam por *secar*.

Para Ballenila (2007), o petróleo em abundância e barato está com os anos contados. Conforme a teoria proposta inicialmente pelo geólogo King Hubbert (1971), uma vez consumida a metade do recurso, se alcança o pico de produção e, a partir deste momento, a produção decresce de forma inevitável e independente dos capitais investidos ou da tecnologia aplicada. Este comportamento foi verificado em muitos dos poços de regiões petrolíferas. Hubbert aplicou sua teoria na produção mundial, e depois de realizá-la com sucesso nos poços da Shell, estimou que o pico de produção do petróleo mundial ocorreria em torno do ano 2000.

Será mesmo que Hubbert estaria certo? E se nos próximos anos fosse necessário enfrentar uma escassez de petróleo, mudar modos de vida e matriz

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

energética, a população estaria preparada para tantas mudanças? Como a escola poderia preparar o aluno para uma possível crise energética mundial?

O estabelecimento de uma relação entre os diferentes tipos de energia disponível no planeta e a sua autossustentabilidade, no mundo atual, é um assunto muito atraente para ser discutido em sala de aula. A sala de aula é um local onde se deveriam abordar estes assuntos e relacionar fontes renováveis e não-renováveis de energia, em especial os combustíveis fósseis e sua possibilidade de sustentação em uma sociedade totalmente dependente.

Pensando nisso, e preocupados com a situação atual de consumo sem controle de combustíveis fósseis, esta investigação se propõe a:

Analisar como evoluem as concepções dos alunos do Ensino Médio de uma escola pública do Vale do Taquari sobre o tema energia e o uso do petróleo em função da aplicação de uma Unidade Didática especificamente elaborada para promover uma reflexão sobre a dependência dessa fonte e as alternativas possíveis acerca desse estudo.

Complementarmente, esta pesquisa se propôs a:

- elaborar um instrumento para ter acesso às ideias dos alunos sobre energia e o uso do petróleo;

- diagnosticar as concepções iniciais dos alunos e sobre o que pensam a respeito da situação atual do petróleo;

- promover discussão sobre as concepções dos alunos e se há possibilidades de se substituir a matriz energética atual;

- elaborar e testar uma metodologia investigativa sobre o tema energia, através de uma Unidade Didática;

- fazer uma reflexão sobre esta prática docente.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Energia e as ideias dos alunos sobre este tema

O tema energia para Hewitt (2006, p. 114), é o tema mais central de todos os conceitos da ciência, uma vez que “a combinação de energia com matéria forma o universo: matéria é substância, energia é o que move a substância.” Bunge (2000), *apud* Barbosa e Borges (2006), fazem uma análise do estatuto do conceito de energia, destacando que, da forma como normalmente se apresenta nos livros e como se ensina, ele é abstrato e pouco informativo.

Para García *et al*. (1999), o tema energia é um dos conteúdos mais trabalhados no âmbito da educação formal. Porém, o tratamento tradicional tem sido muito pouco útil para se mudar o pensamento e a conduta das pessoas em relação ao modelo energético predominante.

Quando as ideias dos alunos sobre energia são investigadas, surgem diferentes conceitos: os alunos consideram energia objetos animados e/ou um agente casual armazenado em certos objetos; associa à união de força e movimento, a combustíveis, a um fluido, a um ingrediente e/ou a um produto (Driver *et al*, 1999).

Solomon (1992) examinou as ideias dos alunos solicitando-lhes que escrevessem frases associando nelas a palavra energia. Nas respostas dos alunos, apareceram destacadas as atividades humanas, a saúde, o vigor, a respiração, os

alimentos e os combustíveis. Este autor encontrou também respostas relacionadas a máquinas em diversas classes de trabalho, com um aporte de energia a partir da eletricidade ou algum combustível. Ele salienta que aparece com frequência nas respostas dos alunos a ideia de que a “energia se gasta”. Segundo eles, as coisas param de se movimentar quando acaba a energia ou quando se consumiu todo o combustível.

Para Barbosa e Borges (2006), energia é considerada um dos conceitos mais difíceis de ser ensinado e aprendido, porque é usado em diferentes disciplinas escolares e enfatizado em diferentes aspectos. A ideia de energia também é muito utilizada na linguagem cotidiana e, muitas vezes, confundida com as ideias de força, movimento e potência.

Mas como salienta Harres (1996, p. 85), “energia em si não tem existência concreta”. O conceito surge em função da percepção que, ao longo do tempo, se mantém constante nas transformações que ocorrem na natureza. Além disso, sabe-se que energia não pode ser criada nem extinta, apenas transformada de uma forma em outra, ou transferida de um corpo para outro, fato este que firmou a grande utilização deste termo na ciência.

Em um mundo desenvolvido e globalizado, é importante segundo García *et al*. (1999), que o professor desenvolva atividades para aproximar o aluno ao tema energia, de uma maneira mais global e complexa. Tais atividades devem mostrar a importância do papel da energia em diferentes sociedades tanto no passado como no presente. Mostrar a dependência do homem ao modelo energético atual, analisar onde se usa energia em atividades cotidianas, investigar e analisar a má utilização da mesma no dia a dia e apontar em quê se pode contribuir para um uso de energia mais racional.

Professores e alunos devem conhecer o modelo energético local e global, e o quanto se é dependente de fontes não-renováveis de energia como o petróleo. Segundo García *et al*. (1999, p. 34), “a maioria dos alunos pensa que os recursos energéticos são inesgotáveis”. A vida em um mundo muito consumista e desprovido de carências parece indicar que nada tem fim.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

2.2 Petróleo como tema relevante para o ensino de Física

2.2.1 Formação do petróleo

Diversas teorias tentam explicar a origem do petróleo. Atualmente, a mais aceita entre os geólogos é a de que ele seja oriundo de substâncias de natureza orgânica. [1]

O planeta existe há aproximadamente 4 bilhões de anos. Ao longo desta história, placas se movimentaram formando montanhas e oceanos. No oceano, segundo Shah (2007), encontraram-se três espécies de criaturas marinhas: os corais que vivem fixos ao substrato, os peixes que nadam livremente e pequenos seres que flutuam na água. Estes últimos são responsáveis por cerca de 80% de toda matéria orgânica do oceano.

Os restos de plânctons e outros sedimentos podem formar, ao longo de um ano, uma camada de 0,1 milímetros de matéria orgânica no fundo do oceano. Porém, isso só acontece em alguns locais específicos, porque os restos de plânctons servem de alimento para peixes ou por que podem ser destruídos por bactérias. Em locais onde isso não ocorre, os sedimentos acumulados são enterrados no mínimo a dois quilômetros abaixo da superfície. Sob pressão e calor, por estar mais próximo ao centro da Terra, essa mistura é “cozida” por milhares de anos que, com o passar do tempo e em condições adequadas, podem se transformar em petróleo e gás ao longo de anos.

Para que o petróleo e o gás se formem, é necessário também que essa mistura tenha encontrado uma rocha adequada que sirva como reservatório. Rochas desse tipo são porosas e de origem arenosa ou calcária. Elas funcionam como uma esponja que absorve todo o líquido produzido.

Assim, a formação do petróleo envolve uma ampla e complexa sequência de eventos no decorrer de milhões de anos. Segundo Shah, (2007, p.20) “(...) estima-se

[1] Algo Sobre. Disponível em: <http://www.algosobre.com.br/quimica/petroleo.html> Acessado em: 21 out. 2009.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

que a Terra tenha gerado dois trilhões de barris de petróleo, em um trabalho que parece improvável, mas cuja escala é surpreendente.”

2.2.2 As primeiras utilizações

Com trilhões de litros desse óleo circulando abaixo da superfície, não é de se estranhar que em algum momento ele chegasse à superfície. Um dos lugares onde isso aconteceu foi entre a África e a Ásia, num vale fértil entre os rios Tigre e Eufrates.

O gás natural, por possuir maior pressão, chega à superfície por meio de fendas na Terra, e as pessoas ao escutar o barulho vindo do chão acreditavam serem vozes de deuses de mundos inferiores. Quanto ao óleo, eram encontradas piscinas do mesmo e acreditava-se que a forma que ele fazia ao ser colocado na água poderia predizer o futuro das pessoas. Também se encontrou óleo cru, mas o consideraram inútil (Shah, 2007).

De acordo com a Bíblia, o petróleo foi usado na Arca de Noé e na Torre de Babel (Gênesis – cap.6, V.14) como asfalto para a sua impermeabilização. Os egípcios também utilizavam o óleo para embalsamarem mortos e na construção de suas pirâmides como um elemento de liga.[2]

Persas e gregos utilizaram o óleo negro em lanças de chama, flechas e outros objetos contra os inimigos. No século VII d.C., o Império Bizantino produzia fogo a partir do petróleo fervido, fato que causava medo aos inimigos (Shah, 2007).

Mais recentemente, o primeiro poço de petróleo foi perfurado em 1859, quando Edwin L. Drake abriu um buraco com vinte e um metros de profundidade. O óleo era tão abundante que, em 1862, as perfurações conhecidas na Pensilvânia produziram três milhões de barris anualmente. Nesta mesma época, toda a Rússia se iluminou com suas lamparinas cheias de petróleo substituindo o então usado óleo de baleia. Até que em vinte e um de outubro de 1879 Thomas Edison descobriu a

[2] Algo Sobre. Disponível em: <http://www.algosobre.com.br/quimica/petroleo.html> Acessado em: 21 out. 2009.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

primeira lâmpada incandescente, fato este que mudaria o espaço do petróleo (Shah, 2007).

Foi então que em 1886, Karl Benz acoplou um motor abastecido por gasolina a um triciclo. Desenvolveu-se, então, o primeiro veículo automotor que poderia ser abastecido por gasolina. De lá para cá, aumentou cada vez mais a frota de veículos em todo o mundo. E a busca incansável por petróleo foi crescendo, à medida que se encontravam mais utilidades para aquele óleo denso e escuro, hoje essencial ao nosso modo de vida (Shah, 2007).

2.2.3 Composição e destilação do Petróleo

O petróleo é um líquido oleoso, insolúvel em água e menos denso do que ela, um composto orgânico formado por hidrocarbonetos (átomos de carbono e hidrogênio), sendo uns menos densos que outros e alguns contendo até setenta átomos de carbono.

A destilação fracionada é um processo de separação de misturas, no qual é utilizada a propriedade física do ponto de ebulição para a separação dos produtos. Usa-se este processo para se obter produtos do petróleo pelo fato do mesmo possuir moléculas de diferentes tamanhos; são, portanto de diferentes densidades e de pontos de ebulição diferentes. Numa destilação, é possível obter-se diferentes produtos como a gasolina, gás de cozinha, querosene, óleo diesel, asfalto entre outros, além das indústrias petroquímicas que produzem plásticos, medicamentos, maquilagem, roupas, entre muitos outros produtos derivados dessa fonte. A Tabela 1 apresenta os produtos obtidos a partir da destilação fracionada do petróleo.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Tabela 1 - Destilação do petróleo com seus diferentes subprodutos em função da temperatura

Ponto de Ebulição em °C	Quantidade de átomos de Carbonos na cadeia	Produto
20	1 a 4	GLP (Gás liquefeito de Petróleo)
120	5 a 10	Gasolina
170	10 a 16	Querosene
270	14 a 20	Diesel
340	20 a 50	Lubrificante
500	20 a 70	Óleo
600	Acima de 70	Asfalto

Fonte: Algo Sobre. Disponível em: <http://www.algosobre.com.br/quimica/petroleo.html> Acesso em: 21/10/2009.

2.2.4 OPEP

É assim que é conhecida a Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP). Ela surgiu em 14 de setembro de 1960 na Áustria, com o objetivo de controlar preço e produção dos países que exportavam petróleo, em virtude de que empresas compradoras, principalmente dos Estados Unidos e Inglaterra, exigirem preços cada vez mais baixos do produto.

Os países, membros da OPEP, possuem 78% das reservas mundiais, suprem 40% da produção mundial e 60% das exportações mundiais. Incluem-se, nesta lista, países como Angola, Argélia, Líbia, Nigéria, Venezuela, Equador, Arábia Saudita, Emirados Árabes Unidos, Irã, Iraque, Kuwait, Qatar. No Oriente Médio é onde estão concentradas as maiores reservas mundiais.[3]

2.2.5 O petróleo e a sala de aula

É inegável a importância do petróleo nos dias atuais, uma vez que é a principal fonte energética do mundo. Quando se analisa a matriz energética atual, surge uma realidade preocupante, pois segundo o Boletim da Agência Internacional

[3] Wikipédia. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Organização_dos_Paises_Exportadores_de_Petroleo> Acessado em: 21 out. 2009.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

de Energia de 2002, 94% da energia utilizada é proveniente de fontes de energia não-renováveis, ou seja, são fontes esgotáveis (como por exemplo: o petróleo e seus subprodutos, energia nuclear, termoelétricas movidas a carvão ou óleo, entre outras).

Quando se refere ao Brasil, essa situação muda um pouco: somos 55,6% dependentes de fontes não-renováveis[4]. Isso ocorre, principalmente, porque se dispõe de muitos rios, o que favorece a construção de centrais hidrelétricas.

Assim, nota-se que o mundo é totalmente dependente de uma fonte não-renovável de origem orgânica: o petróleo, o qual um dia poderá ter um fim. Segundo a teoria do Pico do Petróleo, proposta pelo geólogo King Hubbert, uma vez consumida a metade do recurso, se alcança o pico de produção. A partir deste momento, a produção decresce de forma inevitável e independente dos capitais investidos ou da tecnologia aplicada. Hubbert estimou o pico de produção do petróleo mundial em torno do ano 2000 (García *et al*., 2007). E se Hubbert estiver certo, estar-se-ia preparado para uma situação de crise energética? E como se pode "preparar" os estudantes? Muitas escolas e professores ainda não perceberam a importância disso.

Para García *et al*. (1999), no contexto mais amplo da energia, há três conteúdos básicos que deveriam ser desenvolvidos na escola. O primeiro seria a economia de energia e a sua relação com o modelo de desenvolvimento socioeconômico. O segundo seria o esgotamento dos combustíveis fósseis. Deste modo, os alunos poderiam analisar o sistema socioeconômico e questionar o modo de vida atual. Está-se tão imerso no modelo de desenvolvimento atual que custa muito criticar e pensar em modelos alternativos (García *et al*., 1999). De fato, pensa-se que isso não é um problema para o ser humano e acredita-se que a ciência e a tecnologia podem resolver qualquer problema.

Outro conteúdo relevante, ainda para García *et al*. (1999), é a diversificação das fontes de energia e as energias alternativas. É importante trabalhar com os

[4] Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacaoes/boletimenergia/documentos/boletimenergia019.htm> Acessado em: 21 out. 2009.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

alunos os recursos energéticos e a difícil substituição dos combustíveis fósseis por outra fonte energética, de modo a orientar uma mudança no sistema socioeconômico com uma maior diversidade de fontes e um menor uso de energia.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

2.3 A importância de partir das ideias dos alunos

Um dos avanços mais significativos nas últimas décadas da educação é o consenso de que as ideias dos alunos influenciam na aprendizagem dos mesmos (Harres *et al*., 2005). Portanto, partir daquilo que o aluno já sabe é essencial para que aconteça a aprendizagem.

Para a coleta e exploração da ideias iniciais dos alunos, pode-se utilizar diferentes técnicas, como perguntas abertas, entrevistas, registros verbais entre outros (Cubero, 2000). As ideias prévias dos alunos podem ser explicitadas através do questionamento verbal do professor, da observação durante as atividades ou ainda através de um questionário aplicado aos alunos antes de uma atividade. O questionamento individual pode ser complementado em pequenos grupos, através de uma entrevista entre professor e aluno (González *et al*., 1999). É importante que nos questionários sempre se peça ao aluno o porquê de sua resposta e que justifique suas razões. Além disso, são precisamente estas explicações as que mais informações oferecem sobre suas concepções (Cubero, 2000).

Para esta pesquisa, elaborou-se um questionário de perguntas abertas. Segundo Cubero (2000), este tipo de questionário é o mais adequado para explorar representações gerais que o aluno possui. O momento apropriado para se explicitar as ideias dos alunos é quando se expõe o problema a ser trabalhado, seja ele trazido pelo aluno, pelo professor ou ainda formulado em conjunto na hora da atividade. Nesta ocasião, as ideias surgem de modo espontâneo e é o tempo especial para se fazer coleta de dados e formular opiniões (González *et al*., 1999).

A observação também é uma técnica de que o professor pode se utilizar de maneira espontânea. Trata-se, neste caso, de uma maneira mais sistemática no agir do professor (Cubero, 2000). Uma vez que o aluno explicita suas ideias, potenciar-se-á que se expresse e debata suas concepções com o grupo. A discussão com os

colegas permitir-lhes-á aprofundar e analisar suas próprias ideias, pois terão que justificar-se, defender-se e, por outro lado, confrontar pontos de vista de outros colegas que poderão ser distintos do seu (Cubero, 2000).

Uma ferramenta útil nesse processo consiste em que o aluno reconstrua, com a ajuda do professor, um acompanhamento desde suas ideias originais, quando começou a trabalhar o tema até o momento atual. Facilita-se a tomada de consciência e a reflexão sobre sua própria aprendizagem (Cubero, 2000).

2.4 Unidade Didática inovadora e modelo didático investigativo

Os educadores, muita vezes, questionam-se "o que ensinar e como ensinar." A Física, nos livros didáticos, nem sempre é a mais compreensível e adequada. Precisa-se enfrentar situações da realidade e sanar as dúvidas dos estudantes.

Nesse sentido, nos PCNs encontra-se que:

> É preciso rediscutir qual Física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e de uma formação para a cidadania mais adequada. Não existem soluções simples ou únicas, nem receitas prontas que garantem o sucesso. Essa é a questão a ser enfrentada pelos educadores de cada escola, de cada realidade social, procurando responder os desejos e esperanças de todos os participantes do processo educativo, através de uma proposta pedagógica clara (Brasil, 1999, p.230).

Pensando nisso, elaborou-se uma Unidade Didática voltada para os alunos, que serão o centro de todo o processo educativo. Para González *et al*. (1999), uma Unidade Didática é como um conjunto de ideias, uma hipótese de trabalho, que inclui não só conteúdos da disciplina, mas os recursos necessários para o trabalho diário e as metas de aprendizagem, além das estratégias que ordenem e regulem a prática de diversos conteúdos de aprendizagem.

No primeiro momento da elaboração da unidade, interessa atender-se a dois objetivos aos quais, para Cubero (2000), são básicos:

- que o professor explore as concepções que partem de seus alunos;

- que os alunos explicitem e tenham presente suas próprias ideias.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Assim, o papel do professor nesta Unidade Didática, conforme González *et al*.,(1999), é apenas o de conduzir a aprendizagem, orientando e facilitando o avanço de seus alunos.

Em uma Unidade Didática em que se consideram as ideias dos alunos, são elas as determinantes da sequência das atividades propostas e que serão postas em questionamento e reelaboradas (González *et al*., 1999).

Já em um modelo didático investigativo, o processo de construção do conhecimento se articula como um todo ao processo de ensino-aprendizagem do aluno. Sem dúvida, o seu uso implica no envolvimento de aspectos procedimentais e nas estratégias de atuação com o aspecto conceitual, tanto no planejamento do problema como no processo de resolução. Estes estão vinculados aos conteúdos da disciplina e às experiências a que o problema se refere (García e García, 1999).

Uma proposta didática investigativa requer uma formulação aberta e flexível dos objetivos e conteúdos, uma vez que a construção do conhecimento não é linear, mas um processo de reorganização contínua. Ao mesmo tempo em que cada conceito é aprofundado, novos conhecimentos, cada vez mais amplos e complexos são construídos (García e García, 1999).

Quando se refere às atividades, García e García, (1999), destacam três momentos da metodologia investigativa:

- atividades que se referem à busca, reconhecimento, seleção e formulação do problema;

- atividades que possibilitem uma resolução de um problema mediante a interação das concepções dos alunos, postas em argumento com o problema e com as manifestações novas procedentes de outras fontes;

- atividades que facilitem a recapitulação do trabalho realizado, a elaboração de conclusões e a expressão dos resultados obtidos.

González *et al*. (1999), citam que, para o desenvolvimento de uma metodologia investigativa, é necessário que o aluno seja protagonista de sua aprendizagem. Isso significa assumir a perspectiva de que tudo o que ocorre no

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

processo de ensino-aprendizagem deve adequar-se ao processo de construção de conhecimento do aluno. O aluno enquanto protagonista é responsável pela sua aprendizagem.

Segundo ainda os mesmo autores, para que a aprendizagem seja realmente significativa para o aluno são necessárias algumas condições:

i) que o conteúdo possa ser integrado com as redes de significados construídas pelo aluno;

ii) que as atitudes dele sejam favoráveis para aprender significativamente;

iii) que exista uma intencionalidade em buscar e estabelecer relações de forma múltipla e variada entre as novas informações que estão chegando e os conhecimentos já construídos.

A metodologia baseada na investigação é uma opção adequada para tratar de problemas relacionados à energia. Para García *et al*., (1999), os problemas propostos devem ser considerados problemas mais escolares do que científicos, conter um caráter social e envolver os alunos em suas tarefas.

Quer-se formar pessoas críticas e autônomas num processo criativo de negociações de significados e construção em conjunto. A reflexão supõe uma reorganização de ideias, que ao final, devem ser explicitadas e contrastadas com as ideias iniciais (García *et al*., 2007).

Ao final, como conclusão de um processo investigativo, o aluno deve realizar uma reflexão sobre seu próprio processo de aprendizagem, analisar a forma com que foi mudando suas concepções, valorizar a eficácia das distintas estratégias utilizadas na resolução de problemas, formas que vão desenvolvendo sua própria capacidade de “aprender a aprender” (González *et al*., 1999, p.53).

2.5 Dificuldade dos alunos quanto ao tema energia

Como o objetivo deste trabalho é de analisar como evoluíram as ideias dos alunos sobre o tema energia, buscou-se fundamentação em García (2008), o qual,

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

além de discutir este tema, propõe situações que se refletem sobre o modelo energético atual, o que demonstra ser uma das propostas de reflexão.

Para García (2008), quando os alunos são desafiados a escolher um tema para trabalhar ao longo de um período, dificilmente escolhem a temática energia. E quando são forçados a desenvolvê-la, tratam da questão energética, mas não tomam consciência do problema que há em torno dela.

Este autor diz ainda que os alunos apresentam uma grande resistência a mudanças de atitudes diante do modelo energético atual, e aponta algumas dessas dificuldades de aprendizagem sobre o tema.

2.5.1 Primeira dificuldade: não acreditam e não percebem o perigo

Uma característica deste pensamento simplificado é a incapacidade de superar o antropocentrismo e o reducionismo. Esta forma de pensamento é predominante nos estudantes quando se deparam com tarefas que determinam seu posicionamento diante do problema energético.

Eles não acreditam realmente no que lhes é dito. Não admitem os dados apontados, não mudam sua percepção. Isso tem a ver com uma característica do pensamento simplificado, no qual a rejeição de evidências empíricas favorece a hipótese de partida. Rejeição que se deve a uma resistência em questionar um sistema de concepções sobre energia e bem-estar fortemente consolidados ao longo de um processo de socialização de culturas dominantes.

> O aluno não vê contradição entre manter uma determinada teoria e considerar dados empíricos que a refutam. E no caso da energia, em especial o petróleo, a hipótese predominante é de que é um recurso inesgotável, que vai unido a um modelo socioeconômico consumista baseado em um crescimento ilimitado e em um aumento do bem estar social (García, 2008, p. 1).

E por mais que se apontem dados contrários a este modelo, o aluno até o considera, mas não “compreende” os argumentos, por isso ele não questiona a teoria de consumo e bem-estar social.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

2.5.2 Segunda dificuldade: o otimismo tecnológico

Outra dificuldade apontada por García (2008) é a de que na cultura dominante não se ensina pensar de maneira complexa. No caso do sistema socioambiental predominante, o controle da situação está “nas mãos” de poucos. As pessoas são sempre dependentes de algo ou alguém. Em geral, são incapazes de controlar seu próprio mundo, sendo pouco autônomos. Desde pequenas, as crianças são socializadas com a ideia de que as decisões mais importantes são feitas por técnicos ou políticos, por exemplo. Enfim, somos educados como usuários e consumidores e não como cuidadores participativos e responsáveis.

> Com este panorama se entende porque nossos estudantes confiam na capacidade do sistema para solucionar os problemas do futuro. Eles confiam numa solução tecnológica, sobretudo quando as concepções que se tem sobre as noções científicas e tecnológicas implicadas são muito simples (GARCÍA, 2008, p. 2).

Os problemas, quando apresentados, o são de maneira simplificada, parcelada, o que dificulta uma visão ampla do que está acontecendo. Sobretudo se ignora a complexidade dos problemas, e também não estão claros os conflitos de interesses associados aos mesmos.

2.5.3 Terceira dificuldade: a complexidade das noções envolvidas e as dificuldades de aprendizagem correspondentes

Para García (2008), em uma escala de menor para maior complexidade, o nível de formulação dos conteúdos apresentados aos alunos é muito baixo. Não se consideram as dificuldades de aprendizagem associadas às ideias que os alunos têm sobre a questão energética e sobre outros aspectos. Estas dificuldades impedem a argumentação, mantêm a rejeição aos dados apontados e resistem o questionar a forma de ver o mundo.

Ainda no mesmo trabalho, García (2008), aponta para algumas dessas dificuldades apresentadas pelos estudantes:

a) Quanto à energia como funcionamento de nosso planeta:

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

- conceito de energia: para os alunos é difícil de compreender energia como uma propriedade dos sistemas e que tem a ver com os processos de mudança que ocorre nos mesmos. Uma dificuldade de aprendizagem muito frequente é a incompreensão da “energia interna” dos sistemas.

- conservação e degradação de energia: a dificuldade dos alunos está em se distinguir conservação de degradação. Quando a energia se transfere ela perde “qualidade”, se degrada, no sentido que é menos útil para manter a organização do sistema. Entretanto, a quantidade de energia que rege o planeta é sempre a mesma.

- transferência de energia: o problema fundamental está em entender que as transferências são as degradações de energia. Os alunos deveriam entender que à medida que se passa de fontes de energia primárias para outras fontes secundárias está-se tendo degradação e perdas de energia.

- tipos de energia: é importante que o aluno saiba distinguir fontes primárias de energia de outras fontes. Ao analisar diferentes formas de energia encontra-se maior dificuldade com a energia química. Portanto, convém se analisar combustões e processos biológicos na alimentação. No caso de energia térmica faz-se necessário que se compreendam conceitos de calor e temperatura desde a transferência interna entre os sistemas.

- fluxo de energia e ciclos da matéria na biosfera: a compreensão de problemas associados ao modelo energético atual requer um conhecimento do que ocorre a um nível macro. Ainda que se trate de noções muito complexas ter-se-ia que iniciar com os alunos questões como: o nicho ecológico da espécie humana, os processos energéticos básicos dos seres vivos e a organização trófica de um ecossistema.

b) Como usamos a energia:

- consumo de energia: deve-se distinguir entre a energia que se precisa para se manter vivo e a energia que se utiliza para outras funções. Cita-se, por exemplo a energia química dos combustíveis para um carro, a energia cinética do movimento de um motor e a energia luminosa para a iluminação de um ambiente, entre outros.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

- diferentes usos da energia: os alunos conhecem muito bem muitos usos habituais de energia, mas desconhecem a dependência energética em atividades como a agricultura, por exemplo. É importante conhecer as fontes primárias, e que todo esse processo está associado a um sistema de modelo de desenvolvimento econômico e social.

- produção, transporte, distribuição e uso de diferentes tipos de energia: frequentemente os alunos sabem sobre o uso da energia, mas pouco sabe sobre sua relação com o conjunto do planeta. No caso da energia elétrica, por exemplo, pouco se conhece sobre os processos de obtenção, transporte e distribuição.

c) Energia e movimento: por sua relevância, convém analisar o gasto energético em transportes, e também as relações entre mobilidade, organização urbana, modos de vida e o esgotamento dos combustíveis fósseis.

d) Que consequências têm o atual modelo energético? Ter-se-ia que mudá-lo? Como?

Para García (2008), são muitos os conteúdos que se pode trabalhar em relação ao modelo energético e a necessária mudança do modelo socioeconômico.

Como primeiro assunto, ele cita a economia de energia e se é possível manter o atual modelo de desenvolvimento socioeconômico. García considera este um tema difícil, pois trata de conservação e degradação já mencionados anteriormente, além da ideia de insuficiência energética e sobretudo da dificuldade de rejeitar nosso estilo de vida associado à ideia de desperdício e economia de energia. Os alunos têm dificuldade de questionar sua forma de vida. Imersos em um sistema muito lhes custa pensar em um sistema de modelos alternativos para a energia, mesmo que admitam as consequências negativas do modelo atual. Em geral, acaba-se adotando uma postura fatalista, insolidária e de otimismo na tecnologia.

Como segundo grupo de conteúdos, García (2008), aponta que ter-se-ia que trabalhar com o esgotamento dos combustíveis fósseis, já que a maioria dos alunos pensa ser um recurso inesgotável. Vive-se em um mundo consumista e de desperdícios que se pensa que os recursos são ilimitados. O caso dos combustíveis

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

fósseis é paradigmático e constitui-se num bom exemplo de ser trabalhado em sala de aula, dada a atualidade do tema. Esta atualidade relaciona-se, segundo García (2008), à teoria do *Peak Oil,* do geofísico King Hubbert.

Num terceiro grupo de conteúdos, trabalha-se com o decrescimento das fontes e as fontes alternativas de energia. Conforme García (2008), os alunos sabem pouco sobre o tema. Dever-se-á tratar da ideia da difícil substituição dos combustíveis fósseis por outras fontes de energia, o que levará a uma nova necessidade de mudança no sistema socioeconômico; haverá então um decrescimento, com uma maior diversidade de fontes energéticas e um menor uso de energia.

> Quando falamos de renováveis, como dependem de um fluxo contínuo de radiação procedente do sol, ou da radiação térmica da Terra e do campo gravitacional, tendemos a pensar que seu desenvolvimento só depende de nossa vontade para utilizá-las (GARCÍA, 2008, p. 6).

Um quarto grupo de conteúdos relaciona-se com as consequências do atual modelo energético, sobretudo com a contaminação e o efeito estufa.

Num quinto grupo inclui-se a evolução histórica do uso da energia e como ela interfere nas mudanças sociais. Neste caso, o maior obstáculo é a dificuldade em relativizar-se o modelo de uso energético.

2.6 Avaliação da evolução das ideias dos alunos

Conhecem-se muito os dilemas sobre a avaliação. É difícil garantir-se que as informações obtidas sobre o pensamento do estudante correspondam realmente ao que ele pensa, pois de modo mais direto. Elas, muitas vezes, são saberes retidos apenas para obter aprovação. Há uma falta de autonomia por parte do aluno, e, uma parcela de responsabilidade pela própria aprendizagem muito pequena (Harres, 2003).

Por isso, acredita-se que a avaliação deva ser processual, e que, em cada atividade, os alunos possam se autoavaliar em relação à escala de evolução conceitual que se vai construir.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Quando se fala em avaliação, deve-se considerar o tempo de aprendizagem de cada aluno, pois cada um evolui em suas concepções de modo diferente. Cabe ao professor fazer um acompanhamento das concepções iniciais através de um questionário de ideias prévias e investigar o que os alunos estão pensando naquele momento sobre aquele assunto. Desta forma, depois de aplicada a unidade, ele possa avaliar o quanto aquilo foi significativo ou não para o aluno através de uma comparação na evolução de concepções.

Para García e García (1999), o professor deve respeitar o tempo e o ritmo individual de aprendizagem, a dinâmica geral de trabalho na aula através da interação entre o processo pessoal e o processo coletivo de construção de conhecimentos. Porém, esta evolução nunca para. A construção do conhecimento é um processo contínuo. González *et al*. (1999), defendem que o sujeito aprende quando consegue relacionar as informações novas com as concepções que já possuía.

Elaborou-se a Unidade Didática dessa pesquisa pensando-se num método investigativo que, segundo García e García (1999), consideram a investigação como estratégia de formulação de problemas, uma estratégia de conhecimento e atuação na própria realidade de comportamento da mesma espécie.

> A investigação, como princípio didático, possibilita o treinamento de situações-problema que implicam na movimentação das estruturas cognitivas do sujeito e das concepções compartilhadas em grupo, provocando um questionamento de percepções adaptáveis à nova situação. Para que ocorra uma evolução é necessário que o sujeito se sinta insatisfeito com o conhecimento atual existente. Mas a insatisfação não é o suficiente, é necessário que apareça uma nova compreensão e que seja reconstruída pelo mesmo. Com este propósito o professor deve proporcionar momentos em que o aluno questione a concepção que possui sobre o assunto proposto, aparecendo assim o conflito, reflexão e reformulação de novas concepções (García e García, 1999, p. 86).

Além disso, durante a aplicação desta unidade, combinou-se com os alunos de que eles seriam avaliados dentro dos critérios citados acima, ou seja, por uma evolução de concepções e não por uma classificação de notas ou pontos, como normalmente ocorre. Acredita-se que, num contexto onde não há pressão, o aluno se sente mais à vontade para expressar o que pensa e assim pode-se explorar melhor suas ideias e proporcionar uma melhor aprendizagem, favorecendo-se, desta forma, o processo de autoavaliação.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

3 METODOLOGIA

Neste capítulo descrever-se-ão os caminhos metodológicos optados para o desenvolvimento do trabalho.

3.1 Informações sobre a escola

Escolheu-se para esta pesquisa a Escola Estadual de Ensino Médio Nova Bréscia, localizada no centro da cidade de Nova Bréscia, com aproximadamente quatro mil habitantes, colonizada por agricultores de origem italiana, localizada no Vale do Taquari a 160 km da capital Porto Alegre.

Esta escola foi fundada em 13 de março de 1919, com a chegada das Irmãs Carlistas vindas de Bento Gonçalves, a fim de criar uma nova comunidade religiosa. Em 1956, a escola passou a se chamar Escola Normal Rural Sagrado Coração de Jesus, com o objetivo de formar professores para as zonas rurais, tendo, na época, abrigado duzentas alunas internas de diferentes regiões. Em 1965, junto com a administração política e administrativa de Nova Bréscia que até então pertencia ao município de Arroio do Meio, foi criado o Curso Ginasial, com o objetivo de atender os filhos dos moradores deste novo município.

Em 1980, passou a ser uma escola mista e deixou de ser uma escola particular dirigida por religiosas. Recebeu o nome de Escola de 1º Grau Nova

Bréscia. E, no ano 2000, foi nomeada como Escola Estadual de Ensino Médio Nova Bréscia. Neste momento, um terço do prédio de propriedade das Irmãs Carlistas, passou a ser alugado pelo Estado, ficando as demais dependências em abandono, vindo este a ser adquirido somente em 2002.

Hoje a escola conta com mais de 6.000 m² de área construída, porém nem todos os espaços são explorados, porque precisam de reformas. Mesmo assim, ela conta com ambientes agradáveis e suficientes para o desenvolvimento de nossas práticas escolares. Dentre elas pode-se citar uma sala de multimídia, biblioteca, laboratório de informática com trinta computadores, sala de Italiano, Salão de Atos com tela de cinema, Capela, Salão de Jogos, sala A hora do Conto, sala de vídeo, sala de xadrez, salas de aula climatizadas, equipamento de som em todos os ambientes entre outros equipamentos. Esta escola atende hoje o nível pré-escolar - administrado pelo município - enquanto que o Ensino Fundamental e Ensino Médio são administrados pelo Estado, totalizando mais de quatrocentos alunos e funcionando nos três turnos (manhã, tarde e noite).

3.2 Contexto investigado

Desenvolveu-se o trabalho proposto com uma turma de alunos da 2ª série do Ensino Médio desta escola do Vale do Taquari do turno diurno, composta por vinte e seis integrantes.

A turma escolhida é heterogênea; são quinze meninas e onze meninos, dinâmicos, pois de um modo geral aceitam realizar as mais variadas tarefas e todos se relacionam bem; é uma turma ativa e na faixa etária entre quinze e dezessete anos. A disciplina em que se desenvolverá a proposta é a de Física.

Desde o ano de 2006, trabalho nesta escola com as disciplinas de Matemática (5ª série Ensino Fundamental e Ensino Médio) e Física (Ensino Médio). Na disciplina escolhida para desenvolver o trabalho, a de Física, adotei o livro didático que foi enviado pelo Estado (Alvarenga B. Maximo, 2009). Ele é usado como uma ferramenta para as aulas, além do quadro branco, fotocópias de outros materiais e algumas práticas pedagógicas. Costumo trabalhar em sala de aula

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

individualmente, em duplas ou em pequenos grupos. Gosto de questioná-los e quero sempre que participem das discussões e correções de exercícios.

3.3 Proposta de ensino

Busca-se uma proposta de ensino que promova a evolução das ideias destes alunos através de uma experiência metodológica diferente da habitual. Nesta experiência, tem-se por objetivos alunos mais reflexivos, concentrando-se sobre o que eles mesmos pensam sobre o tema proposto. Espera-se que os alunos exponham, analisem e façam o registro das próprias ideias sem se sentirem pressionados a responder o que o professor espera. Ou seja, incentiva-se cada aluno a desenvolver a capacidade de ser responsável pela sua própria aprendizagem.

Aplicou-se, nesta turma, uma metodologia na qual o aluno é sujeito de sua própria aprendizagem. E constatou-se como um desafio, para professora e para os alunos, pois de algo novo, se esperava um resultado positivo de aprendizagem de ambas as partes.

Ao mesmo tempo, havia também o desejo de divulgar o quanto este tema é relevante para o Ensino de Física, já que é um assunto que deveria fazer parte do currículo das escolas, estando cada vez mais presente no dia a dia e preocupando o futuro modo de vida.

Estruturou-se a Unidade Didática aplicada, partindo-se de atividades criadas especialmente para esse trabalho e adaptadas de diferentes fontes explicitadas no ANEXO B. Iniciaram-se as atividades com o propósito de realizá-las sempre, com reflexão e reelaboração, proporcionando-se, continuamente, o tempo e a oportunidade para que o aluno se questionasse e refletisse sobre sua própria ideia e, quando achasse necessário, que a reformulasse.

Segundo González *et al*. (1999, p. 37), “os alunos aprendem a partir do que já sabem e, portanto, suas ideias prévias condicionam fortemente sua aprendizagem.”

Na mesma linha, García e García, (1999, p. 14 e 15) defendem que:

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

> Hoje se admite que a aprendizagem é um processo construtivo, processo em que se adquirem novos conhecimentos mediante a interação com as estruturas presentes no indivíduo com as novas informações; de forma que os novos dados enquanto que se articulam com a informação preexistente, adquirem um sentido e um significado para o sujeito que aprende. Assim, saber é construir através da reconstrução ativa e contínua da interpretação que se tem com o mundo.

Acredita-se que, ao desenvolver atividades ligadas ao cotidiano do aluno e com significado na sua estrutura cognitiva e oportunizando que ele pense e reflita sobre o que pensa, teremos uma aprendizagem significativa.

Conforme García e García, (1999, p. 16):

> A aprendizagem é um intercâmbio de informação entre os indivíduos que convivem na aula e a construção significativa dos significados, de maneira que é a relação do aluno com o professor e com seus colegas que se gera a aprendizagem. A investigação em sala de aula propõe um trabalho em equipe, uma busca de novas contribuições, um debate contínuo das hipóteses propostas.

Baseados em García e García (1999), desenvolveu-se uma Unidade Didática em que os alunos trabalharam muito em grupo e duplas, mas sempre registrando suas ideias individuais, reflexões e reformulações do grupo.

Uma Unidade Didática, segundo González *et al*. (1999), é um conjunto de atividades de investigação adequado para o aluno, muitas vezes extraído da história da disciplina e que permite levar a conceitos generalizados do problema investigado. Assim, elaborou-se esta unidade com o propósito de investigar as ideias dos alunos e de acompanhar suas concepções, bem como discutir a dependência que temos das fontes não-renováveis de energia. As aulas basearam-se em discussões em pequenos e grandes grupos, registros no caderno individual, leitura de textos, preenchimento de tabelas e construção de gráficos, análise e interpretação dos mesmos, pesquisa em site, revistas e livros, além de uso de calculadora para realização de cálculos e o programa Excel para a construção de gráficos.

Conforme Cubero (1999), uma vez que o aluno explicita suas ideias e as expressa ao grupo, ele terá que expor e argumentar suas concepções. A discussão com os colegas permitirá que ele aprofunde a analise suas próprias ideias, já que terá que se justificar e se defender e irá confrontar os pontos de vista distintos dos seus com os outros colegas.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Várias situações implicam em uma interação entre a nova informação e os conhecimentos do aluno, e provocam uma mudança em suas concepções. Através destas atividades pretendia-se que os alunos contrastassem suas ideias com esta informação e alcançassem progressivamente níveis mais complexos de conceitualização. Para que ocorresse esse processo de mudança, seria preciso que o aluno entendesse que existem aspectos que não são explicados pelas próprias concepções e se sentissem insatisfeitos com elas (Cubero, 1999). Essa insatisfação gera curiosidade e estímulo para uma nova busca de conhecimento, por isso implica em:

> [...] considerar o conhecimento como uma construção progressiva implica em admitir que o trabalho que se realiza em uma aula sobre um tema concreto pode resultar distintos níveis de aproximação de conhecimentos organizados que se tenta ensinar. [...] É através de aproximações sucessivas que o aluno chegará a dominar estes conhecimentos (Cubero, 1999, p. 66).

Uma ferramenta útil a este processo consiste em que o aluno reconstrua, com a ajuda do professor, um processo seguindo desde suas ideias originais quando começou a trabalhar o tema, até o momento atual. Isso facilita a tomada de consciência e a reflexão sobre sua própria aprendizagem (Cubero, 1999).

Nesta Unidade Didática quer-se explorar o que nosso aluno sabe e pensa sobre energia. Para García (2008) este é um tema pouco trabalhado nas escolas e quando trabalhado é de forma superficial. O aluno não tem contato com questões energéticas atuais e, na maioria das vezes, não toma consciência dos problemas energéticos.

Segundo García (2008), o pensamento predominante nos alunos, quando realizam tarefas acadêmicas e determinam seu posicionamento diante do tema energia, é o de um pensamento simplificado, antropocêntrico e reducionista. Os alunos não veem contradição entre manter uma determinada teoria e considerar dados empíricos que a refutam. E no caso da energia, a hipótese predominante é a de que, desde que nascemos, este recurso energético é inesgotável e está unido a um modelo socioeconômico consumista baseado em um crescimento sem fim. E embora sejam mostrados a ele dados contrários a este modelo energético, ele até os considera, porém, não questiona a teoria do consumo e bem-estar.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Os estudantes não percebem que se está numa situação de risco e emergência com o modelo energético atual. Seu pensamento não percebe, em sua vida cotidiana, sinais deste risco. Apostam que a tecnologia será capaz sempre de solucionar qualquer problema que possa aparecer, e de qualquer gênero.

Apoiados neste pensamento de García (2008), quer-se verificar o que estes estudantes do Vale do Taquari pensam sobre a situação atual energética, se são resistentes a mudanças nas suas concepções e o que propõem como mudança do modelo energético atual.

3.4 Características metodológicas da pesquisa

A presente pesquisa tem um caráter qualitativo. Segundo Triviños (1987, p.137), “ela se desenvolve em interação dinâmica retroalimentando-se e reformulando-se constantemente”. Nesta perspectiva, o pesquisador ouve os participantes e tenta construir um entendimento baseado nas ideias coletadas. Segundo Creswell (2007, p. 186), “a pesquisa qualitativa é fundamentalmente interpretativa, uma vez que o pesquisador faz uma interpretação dos dados e tira conclusões de seu significado. O que não impede uma interpretação pessoal na análise de dados”.

Os instrumentos utilizados para a obtenção das informações foram vários. No primeiro momento, um questionário aberto de ideias prévias dos alunos, o qual foi aplicado em sala de aula e respondido individualmente.

Na sua aplicação, deu-se a seguinte orientação aos alunos: tinham liberdade para escrever o que pensavam, uma vez que as ideias apresentadas por eles durante o desenvolvimento deste trabalho não estariam associadas às notas (processo de classificação), mas sim a uma reflexão e evolução sobre suas próprias ideias. Coletaram-se dados que serviram de base para a elaboração de uma Unidade Didática com atividades, que envolveram os alunos num método investigativo. No decorrer da unidade, houve momentos de reflexão dessas respostas iniciais, quando o aluno teve então a oportunidade de reformulá-las.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Realizaram-se todos os registros em um caderno à parte, fornecido pela professora e este foi utilizado em toda a aplicação da Unidade Didática.

Ao final do desenvolvimento da Unidade Didática, aplicou-se um novo questionário envolvendo o tema trabalhado e outro de questões de autoavaliação pessoal. Ambos foram respondidos individualmente.

Utilizou-se uma análise de conteúdo (Moraes, 1999), para interpretar as informações obtidas por meio de questionários, de registros das reflexões, reformulações, debates e observações.

Segundo Moraes,

> a análise de conteúdo constitui-se de uma metodologia de pesquisa utilizada na descrição e interpretação de documentos e textos das mais diferentes classes. Através da descrição sistemática, ela ajuda o pesquisador a reinterpretar as mensagens e atingir uma compreensão mais aprofundada destas (MORAES 1999, p. 9).

Assim, a metodologia da pesquisa foi conduzida mediante a análise dos questionários abertos, investigando as concepções prévias dos alunos e possível evolução de suas ideias. Essas ideias e concepções emergiram a partir da construção de tabelas e gráficos, da identificação de diferentes matrizes energéticas, da análise histórica do petróleo, de textos científicos, da confecção de um painel informativo sobre o petróleo, de fontes alternativas de energia e, finalmente, da discussão sobre uma possível mudança na matriz energética atual.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Neste capítulo, apresentam-se o cronograma e as atividades propostas na Unidade Didática e um levantamento exploratório das respostas dos alunos que serviu de parâmetro para a análise da evolução, detalhada no capítulo seguinte.

4.1 Quadro geral das atividades do planejamento da aplicação da Unidade Didática

O Quadro 1, a seguir, mostra o desenvolvimento da Unidade Didática em cada aula, apresentando-se as respectivas atividades e a metodologia de ensino.

Quadro 1 - Atividades e metodologia da Unidade Didática

Atividade	Metodologia
1. Resposta individual ao Questionário (aula 1).	- Aplicação de um questionário individual, para verificar e analisar o que pensam os alunos sobre o assunto proposto, e com isso organizar o planejamento da unidade.
2. Discussão das questões 1 a 6 (aula 2).	- Discussão em pequeno e grande grupo; - Análise das questões propostas.
3. Construção da Matriz energética domiciliar (aulas 3 e 4).	- Realização de cálculos individuais conduzidos pela professora da matriz energética domiciliar; - Análise, pelos gráficos, sobre o tipo de energia que é mais consumida na casa de cada um e se ela representa maior custo; - Verificação das semelhanças entre a matriz da casa deles com a matriz energética mundial.
4. Discussão das questões 7 a 13 (aula 5).	- Discussão em pequeno grupo de questões do questionário de ideias prévias.
5. Análise histórica do descobrimento e extração do petróleo e previsões para o futuro (aulas 5 e 6).	- Análise individual e preenchimento de tabelas em dupla ou trio; - Trabalho em dupla ou em trio, pois não há um computador para cada aluno.
6. Leitura de artigo de divulgação científica sobre o fim do petróleo (aula 7).	- Leitura e análise em conjunto e discussão com intervenção da professora; - Análise individual, registrada no caderno.
7. Pesquisa dos alunos e exposição de notícias atuais sobre o tema (aula 8 e 9, 10).	- Proposta de montar um painel informativo sobre petróleo e energias renováveis para ser exposto; - Pesquisa bibliográfica na internet: Revista National Geographic e outros artigos; - Trabalho em pequeno grupo.
8. Aula expositiva sobre outras informações sobre o fim do petróleo (aulas 11 e 12).	- Aula expositiva com apresentação de lâminas
9. Resposta individual do Questionário final (aula 13).	- Trabalho individual.
10. Questionário de autoavaliação (aula 13).	- Trabalho individual.

4.2 Descrição e análise geral do desenvolvimento da Unidade Didática

4.2.1 Primeiro encontro

Como professora desta turma nas disciplinas de Matemática e Física, dispensou-se a apresentação, porém todos já haviam sido comunicados que seriam participantes de uma proposta de pesquisa de Mestrado, fato este que acredito não ter influenciado em suas respostas.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Como nesta unidade, pretendia-se sempre partir daquilo que os alunos pensam e/ou já sabem; portanto, para iniciarmos nossas atividades, solicitei que respondessem individualmente a um questionário aberto. Conforme Marconi (1990, p.40),

> Questionário é um instrumento de coleta de dados, constituído por uma série ordenada de perguntas que devem ser respondidas por escrito [...].exige cuidado na seleção das questões levando-se em consideração a sua importância para a obtenção de informações válidas.

Responderam-se as questões num clima de liberdade, sem intervenção da professora. Quanto à classificação das perguntas, obedeceu-se a uma categoria aberta, também chamada de livre ou não limitada, o que permitiu ao informante responder livremente, emitindo opiniões e usando linguagem própria. Esse método possibilita a investigação mais profunda e precisa do fenômeno investigado. O questionário, instrumento utilizado para coleta das informações, encontra-se no ANEXO B, Atividade 1.

Para García e García (1999), o momento adequado para explicitar as ideias dos alunos é quando se expõe o problema que vai ser trabalhado. Nesta hora, as ideias surgem de modo espontâneo e é uma ocasião propícia para se fazer a coleta.

> As ideias prévias dos alunos podem ser explicitadas através de questionamento verbal do professor, observação durante as atividades ou ainda através de um questionário aplicado antes de uma atividade. O questionamento individual pode ser complementado em pequenos grupos, através de uma entrevista entre professor e aluno (GARCÍA e GARCÍA, 1999, p.44).

Pensando nisso é que, em seguida, como atividade 2, após a aplicação do questionário, reuniram-se os alunos em grupos e por afinidade, para discutir com os colegas as questões de 1 (um) a 6 (seis) ANEXO B. Comparando a sua resposta com a de seu colega e, se sentisse necessidade, poder-se-ia reformular e questão, mas nunca apagar a resposta inicial.

Para García e García (1999, p.46), o aluno deve compreender e assumir uma hipótese sobre o problema. Hipótese que ele mesmo construiu ou que foi formulada com a ajuda do pequeno grupo ou ainda do professor.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Depois de realizada a discussão em pequeno grupo, apresentou-se uma síntese das ideias que mais apareceram durante as atividades, em especial das questões de 1 a 6, o que deu suporte para seguir com a próxima atividade.

No momento da discussão em pequeno grupo, todos debateram muito e se envolveram no assunto, embora alguns alunos afirmassem ainda não estar entendendo o que se estava fazendo. Esta atividade de reformulação, apenas com a opinião exclusiva deles, foi a primeira vez que ocorreu e muitos ainda não estavam *situados* na aula. Porém, após o resumo em grande grupo, todos entenderam qual era a ideia proposta.

Com a síntese das questões no quadro, percebeu-se que havia algumas divergências de opiniões e dúvidas que começaram a ser questionadas. A palavra *energia*, por exemplo, não estava bem definida e apareceram diferentes conceitos relacionados principalmente com atividades físicas, ganho, perda e eletricidade. Outros pensaram em suas diferentes formas de obtenção, como *usina*, *calor*, *energia do corpo*, *temperatura* entre outras, enfim, tinham uma boa noção do que significava.

A forma como se obtém *energia* foi uma questão que apresentou respostas mais claras após o levantamento das ideias dos grupos no quadro branco. Pelo questionário, percebeu-se que *energia* era agora relacionada ao corpo e aos alimentos que ingerimos. Oito alunos deixaram esta questão em branco, alegando não saber ou se lembrar de onde vem a que usamos para nossas atividades diárias. Porém após o levantamento, eles passaram a concordar com as respostas dos colegas.

Quanto às formas de energia que se utiliza hoje, a maioria deixou claro que não são as mesmas que os nossos avós utilizavam, e que há, sim, uma expansão no seu uso. Mas o que mais chamou atenção é que a energia que eles acreditam ser a que mais se gasta, é a elétrica, com dezessete apontamentos dos vinte e cinco alunos que responderam ao questionário. Para eles, a energia que custa mais caro também é a elétrica com vinte e dois apontamentos de um total de vinte e cinco alunos. E, mesmo após a discussão em grande grupo, essa ideia persistiu na maioria dos alunos.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

4.2.2 Segundo encontro – Atividade 3

Pensando em uma atividade na qual os alunos pudessem investigar as próprias respostas dadas ao questionário inicial, propôs-se que cada um realizasse um levantamento da matriz energética de sua casa, isto é, a proporção e o custo de como as diferentes formas de energia são utilizadas durante um intervalo de tempo de um mês, considerando-se a tabela em ANEXO B, Atividade 3.

Com esta atividade objetiva-se que o aluno analise o custo energético e monetário que sua família gasta por mês e o quanto isso está relacionado a fontes de energia renováveis ou não-renováveis. Foram somados os valores energéticos renováveis e os não-renováveis para comparar o quanto isso representa no total.

Para o preenchimento desta Tabela (ANEXO B - Atividade 3), os alunos tiveram que realizar uma pesquisa pela cidade para constatar os preços dos combustíveis e conversar com os pais em casa para saber exatamente quanto gastavam no período de um mês.

4.2.3 Terceiro encontro – Continuação da atividade 3

Neste dia realizaram-se cálculos referentes ao preenchimento da tabela da matriz energética (ANEXO B – Atividade 3).

4.2.4 Quarto encontro – Atividade 3 (continuação)

Com a tabela preenchida nesta aula, os alunos dirigiram-se até o Laboratório de Informática e, em duplas, construíram os gráficos, com o auxílio do programa Excel: um gráfico para representar a energia consumida e outro para representar o gasto monetário no período de um mês (Figura 2 e 3).

A atividade foi muito proveitosa porque a maioria dos alunos nunca tinha trabalhado com o Excel como ferramenta para construção de gráficos. Ainda nesta ocasião, responderam questões referentes às atividades que foram registradas no caderno.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

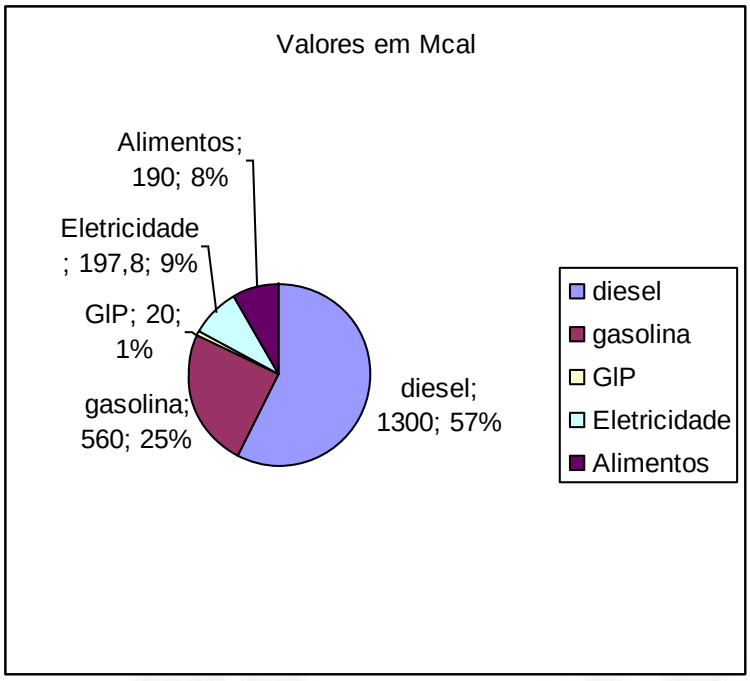


Figura 2 – Distribuição dos diferentes tipos de gastos de energia em uma das residências pesquisadas

Fonte: atividade realizada com os alunos.

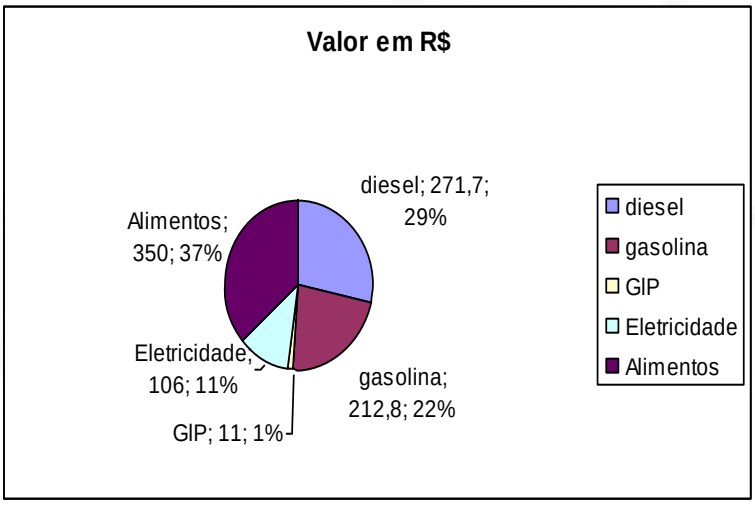


Figura 3 – Distribuição do custo (em reais) de cada um dos diferentes tipos de gastos de energia em uma das residências pesquisadas

Fonte: atividade realizada com os alunos.

Ainda no laboratório de informática, pesquisou-se a matriz energética mundial e a de outros países para fazer um comparativo com a matriz energética de nossa casa que acabamos de construir. Como exemplos, podemos citar a matriz energética mundial, do Brasil e RS entre outros (Figura 4).

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

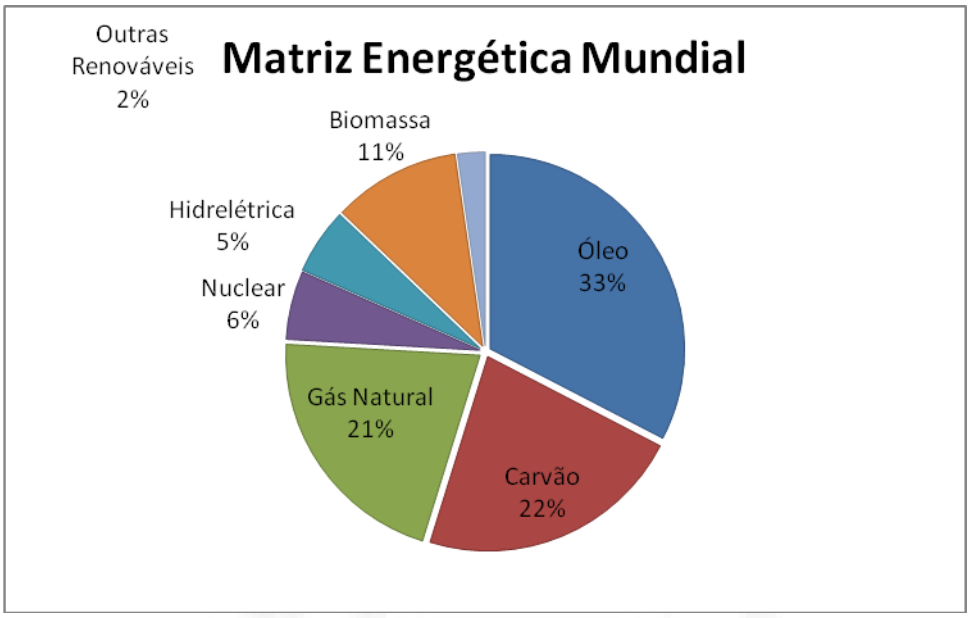


Figura 04 – Matriz energética mundial 2002

Fonte: Street, 2004.

4.2.5 Quinto encontro – Atividade 4

Retomou-se o questionário inicial solicitando-se que discutissem com os colegas de grupo as respostas dadas no questionário de ideias prévias às questões 7 a 13. Os alunos compararam as suas respostas com as dos colegas de grupo e, quando houve necessidade modificaram-nas, escrevendo abaixo em quê a sua ideia mudou. Isso foi feito sem apagar a resposta anterior. Em caso de não haver mudança na resposta, eles deveriam apenas escrever "idem". Depois de realizada a discussão, fez-se um levantamento de quais foram as ideias que mais apareceram nas questões 7 a 13 e quais serviriam de suporte para seguir com a próxima atividade.

Esta discussão foi mais proveitosa do que a realizada no primeiro encontro, pois todos entenderam qual era o objetivo da atividade. Houve um maior debate e com argumentos mais fortes que podem ser observados em algumas das respostas dadas às questões.

> "*Acredito sim que o petróleo vai acabar um dia por que ele é muito utilizado; há um abuso em seu uso e ele é de difícil localização"* (Aluno A).
>
> *"Sim, porque houve um aumento de veículos e de consumo de combustíveis fósseis*" (Aluno V).

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Finalmente, depois de comparar as respostas em grupo, tentou-se chegar a um consenso sobre qual seria a melhor resposta do grupo para as perguntas. Ressaltou-se que, tendo argumentos, poderia haver mais que uma resposta por grupo para a mesma pergunta. O grupo deveria ainda registrar não apenas os consensos, mas também as divergências.

Quando questionados sobre o petróleo, intensas dúvidas novamente surgiram, mas a maioria dos alunos já tinha muito conhecimento sobre o assunto, porque já haviam lido ou escutado em algum lugar, o que gerou muita discussão entre eles.

Ao se referir à localização e formação, as dúvidas eram mais de natureza geológica e biológica. Porém, quando se questionou de que forma se usa o petróleo, ficou bem evidente que não é apenas um combustível de veículos e caminhões e sim algo que se pode encontrar em diversos lugares sob diversas formas como sacolas plásticas, tintas, roupas, na indústria e/ou na agricultura entre outros. Vale esclarecer que até o momento a professora não se referira a nenhum conceito ou informação mais formal sobre o assunto. Tudo o que foi comentado em aula era oriundo do questionário e fruto das ideias dos alunos.

Ao introduzir a problemática de quanto petróleo temos e/ou ainda teremos foi interessante, porque neste momento a discussão iniciou literalmente. Quase todos os alunos opinaram, ressaltando-se que o ambiente sempre foi favorável e de respeito a qualquer colocação que fosse feita por eles. Ninguém estava ali para julgar, e sim para ouvir e debater assuntos polêmicos. Naquele momento todos estavam ansiosos pelas respostas e queriam saber quem estava certo.

Quando se questionou sobre como imaginar e como perceber que o petróleo estaria no fim, relatou-se principalmente a escassez de combustíveis e derivados e que o setor mais afetado seria o de transportes, seguindo-se o de informática e o de tecnologias.

Muitos alunos saíram desta aula, extremamente curiosos e intrigados com o que tinham acabado de ouvir, e isto era visível em suas faces: será que o petróleo um dia terá um fim? O que poderá acontecer com um país sem petróleo? Com seu município? Sua casa? Sua vida?

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

4.2.6 Sexto encontro – Atividade 5

Através da construção da matriz energética da residência de cada aluno desejava-se que estes percebessem nossa dependência das fontes não-renováveis e em especial o Petróleo. E que isso não ocorre só em nossas residências e sim no âmbito mundial. Por isso, na sequência das atividades, lançamos o desafio de tentar prever o quanto de petróleo ainda se tem para encontrar e extrair, considerando os dados de quanto já foi descoberto e extraído (ANEXO B – Atividade 5).

Após construção dos gráficos de descobrimento e extração, incluíram-se linhas de tendências para melhor interpretá-las.

Gráfico do descobrimento em função da extração com uma linha de tendência, até o ano de 2006. Nele podemos evidenciar o déficit de crescimento (Figura 5).

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

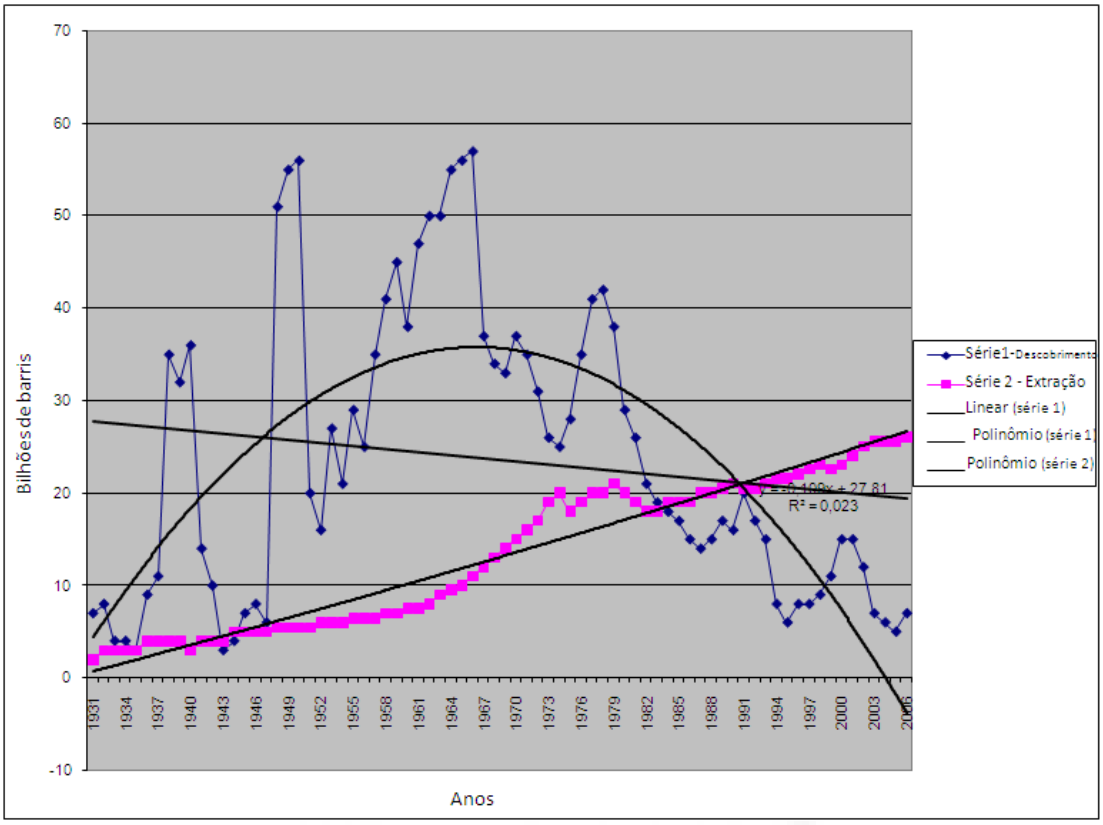


Figura 5 – Distribuição da quantidade de petróleo descoberta e extraída entre 1931 e 2006 e representação da linha de tendência de evolução

Fonte: atividade realizada com os alunos.

Os alunos ainda responderam as seguintes questões:

a) Quando ocorreram os últimos grandes descobrimentos de petróleo?

b) Qual a opinião da dupla quanto à possibilidade de que sejam descobertas grandes reservas neste novo milênio?

c) King Hubbert foi um famoso geofísico que previu quando a produção de petróleo entraria em descenso nos EUA. Ele descobriu que, em média, para todos os poços, o momento de máxima produção coincide com o esgotamento de 50% do petróleo disponível, e que, a partir deste momento, a produção já começa a declinar e segue assim até seu total esgotamento. Este ponto do gráfico se denomina hoje

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

de “Pico de Hubbert”. Em que ano, no teu gráfico tu o localizarias, para a produção mundial?

4.2.7 Sétimo encontro – Atividade 6

Para esta aula utilizou-se um artigo da revista National Geographic (junho, 2008), escrito por Paul Roberts com o título de “Conta-Gotas”. Revistas como estas são válidas e importantes de serem usadas na formação do educando, pois trazem artigos de cunho científico de bom nível e de fácil acesso (ANEXO B – Atividade 6).

Após a leitura, exploração e comentários sobre o artigo, solicitou-se aos alunos que registrassem a resposta de duas questões propostas.

> a) Seguindo o ritmo de crescimento da demanda de petróleo descrito no texto, quanto petróleo será necessário em 2030? Mais ou menos do que utilizamos hoje? Quanto a mais? Estime um valor;
>
> b) Qual a tua opinião sobre o texto? Faça uma crítica. (Roteiro das atividades, ANEXO B).

4.2.8 Oitavo encontro – Atividade 7

Nesta aula, propôs-se que em conjunto se faria uma coleta de informações sob o ponto de vista geológico sobre o petróleo, com o objetivo de montar um painel informativo.

Pesquisaram-se informações em livros, revistas científicas, internet e jornais. Os alunos, divididos em grupos, pesquisaram sobre diferentes aspectos dentro do tema Petróleo. Dentre os assuntos pesquisados destacaram-se: a formação do petróleo e onde é encontrado; países produtores, exportadores, consumidores e importadores de Petróleo; o petróleo no Brasil; a destilação, uso e derivados do petróleo; a OPEP; reservas conhecidas; preço do barril; indústrias petrolíferas; Oriente Médio. Como título do painel escolheu-se a pergunta que gerou tanta discussão: *Você acredita que o petróleo vai acabar um dia?*

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Esta atividade foi muito proveitosa, pois todos os alunos se envolveram e alguns aproveitaram para pesquisar além do questionado, sinal este de que estavam realmente envolvidos e motivados pelo assunto.

4.2.9 Nono encontro – Atividade 7 (continuação)

Continuou-se o trabalho de pesquisa em pequenos grupos.

4.2.10 Décimo encontro – Atividade 7 (continuação)

Concluiu-se o painel e o mesmo foi exposto ao grande grupo. Em seguida, foi fixado no corredor da escola, onde foi alvo de muitas perguntas de outros colegas (fotos no ANEXO C).

4.2.11 Décimo - primeiro encontro – Atividade 8

O décimo primeiro encontro consistiu em uma aula expositiva, na qual foram apresentadas lâminas sobre o assunto petróleo, o que nos levou a pensar em fontes renováveis de energia, alimentos, transportes, sustentabilidade entre outros assuntos (ANEXO B – Atividade 8).

Durante a apresentação das lâminas houve alguns questionamentos sobre o assunto que muito contribuíram para a aula.

4.2.12 Décimo - segundo encontro – Atividade 8 (continuação)

Neste encontro deu-se continuidade na apresentação de lâminas com aula mais expositiva.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

4.2.13 Décimo - terceiro encontro – Atividade 9 e 10

Para finalizar a Unidade Didática, neste encontro aplicou-se um questionário aberto com o objetivo de comparar as respostas iniciais com as dadas neste momento após a aplicação desta Unidade Didática.

O questionário não teve intervenção da professora e foi respondido individualmente. Considerou-se que este não valia nota, seria apenas um questionário para servir de comparativo com o questionário de ideias prévias e que foi aplicado no início da Unidade Didática. Além de questões sobre o tema abordado, eles responderam também a um questionário de autoavaliação, o qual irá colaborar na avaliação (ANEXO B – Atividade 9 e 10).

4.3 Avaliação geral das respostas aos questionários inicial e final

As respostas do questionário inicial, os questionamentos e as reflexões realizadas ao longo da aplicação da Unidade Didática, juntamente com as respostas do último questionário, foram lidas e analisadas a fim de se investigar se houve evolução nas concepções dos alunos.

A escolha dos questionários, como instrumentos de pesquisa, objetivou uma maior riqueza na coleta de informações. Os questionários foram respondidos em sala de aula num clima de descontração e, ao mesmo tempo, de muita atenção. Não houve interferência da professora nas respostas. A atitude dos alunos observada foi de comprometimento, entusiasmo e de efetiva participação.

A partir do material coletado no caderno individual de cada aluno e dos questionários aplicados: questionário de ideias prévias e questionário final, realizou-se uma organização desses dados que pôde ser observada em algumas evidências de seus pensamentos.

Com estas respostas, confirma-se o que Solomon (1992) já havia constatado, isto é, as respostas dos alunos aparecem relacionadas à ideia de eletricidade, ou em atividades humanas. Confirma também o pensamento de Driver *et al*. (1999), no qual os alunos associam a palavra energia à união de força e movimento. Pela

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Tabela 2, fica evidente que essas duas ideias estão bem presentes neste grupo de alunos.

Ao se expor o tema, a palavra energia, por si só, não fora suficiente para um melhor esclarecimento, inclusive para se investigar as ideias dos alunos. Desta forma, eles foram novamente questionados sobre qual tipo de energia julgavam ser a que mais *gasta* no sentido de consumo, e qual tipo de energia é a que representa o maior valor monetário no orçamento familiar.

Tabela 2 – A que os estudantes associam à palavra energia

O que lembra a você a palavra energia?	Nº de alunos
Movimento	5
Calor	3
Luz	5
Água, usina	1
Força	3
Calor, força e movimento	5
Utilização em nossa vida, cotidiano e realização de atividades	4

Fonte: atividade realizada com os alunos.

Nas Tabelas 3 e 4, fica evidente que a ideia central de energia para o grupo é a de energia elétrica, a mais consumida, e também a que representa maior custo no orçamento familiar.

Tabela 3 – Tipo de energia de maior custo nas residências apontada antes da atividade

Que tipo de energia você acredita ser aquela que mais é *gasta* em sua casa no decorrer de um mês?	Nº de alunos
Elétrica	23
Cinética	2
Não respondeu	1

Fonte: atividade realizada com os alunos.

Tabela 4 – Tipo de energia de maior custo nas residências apontada depois da atividade

Que tipo de energia você acredita ser aquela que custa mais caro no orçamento familiar?	Nº de alunos
Elétrica	24

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Energia química dos alimentos	1
Não respondeu	1

Fonte: atividade realizada com os alunos.

Neste momento foi de suma importância a construção da matriz energética domiciliar de cada um (Atividade 3 - ANEXO B), na qual mesmo antes de ter toda a tabela preenchida, alguns alunos, ainda durante a realização dos cálculos, já haviam percebido que estavam equivocados em suas respostas ao questionário inicial. Sendo que a energia elétrica não representava nem o maior valor e nem o maior custo.

Como afirma García e García (1999), um sujeito aprende quando consegue fazer relações das informações novas com as que já possuía anteriormente. Logo percebeu-se que muitos dos alunos desta classe já estavam incorporando conhecimento do assunto abordado.

Após a intervenção da Atividade 3, muitos dos alunos reformularam suas respostas quanto às questões referentes ao gasto e consumo monetário de energia.

Pela tabela a seguir, pode-se fazer um comparativo de suas respostas em relação à Tabela 3 e 4 e perceber a diferença.

Tabela 5 – Consumo de energia após a atividade

Que tipo de energia é mais consumida em sua casa no decorrer de um mês?	Nº de alunos
Energia dos combustíveis (gasolina, óleo diesel)	10
Alimentos	2
Lenha	6
Elétrica	6
Não respondeu	2

Fonte: atividade realizada com os alunos.

Pela comparação das Tabelas 3 e 5, percebeu-se a diferença das respostas dadas anteriormente. No primeiro questionário, as respostas se concentravam, basicamente, em energia elétrica, apenas dois alunos se referiram à energia cinética como a que teria um maior *gasto*; enquanto que, após a atividade, eles apresentam uma visão mais ampla de como se distribui a energia na casa de cada um deles.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

A energia da lenha e elétrica ficou bem saliente nas tabelas de alguns alunos, alunos estes que em suas casas possuem aviários. Estes utilizam muito a lenha e a energia elétrica para o aquecimento dos frangos, a distribuição de comida e arejamento do galpão, favorecendo assim um valor mais elevado para este tipo de energia.

Ao se realizarem as somas dos valores energéticos renováveis e não-renováveis, o resultado ficou dentro do esperado: um percentual maior para as fontes não-renováveis.

Ao se realizarem estas soma, resolveu-se retomar um questionamento: se as fontes não-renováveis representam um percentual maior de consumo, quanto será que se tem ainda destas fontes disponíveis para uso? Realizou-se assim a Atividade 5.

No questionário inicial, quando os alunos foram questionados sobre o fim do petróleo, apenas três responderam que este não terminaria. Estes acreditavam que se tem muito, enquanto que os demais, vinte e três alunos, afirmavam que este acabaria. A razão mais forte é a de que ele é muito usado em nosso dia a dia, afirmado por doze desses alunos, conforme ilustra a Tabela 6.

Tabela 6 – Crença do petróleo antes da Unidade Didática

Você acredita que o petróleo vai acabar um dia? Por quê?	Nº de alunos
Sim, porque ele é muito usado em nosso dia a dia, como em carros e na indústria.	12
Sim, porque se precisa de muitos anos para produzi-lo e se está consumindo muito.	5
Sim, porque acho que sim.	2
Sim, porque os seres vivos que existiam naquela época, hoje não existem mais.	1
Sim, porque ele é uma reserva.	1
Sim, porque tudo acaba um dia.	1
Sim, porque é uma fonte não-renovável, podendo esgotar um dia.	1
Não, acho que o uso dele pode acabar.	1
Não, porque temos muito petróleo ainda.	2

Fonte: atividade realizada com os alunos.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Ao realizar a Atividade 6 (Leitura do artigo científico), percebeu-se que muito dos alunos argumentavam suas opiniões agora com maior clareza a respeito sobre o que se referiam. Segue alguns depoimentos registrados após a atividade.

> *"Eu concordo com o texto, porque as extrações de petróleo estão aumentando e as descobertas de novas reservas estão ficando escassas, fazendo com que um dia o petróleo acabe."* (Aluno Y)
>
> *"Concordando com o texto. O preço do petróleo subirá muito por causa de seu término. Aqui no Brasil, o investimento para conseguir retirar o petróleo será alto, refletindo em seu preço. E talvez tenhamos que mudar de forma brusca nosso modo de vida."* (Aluno Q)
>
> *"O texto nos remete à situação que estamos vivendo. Procura nos deixar informados sobre o consumo, a procura e as descobertas do petróleo. No entanto, cientistas alertam que o petróleo poderá se esgotar um dia." (Aluno U)*
>
> *"Em minha opinião o texto está totalmente correto, ele diz que não há certeza de quanto petróleo ainda resta na Terra, mas que um dia ele chegará ao fim."* (Aluno S)
>
> *"O texto Conta-Gotas é uma boa forma de nos alertar de que o petróleo poderá acabar daqui alguns anos. Concordo com Husseini que afirmou que haverá uma mudança dramática iminente, os transportes e os alimentos irão ficar mais caros, devido à falta de petróleo. Ele também acha que o mundo está reagindo de forma muito lenta, não economizando petróleo."* (Aluno V)

Após este momento, foram desenvolvidas as atividades 7 e 8, que se encontram no ANEXO B, onde se pôde aprofundar melhor os conhecimentos dos alunos.

No final da aplicação da Unidade Didática, realizaram-se as atividades 9, e 10. Novamente questionaram-se os educandos sobre suas ideias quanto ao esgotamento do petróleo.

Analisando-se a Tabela 6, percebeu-se que dos vinte e seis alunos entrevistados, nove acreditam no fim do petróleo devido ao seu uso abusivo (Tabela 7). Com a Atividade 7 e 8, eles puderam ter uma visão maior sobre onde e como se utiliza o petróleo e, principalmente, em que proporções ele é usado. Refletindo-se neste questionamento seu uso e possível escassez, um aluno, ao se referir ao custo que temos para extrair petróleo, afirma ser este cada vez mais distante da superfície. Outro aluno escreve que já se está passando por uma crise de descobertas do petróleo (Aluno G). Evidenciou-se, assim que, deste grupo de alunos, vinte acreditam sim no fim do petróleo (Tabela 7).

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Tabela 7 – Crença do petróleo após a Unidade Didática

Você acredita que o petróleo vai acabar um dia? Por quê?	Nº de alunos
Isso só saberemos no futuro.	4
Sim, e temos que nos conscientizar que é um problema grave.	1
Não, poderá ter quedas, mas acabar jamais.	1
Sim, porque seu uso é excessivo, usamos mais do que encontramos.	9
Sim, porque as pessoas são muito dependentes dele.	1
Sim, já estamos numa grave queda de descobertas.	1
Sim, e a tecnologia não vai resolver.	1
Sim, já existem poços onde o custo é muito alto para retirar o petróleo.	1
Sim, em breve.	4
Sim, mas antes disso as pessoas vão criar uma "fonte" que substitua o petróleo, o que não seria a mesma coisa, mas ajudaria.	1
Sim, porque nada é infinito.	1
Não respondeu.	1

Fonte: atividade realizada com os alunos.

Quando questionados, os alunos discorreram sobre como se poderia preparar para uma possível crise do petróleo; dezoito citaram: a economia, andar mais a pé, usar o transporte público, sair menos de carro; três citaram a conscientização das pessoas ao uso racional do mesmo e cinco não responderam a questão.

4.4 Análise da Autoavaliação dos alunos

Quando se analisaram as respostas do questionário de autoavaliação, os alunos apresentaram registros indicando a validade das atividades da Unidade Didática. Os trabalhos em grupo contribuíram muito na formação de opinião dos alunos, pois se discutiam as questões e tinha-se que ter argumentos delas. Caso contrário, os argumentos eram contestados pelos próprios colegas. Destacam-se as atividades em grupo e, nelas, a possibilidade de "defender" sua opinião no momento de discutir as questões.

> *"Cada um tinha uma ideia sobre o petróleo, se ele acabaria ou não, cada um pensava de forma diferente"* (Aluno L).
>
> *"Debatemos muito em pequeno grupo o assunto"* (Aluno K). *"Algumas ideias eram incompatíveis"* (Aluno Y).

No entanto para outros:

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

> *"A gente sempre tinha opiniões parecidas, o que ficava mais fácil de entrar em um acordo"* (Aluno I).

Ficou evidente também que os alunos reconheceram a importância deste tema hoje e para o futuro:

> *"Considero importante porque o petróleo é o centro das atenções do mundo inteiro, me ajudou a compreender a situação que estamos vivendo e a me preparar a eventuais acontecimentos"* (Aluno U).

> *"Este assunto foi útil para meu futuro, pois já sei algo sobre o que poderá acontecer e os motivos que levarão aos possíveis fatos futuros"* (Aluno B).

> "*Considero importante porque é uma situação que estamos vivendo"* (Aluno S).

De modo geral, evidenciou-se, nos registros, que os alunos aprovaram o método de ensino.

> *"Gostei muito do jeito que a professora deu as aulas e aprendi muitas coisas diferentes que não sabia"* (Aluno A).

> *"As aulas foram ótimas, trabalhar em grupo e dar a nossa opinião foi muito legal"* (Aluno T).

> *"Gostei das aulas porque foram diferentes" (*Aluno F).

A autoavaliação foi muito importante, pois através dela foi possível ter-se uma visão mais ampla do método investigativo aplicado em nossa Unidade Didática.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

5 ANÁLISE DE DADOS

A partir do material coletado através de registros dos alunos em seu caderno individual iniciou-se a análise de dados.

Relacionando as ideias de García (2008), desenvolvidas da seção 2.5, e as informações coletadas ao longo da aplicação da Unidade Didática, criaram-se diferentes níveis para categorizar as ideias dos alunos envolvidos na pesquisa segundo um gradiente de complexidade.

O Nível I corresponde a nossa previsão sobre as concepções iniciais dos estudantes, baseados em García (2008). Neste nível, a maioria dos alunos não consegue reconhecer seu próprio modelo energético, pois desde que nasceram, sempre tiveram energia disponível e um crescimento socioeconômico baseado no desenvolvimento. Assim, identificou-se o Nível I com aqueles alunos que não reconhecem a atual situação energética. Logo não veem contradição entre essa situação e o atual modelo energético.

Como Nível II baseados em García (2008), consideraram-se as concepções possíveis de serem alcançadas ao final da aplicação da Unidade Didática. Categorizaram-se os alunos que reconhecem a situação atual do modelo energético, porém, acreditam na tecnologia para a resolução de todos os problemas e apostam num crescimento socioeconômico sem fim.

O Nível III corresponde ao nível de referência ou desejável para ser alcançado a longo prazo. Nele incluíram-se aqueles alunos que, além de reconhecerem o modelo energético atual, apontam saídas e querem mudanças ou soluções para as situações energéticas atuais.

Ao se analisarem as atividades iniciais da Unidade Didática e os registros realizados pelos alunos em seus cadernos, permitiu-se, através desse processo de categorização, criar uma tabela de frequência das ideias iniciais dos alunos sobre o fim do petróleo (Tabela 8).

Tabela 8 – Frequências iniciais das concepções por nível de evolução

Nível	Caracterização	Frequência
I	Não reconhecem o modelo energético atual e acreditam num crescimento ilimitado.	14
II	Reconhecem o modelo energético atual e acreditam na tecnologia para a solução de problemas.	10
III	Reconhecem o modelo atual, acreditam num crescimento limitado, apontam saídas e soluções para problemas energéticos.	2

Fonte: análise realizada pela autora.

Para o Nível I da escala, considerou-se que os alunos que conseguem reconhecer seu próprio modelo energético, não veem relações entre os fatos e acreditam que nada vai mudar, que o mundo continuará sempre em desenvolvimento. Quando questionados quanto ao fim do petróleo encontraram-se respostas como:

> *"Acho que sim, porque tudo um dia acaba, inclusive o petróleo"* (Aluno D).

E, quando se questionou sobre que tipos de energia utilizam-se atualmente, aparecem respostas que não mencionam as energias não renováveis.

> *"Hoje utilizamos muito a energia elétrica, eólica, sol, fontes de energia renovável."* (Aluno D).
>
> *"Energia elétrica, maior utilização de fontes de energia renovável como água, vento, sol."* (Aluno R).
>
> *"Atualmente a energia vem sendo aproveitada do melhor forma, hoje obtém energia elétrica transformando muitos outros tipos de energia."* (Aluno U).

Em outro momento de reflexão, encontrou-se o seguinte registro:

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

> *"Ultimamente a energia vem sendo aproveitada da melhor forma; hoje obtêm-se energia elétrica transformando muitos outros tipos de energia"* (Aluno K).

E ainda sobre o petróleo:

> *"Poderá diminuir o uso do petróleo, mas acabar não"* (Aluno O).

No nível seguinte, Nível II, considerado como possível de ser alcançado ao final da Unidade, já se encontram alguns alunos antes mesmo da aplicação da Unidade Didática. Como exemplo, pode-se citar registros do tipo:

> "*O ser humano está abusando da abundância do petróleo, sem perceber que um dia irá acabar. Em algumas décadas começará a disputa para obtê-lo"* (Aluno Y).

> *"O ser humano está utilizando mais rapidamente do que a natureza consegue repor"* (Aluno U).

Percebe-se aqui a presença de uma visão um pouco mais ampla de energia e consumo.

Estes alunos parecem conceber o conceito de energia renovável e não-renovável de maneira um pouco mais ampla ao afirmarem que o petróleo vai acabar, por ser uma fonte de energia não-renovável. Ademais, citam também a busca de alternativas, como por exemplo, o biodiesel.

> *"O aumento do uso de combustíveis pode acelerar o processo do fim do petróleo, porém os governos já estão buscando fontes renováveis para fabricar combustível."* (Aluno A).

Outros se referem a diferentes formas de energia renovável, como aquela advinda diretamente do Sol.

> *"As pessoas estão procurando cada vez mais, meios de conseguir, por exemplo, aquecer água com a energia do sol"* (Aluno Q).

No nível desejável, Nível III, os alunos parecem reconhecer nosso modelo energético atual e, além disso, apontam saídas e soluções, mesmo que a longo prazo. Neste nível, encontram-se depoimentos iniciais que acreditam no fim do petróleo e junto com ele o fim da tecnologia e da indústria, e apontam uma saída.

> "*Acho que sim, que o petróleo vai acabar um dia. Nas fábricas a tecnologia vai parar. Poderíamos deixar o carro mais de lado e ir a pé*" (Aluno C).

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Embora talvez não seja a saída mais prática, pelo menos este aluno vislumbra um meio de fazer algo em favor da diminuição do consumo de energia.

Outro aluno vai um pouco mais além, ao citar que:

> *"Somente quando percebermos o fim do petróleo é que o usaremos de forma consciente. As indústrias terão que mudar seus processos e a população estará mais perto do conhecimento de sua origem"* (Aluno S).

Ao término da Unidade, os alunos responderam novamente a um questionário (ANEXO B – Atividade 9 e 10), com questões de autoavaliação e questões referentes, principalmente, ao tema esgotamento do petróleo. Após analisadas as respostas deste questionário, foi possível construir-se novamente uma tabela de frequências e comparar o quanto as ideias dos alunos evoluíram sobre o tema desta Unidade Didática.

Analisando-se as respostas finais, não se encontrou nenhum aluno no nível I. Todos eles reconhecem o nosso modelo energético. Ao responderem a questão: "Depois da reflexão desenvolvida no decorrer da Unidade, o que você pensa sobre o esgotamento do petróleo? Vai acontecer ou não e por quê?" todos reconhecem nossa dependência dessa fonte não renovável.

No Nível II, usando-se o mesmo critério da categorização das ideias iniciais, encontraram-se alunos que sobre o fim do petróleo afirmam, por exemplo, que

> *"É possível viver sem petróleo sim, porém com muito esforço, sem andar de carro, ir de bicicleta, andar mais a pé e tentar reduzir os gastos com petróleo ao máximo. Porém acredito que o mundo continuará se desenvolver"* (Aluno T).

Alguns arriscam algumas saídas:

> *"Temos saídas, outras fontes de energia, mas tem que ser melhor desenvolvidas, porque nos dias de hoje o petróleo é fundamental. O primeiro passo é tentar evitar a crise."* (Aluno O). *"O Biodiesel, a energia solar, eólica, uso de bicicletas"* (Aluno S).

Mesmo assim, ainda aparece em alguns a confiança e a esperança nas tecnologias:

> *"Continuar vivendo seria possível, só que teríamos que voltar a viver a moda antiga. Uma saída seria as novas tecnologias"* (Aluno U).

Em outros, não:

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

> *"Acredito que vamos ter que voltar a plantar comida nas roças e andar mais a pé"* (Aluno F).

No Nível III, no qual categorizaram-se alunos que mais se aproximaram da concepção desejável, encontraram-se relatos do tipo:

> *"Continuo achando que o petróleo vai acabar, pois ninguém está se importando com seu gasto, estamos gastando cada vez mais. Não é possível viver sem petróleo, a saída é economizar agora, comprar coisas que não precisam dele para nós utilizarmos"* (Aluno V).

Analisando-se as transições entre os níveis estabelecidos, Nível II, após a aplicação da Unidade Didática, encontraram-se quinze sujeitos, sendo sete vindos do Nível I, dois vindos do Nível III e seis que permaneceram no mesmo nível (Nível II).

Os seis que permaneceram neste nível, talvez até tenham ampliado seus conhecimentos sobre energia, mas não foi possível perceber-se através dos registros e observação, uma mudança significativa de postura ou apontamentos que indicassem a necessidade de uma mudança no sistema energético atual. Isso pode ser verificado comparando-se os registros iniciais e finais de alguns alunos, como mostra a Tabela 09.

Tabela 9 – Exemplos de evolução entre os níveis I e II após a aplicação da Unidade Didática (UD)

Aluno	Afirmações antes da UD	Afirmações depois da UD
O	*Poderá diminuir o uso do petróleo, mas acabar não.*	*Temos saídas, outras fontes de energia, mas [elas] tem que ser melhor desenvolvidas, porque nos dias de hoje o petróleo é fundamental. O primeiro passo é tentar evitar a crise.*
U	*O ser humano está utilizando mais rapidamente do que a natureza consegue repor.*	*E após a intervenção defende que "continuar vivendo seria possível, só que teríamos que voltar a viver a moda antiga. Uma saída seria as novas tecnologias.*
Y	*O ser humano está abusando da abundância do petróleo, sem perceber que um dia irá acabar. Em algumas décadas começará a disputa para obtê-lo.*	*O seu uso é excessivo, só perceberemos sua falta quando não tiver mais combustível".*

Fonte: análise realizada pela autora.

Os dois sujeitos que, inicialmente estavam no Nível III e ao final foram incluídos no II, acredita-se terem sido influenciados por uma outra aula, a de

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Geografia, quando a professora fez comentários coerentes sobre o assunto do Nível III. Parece, porém, que suas ideias iniciais não foram consistentes.

Finalmente, no Nível III, ao final, encontraram-se onze dos vinte e seis sujeitos pesquisados. Destes, sete são provenientes do Nível I e quatro do Nível II. Pôde-se verificar mais claramente esta evolução através de alguns registros mostrados na Tabela 10.

Tabela 10 – Exemplos de evolução entre os níveis II e III após a aplicação da Unidade Didática (UD)

Aluno	Afirmações antes da UD	Afirmações depois da UD
D	*Hoje utilizamos muito a energia elétrica, eólica, sol, fontes de energia renovável.*	*Saídas até teria, porém as pessoas teriam que se conscientizar com o tempo e acredito que quando isso acontecer, vais ser tarde para mudar o mundo, que até hoje foi acostumado de um jeito bem diferente.*
K	*Ultimamente a energia vem sendo aproveitada da melhor forma, hoje se obtém energia elétrica transformando muitos outros tipos de energia.*	*Penso que devemos começar a nos conscientizar sobre algo grave que poderá acontecer se não mudarmos nosso modo de vida totalmente.*
V	*Sim, o petróleo vai acabar, porque utilizamos muito e nada é para sempre.*	*Acredito que o petróleo vai acabar no futuro, por que as pessoas utilizam cada vez mais e acham que ainad é pouco.*

Fonte: análise realizada pela autora.

A Tabela 11, a seguir, mostra as frequências inicial e final das concepções e a identificação dos sujeitos em cada nível e em cada momento. As setas indicadas na tabela permitem identificar as evoluções particulares de concepção.

Tabela 11 – Frequência e evolução das concepções dos sujeitos

Nível	Freq. Inicial	Sujeitos	Transições	Sujeitos	Freq. Final
I	14	E, H, J, M, R, T, X D, G, I, K, O, P, W		-	0
II	10	A, B, Q, U, Y, Z F, L, N, V		E, H, J, M, R, T, X A, B, Q, U, Y, Z C, S	15
III	2	C, S		D, G, I, K, O, P, W F, L, N, V	11

Fonte: análise realizada pela autora.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Analisando-se a Tabela 11, percebe-se que 53% dos alunos no início encontram-se no Nível I. Neste nível foram identificadas aquelas ideias que envolvem um não reconhecimento adequado do nosso modelo energético. Aqui se destacam ideias como as que hoje se utilizam muito: energias renováveis ou a de que o petróleo, se acabar, é porque tudo um dia acaba. Estas ideias parecem apontar para uma concepção implícita de crença num crescimento econômico e, portanto, energético, ilimitado.

Após a intervenção didática, percebeu-se que 50% (7 de 14) dos alunos do Nível I conseguiram passar para o II e 40% (4 de 10) passaram do Nível II para o III. Acredita-se que nossa intervenção foi suficiente para atingir os alunos envolvidos na pesquisa para uma evolução do reconhecimento do seu modelo energético onde vivem e do modelo dominante no mundo, fato este que justifica os 50% de mudança de nível.

Já a transição do Nível II para o Nível III, acredita-se que seria necessário um tempo maior de reflexão e pesquisa sobre o assunto, pois embora seja reconhecido o modelo energético dominante, não é suficiente para apontar seu reflexo na economia e desenvolvimento de uma sociedade consumista e baseada num modelo que sempre tentou desenvolver-se. E, além do reconhecimento, apontar saídas para os possíveis problemas que surgirem. Crê-se que isso só será possível de atingir em larga escala, com um tempo maior para exploração mais aprofundada do assunto. Então, poder-se-á concluir que parecer ser mais fácil evoluir do Nível I para o II, do que do Nível II para o III, devido a sua complexidade e tempo de trabalho com o tema.

Assim, observando-se os resultados, considerando-se o pouco tempo de aplicação da Unidade Didática e o fato de que este um assunto é muito amplo, presume-se, ter-se elaborado um material que conseguiu, de certo modo, fazer os alunos refletirem sobre um assunto tão importante como é o da energia e do petróleo em nossa sociedade atual e, com isso, alcançarem alguma evolução nas suas ideias iniciais. De fato, pela Tabela 9, pode-se verificar que somente dois alunos regrediram em níveis, enquanto seis se mantiveram e dezoito avançaram.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Porém ainda temos muito por fazer. Este foi apenas um dos muitos trabalhos que podem ser desenvolvidos sobre este tema crucial para um melhor entendimento do conceito de energia em Física, em geral, trabalhado de maneira tão superficial.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Ao concluir este trabalho, que permitiu o avanço nos estudos, envolvendo as ideias dos alunos e o tema da energia, alguns apontamentos são necessários. Longe de ser o derradeiro fim de pesquisa, considera-se apenas mais uma etapa vencida.

Não se tem dúvidas da relevância do tema escolhido. Trabalhar sobre energia e apontar o petróleo como um recurso dominante no modo de vida é fundamental para se tomar consciência dos problemas que poderão vir a acontecer mais adiante. Problemas este não só ecológicos, mas também econômicos e sociais.

Embora muitos livros didáticos de Física ainda não abordem este assunto, vale ressaltar que; no livro adotado na Escola onde se realizou a aplicação da Unidade Didática, encontram-se algumas informações sobre energia e petróleo como o consumo de energia em alguns países; faz menção também a energia nuclear e hidrelétrica no mundo, além de citar que a energia utilizada, mundialmente, é a de combustíveis fósseis, Isso tudo, porém, não passa de uma folha. Acredita-se que, aos poucos, este será um assunto que fará parte de nossas disciplinas. Afinal, algo terá que ser feito para se amenizarem os problemas.

O presente estudo desenvolveu-se na perspectiva de oferecer contribuições para o Ensino de Física do Ensino Médio através de um tema por nós considerado relevante para os dias atuais. O objetivo principal foi o de analisar como evoluem as

ideias dos alunos sobre o tema energia, em especial o petróleo, através de uma Unidade Didática elaborada especialmente para isso.

No decorrer na aplicação da Unidade Didática, procurou-se desenvolver uma metodologia investigativa, na qual o aluno foi sujeito ativo de sua própria aprendizagem, sempre tentando associar algo novo àquilo que já sabia. Este método, de partir dos conhecimentos prévios, mostrou-se efetivo para promover uma evolução das ideias dos alunos.

Pela análise de dados, evidenciou-se que a maioria dos alunos evoluiu, principalmente do Nível I para o Nível II. Considerando-se o curto espaço de tempo em que foi trabalhada a Unidade, é difícil se esperar uma evolução maior. Para García (2008), é mais fácil um aluno reconhecer seu modelo energético (Nível II), do que fazer apontamentos de soluções (Nível III), já que este é um nível que requer mais tempo e reflexão, em virtude de que, desde que nascemos, fomos condicionados em um mundo *desenvolvido*, consumista e com energia *sobrando*.

Assim, as contribuições que este estudo oferece são:

- metodologia investigativa proporcionou uma maior interação, reflexão e valorização do pensamento do aluno;

- possibilitou aos estudantes serem condutores da construção de seu próprio conhecimento, participando das discussões, expondo suas ideias, buscando leituras complementares, interpretando gráficos e buscando soluções para problemas do seu dia a dia;

- privilegiou a colaboração e a cooperação entre os estudantes, para dar sentido a sua aprendizagem, e entre estudantes e professora;

- permitiu aos estudantes o reconhecimento de nossa matriz energética atual, considerando nossa dependência de fontes não renováveis de energia;

Acredita-se, que a integração entre a metodologia investigativa e o trabalho com as ideias dos alunos possibilitaram um domínio maior de aprendizagem dos alunos e do professor, uma vez que, conhecido o ponto de partida que são suas

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

ideias prévias, fica mais fácil de traçar a rota, caminho a ser seguido até os níveis desejados.

Enquanto professora de Física e Matemática, sempre se procurou conhecer melhor o aluno, proporcionando-se-lhes momentos em que pudesse expor sua ideia e contribuição ao assunto.

Ao aderir à ideia do tema proposto, de certa forma desviou-se um pouco do modo habitual de trabalho, uma vez que não houve preocupação exclusivamente com o conteúdo específico do programa da disciplina e se desenvolveram outras atividades relacionadas ao assunto energia. A atenção estava mais voltada para o aluno e sua aprendizagem através da evolução das suas próprias ideias.

Fazendo uma reflexão sobre a prática docente, esta foi uma experiência diferente do dia a dia em sala de aula, que com certeza muito veio a contribuir para o desenvolvimento profissional. Percebeu-se que se deve ouvir muito mais o aluno. Tem-se que escutá-lo e propiciar momentos em que ele possa expressar sua ideia. Momentos estes muitos significativos, pois coerentes com o que defendem García e García (1999), o sujeito aprende quando consegue relacionar as informações novas com as concepções que já possuía, sendo para isso, fundamental iniciar um novo assunto identificando as ideias dos alunos sobre o tema.

Neste momento, dá-se por encerrada mais uma parte de estudos, na qual se conclui que os objetivos para este trabalho foram alcançados. A Unidade Didática foi eficaz para análise das ideias dos alunos sobre o tema energia e em especial sobre o petróleo. Conseguiu-se também fazer uma reflexão sobre a dependência que se tem dessa fonte e as alternativas para sua aplicação.

Mesmo assim, ressaltam-se alguns pontos que poderiam ser melhorados em caso de uma nova aplicação da Unidade Didática. Por exemplo, se houvesse mais tempo, explorar-se-ia mais as fontes de energia renovável, pois este é um assunto amplo que merece um tempo especial, e quanto mais questionamentos forem realizados, maior será a reflexão e, consequentemente, a aprendizagem.

Por fim, vale ressaltar que este modelo didático investigativo que parte do pensamento dos alunos pode ser adotado e adaptado a qualquer conteúdo e em

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

qualquer disciplina, pois possibilita um trabalho mais amplo e significativo tanto para o aluno como para o professor.

De modo particular, o tema da dependência do petróleo no modelo energético atual, e de modo geral, o da educação para um uso racional da energia ainda tem muito por ser investigado e analisado, muito a se conhecer e muito a ser desvendado diante dos fatos e acontecimentos que se vislumbram e que virão nas próximas décadas ou mesmo anos...

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacaoes/boletimenergia/documentos/boletimenergia019.htm> Acessado em: 21 out. 2009.

Algo Sobre. Disponível em: <http://www.algosobre.com.br/quimica/petroleo.html> Acessado em: 21 out. 2009.

ALVARENGA, B. e MÁXIMO, A. **Física Ensino Médio**.Vol I e II, São Paulo: Scipione, 2007.

BALLENILLA, Fernando. Universidade de Alicante. Disponível em: <http://www.ua.es/personal/fernando.ballenilla> Acessado em: 15 mai. 2009.

BALLENILLA, F.; GARCÍA, J. E.; SÓLIS, M. C.; RODRIGUEZ, F. Investigando el problema del uso de la energía. **Investigación en la Escuela,** n° 63, p.29-45, 2007.

BARBOSA, J. P. V. e BORGES, A.T. O entendimento dos estudantes sobre energia no início do Ensino Médio. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**, V.23, nº2, p. 182 –217, 2006.

BRASIL, Ministério da Educação, **Parâmetros Curriculares Nacionais**, Ensino Médio, Vol. Único. Brasília; MEC, 1999.

CRESWELL, J. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto.** 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

COOK, E. **Programa de Pós Graduação de Nucleo de Energia da UFRGS.** (mineo). 1971.

CUBERO, R. **Como trabajar com las ideas de los alumnos.** Sevilha: Díada, 1999, 5ª ed. 2000.

STREET, G. C. **Introducing Renewable Energy**, New York, Oxford, 2004.

DRIVER, R.; SQUIRES, A.; RUSHWORTH, P.; WOOD-ROBINSON, V. **Dando sentido a la ciencia en secundaria: investigacines sobre las ideas de los niños**. Madrid: Visor, 1999.

GARCÍA, J. E. GARCÍA, F.F. **Aprender Investigando: Una propuesta metodológica basada em la investigación** Sevilha: Díada, 1999.

_____.García, J. E.. ¿Por qué no convence? Uma reflexión sobre lãs causas de La resistência al cambio de lãs concepciones de Estudiantes de Magisterio em relacion com La temática energética. **Encontro da Rede IRES sobre ". Crisis enegética y educación para la sostenibilidad desde la persperctica del IRES**.http://www.redires.net/Tercera_web_IRES/biblioteca.htm, 2008.

GONZÁLEZ, J. F.; ESCARTÍN, N. E.; JIMÉNEZ, T. M.; GARCÍA, J. F. R. **Como hacer unidades didáticas innovadoras**. Sevilha: Díada, 1999.

HARRES, J.B.S. A energia na questão da competitividade: A abordagem segundo a busca do desenvolvimento sustentável. **Estudo e Debate**, Lajeado, V. 3, nº1, p. 85-103, 1996.

_____. Desvinculação entre avaliação e atribuição de nota: análise de um caso no ensino de Física para futuros professores. **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**. V.5, nº1, 2003. p. 43-52

HARRES, J.B.S.; PIZZATO, M. C.; SEBASTIANY, A. P. ; FONSECA, M. C. ; PREDEBON, F. e HENZ, T. Uma estrutura curricular para favorecer a evolução inicial de futuros professores de ciências. **Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnologia. Universidad Pedagógica Nacional** JCR, Bogotá, Colômbia, v. 18, p. 107-120, 2005.

HEWITT, P. **Física Conceitual**, Porto Alegre: Bookman, 2006.

International Energy Agency. Disponível em: <http://www.iea.org> Acessado em: 15 mai. 2009.

Investigación y Renovación Escolar. Disponible em: <http://www.redires.net/?q=crisis_energetica> Acessado em: 15 mar. 2010.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**. Porto Alegre, nº 37. Março 1999.

O Insurgente. Gráfico do Preço do Petróleo. Disponível em: <http://oinsurgente.files.wordpress.com/2008/03/brent_index.jpg> Acessado em: 28 abr. 2009.

Revista National Geographic. Conta-Gotas. Junho de 2008, p.115 – 119.

SHAH, S. **A história do Petróleo**. Porto Alegre: LPM, 2007.

SOLOMON, J. **Getting to know about energy in school and society.** London: The Palmer Press, 1992.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

TRIVIÑOS, A.N.S. **Introdução a pesquisa em Ciências Sociais.** São Paulo: Atlas, 1987.

Wikipédia. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Organização_dos_Paises_Exportadores_de_Petroleo> Acessado em: 21 out. 2009.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

ANEXOS

UNIVATES

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A - Modelo do documento de autorização da direção da Escola Estadual de Ensino Médio Nova Bréscia, de Nova Bréscia - RS, onde ocorreu a parte empírica da pesquisa 78

ANEXO B – Atividades trabalhadas com os alunos no desenvolvimento da Unidade Didática.....79

ANEXO C – Fotos do painel informativo construído na Atividade 07.....95

ANEXO A - Modelo do documento de autorização da direção da Escola Estadual de Ensino Médio Nova Bréscia, de Nova Bréscia, onde ocorreu a parte empírica da pesquisa.

AUTORIZAÇÃO

A Escola Estadual de Ensino Médio Nova Bréscia de Nova Bréscia/RS, autoriza a professora e pesquisadora, Andréia Spessatto De Maman, regente de classe do 2º ano, do turno da manhã, a realizar uma pesquisa junto a esses alunos durante o ano de 2009. O trabalho envolvendo "Energia, Petróleo e Física", integrará o estudo que resultará em uma Dissertação de Mestrado do Curso que faz parte do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas – PPGECE, do Centro Universitário UNIVATES, Lajeado/RS.

Nova Bréscia, agosto de 2009.

_____

Direção

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

ANEXO B – Atividades desenvolvidas com os alunos no desenvolvimento da Unidade Didática

Atividade 1 - Questionário de ideias prévias

01. O que lembra a você a palavra energia?
02. Para realização de nossas atividades diárias necessitamos de energia. Liste as atividades que você faz ao levantar pela manhã até a hora do almoço. De onde obtemos esta energia?
03. Nossos avós usavam as mesmas formas de energia que nós atualmente? Caso sua resposta seja não, quais as formas de energia que eles usavam?
04. Que mudanças são visíveis na utilização dessas formas de energia nos dias de hoje, ano de 2009?
05. Que tipo de energia você acredita ser aquela que mais é gasta em sua casa no decorrer de um mês?
06. E qual é o tipo de energia que você acredita ser a que custa mais caro no orçamento familiar?
07. Em relação ao petróleo: Onde podemos encontrá-lo? Em que zonas da Terra você crê que estão as maiores reservas de petróleo?
08. Como o petróleo se forma?
09. E como o usamos?
10. Você pensa que o petróleo vai acabar um dia? Por quê?
11. Se você pensa que sim, quando começaremos a notar que o petróleo está acabando?
12. E como você imagina que começaremos a perceber isso em nosso dia a dia?
13. Enumere de 01 a 03, colocando em ordem crescente, em que você acredita que o petróleo vai influenciar mais. Nos

( ) Transportes
( ) Alimentos
( ) Agricultura
( ) Indústrias / fábricas
( ) Informática / tecnologias
( ) Laser / turismo
( ) Bem-estar social

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Atividade 2 – Discussão em pequeno e grande grupo das questões 01 a 06 do questionário de ideias prévias

Agora, discuta com seus colegas formando um pequeno grupo de quatro a seis pessoas, as questões 01 à 06 do questionário que você acabou de responder. Compare a sua resposta com a de seus colegas de grupo e, se sentir necessidade, modifique-as escrevendo abaixo em que suas ideias mudaram. Faça isso sem apagar a resposta anterior. Em caso de não haver mudança na sua resposta, escreva apenas “idem”.

Atividade 3 - Construção da matriz energética domiciliar

Nesta atividade, que será realizada individualmente, cada aluno irá realizar um levantamento da matriz energética da sua casa, isto é, a proporção e o custo de como as diferentes formas de energia são utilizadas durante um intervalo no tempo de um mês.

Com esta atividade, se quer que o aluno analise o custo energético e monetário que sua família gasta por mês e o quanto isso está relacionado a fontes de energia renováveis ou não-renováveis.

Somar-se-ão os valores energéticos renováveis e não-renováveis para comparar o quanto isso representa no total.

Procure preencher o quadro abaixo com os valores energéticos gastos na sua residência no período de um mês. Calcular em Megacalorias (10^6cal) ou 1000 kcal cada uma das energias informadas no quadro a seguir.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Energético	Características	Consumo Mensal (Mcal)	Preço (R$)	Custo em R$ por Mcal	Percentual do consumo de energia	Percentual do consumo em R$
Diesel	Cada litro libera 10.000 kcal					
Gasolina	Cada litro libera 7.000 kcal					
Álcool	Cada litro libera a 6.600 kcal					
Lenha $1m^3$ empilhada	Cada “estéreos” com 400 kg (25% de umidade) libera 3.000 kcal/kg					
Carvão vegetal	1 tonelada libera 7000 kcal.					
Gás de cozinha – GLP	Cada butijão de 13 Kg libera 10.000 kcal					
Energia elétrica	Cada kWh equivale a 860 Kcal					
Alimentos	Cada pessoa consome, no mínimo, por dia 2500 Kcal					

As questões abaixo serão respondidas após a construção dos gráficos.

a) Qual das energias é mais consumida em sua casa?

b) Ela representa o maior custo?

c) Por que ela é a mais consumida? Onde ela é usada?

d) Faça um comparativo com aquilo que você responder nas questões 05 e 06 do questionário de ideias prévias.

e) O que você pensava sobre fontes energéticas e custos energéticos? E o que você pensa agora?

Atividade 4 – Discussão em pequeno e grande grupo das questões 07 a 13 do questionário inicial de ideias prévias

Junte-se em pequenos grupos, agora para discutir as questões 07 a 13 do questionário inicial e, se sentir necessidade de reformulá-las, escreva-a novamente, sempre sem apagar a sua primeira resposta.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Atividade 5 – Análise histórica do descobrimento e extração do petróleo e previsões para o futuro (Atividade adaptada do site de Fernando Ballenilla)

Análise histórica e previsão de descobrimento e de extração do petróleo

Os dados da tabela abaixo foram obtidos nos registros da Association of Pick Oil (ASPO) a qual apresenta, desde 1930 até o ano de 2006 o total mundial de reservas de petróleo existente e o total mundial "produzido", isto é, extraído. Os valores estão expressos em bilhões de barris (Gigabarris = Gb = 10^9b) e podem apresentar uma imprecisão da ordem de 3 anos (isto é, em função da incerteza dos dados coletados, não é recomendável fazer análises pontuais ano a ano, mas sim em grupo de no mínimo 3 anos). Um barril equivale a aproximadamente a 170 litros e, portanto, um milhão (10^6) de barris teria um volume aproximadamente igual a um dos prédios da escola. Assim, 1Gb equivale a 10^3 ou mil prédios da escola.

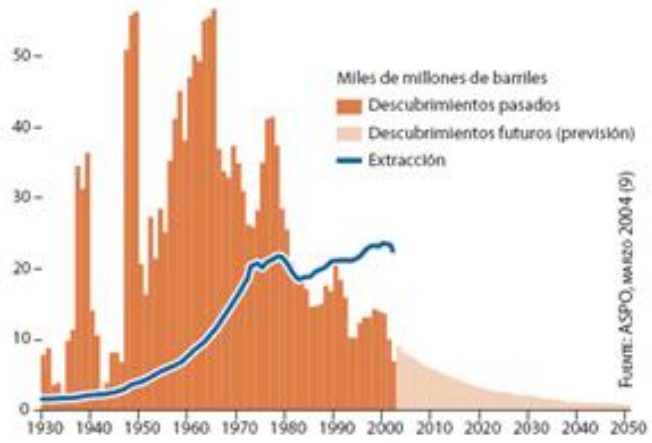


Tabela de descobrimento e exytação em escala de 5 em 5 anos.

Ano	D	E	Ano	D	E	Ano	D	E	Ano	D	E	Ano	D	E	Ano	D	E
1935	26	14	1955	113	29	1975	145	90	1995	66	105	**2015**			**2035**		
1940	113	23	1960	184	35	1980	185	100	2000	51	113	**2020**			**2040**		
1945	38	22	1965	258	44	1985	101	77	2005	45	126	**2025**			**2045**		
1950	176	27	1970	198	65	1990	77	100	**2010**			**2030**			**2050**		

Legenda: D – Descobrimento E – Extração

Baseando-se no gráfico e na tabela acima, solicitou-se aos alunos que preenchessem os espaços em branco até 2050 de acordo com o que eles achassem coerente com a situação atual de extração e descoberta de petróleo

dos dias atuais com as suas previsões. Não era necessário que se preocupassem, poderiam colocar valores “chutados” (tentativas) na tabela.

Tabela de descobrimento e extração em escala anual.

Ano	D	E	Ano	D	E	Ano	D	E	Ano	D	E	Ano	D	E	Ano	D	E
1931	7	2	1951	20	5,5	1971	35	16	1991	20	20,5	2011			2031		
1932	8	3	1952	16	6	1972	31	17	1992	17	20,5	2012			2032		
1933	4	3	1953	27	6	1973	26	19	1993	15	21	2013			2033		
1934	4	3	1954	21	6	1974	25	20	1994	8	21,5	2014			2034		
1935	3	3	1955	29	6,5	1975	28	18	1995	6	21,5	20**15**			20**35**		
1936	9	4	1956	25	6,5	1976	35	19	1996	8	22	2016			2036		
1937	11	4	1957	35	6,5	1977	41	20	1997	8	22,5	2017			2037		
1938	35	4	1958	41	7	1978	42	20	1998	9	23	2018			2038		
1939	32	4	1959	45	7	1979	38	21	1999	11	22,5	2019			2039		
1940	36	3	1960	38	7,5	1980	29	20	2000	15	23	20**20**			20**40**		
1941	14	4	1961	47	7,5	1981	26	19	2001	15	24	2021			2041		
1942	10	4	1962	50	8	1982	21	18	2002	12	25	2022			2042		
1943	3	4	1963	50	9	1983	19	18	2003	7	25,5	2023			2043		
1944	4	5	1964	55	9,5	1984	18	19	2004	6	25,5	2024			2044		
1945	7	5	1965	56	10	1985	17	19	2005	5	25,5	20**25**			20**45**		
1946	8	5	1966	57	11	1986	15	19	2006	7	26	2026			2046		
1947	6	5	1967	37	12	1987	14	20	2007			2027			2047		
1948	51	5,5	1968	34	13	1988	15	20	2008			2028			2048		
1949	55	5,5	1969	33	14	1989	17	20,5	2009			2029			2049		
1950	56	5,5	1970	37	15	1990	16	21	**2010**			20**30**			**2050**		

Fonte: Association of Pick Oil (2007) baseado nos dados da ExxonMobil.
Legenda: D – Descobrimento E - Extração

Agora, em dupla e no laboratório de informática, será construído um gráfico do descobrimento de reservas e de extração do Petróleo desde 1930 até 2050, colocando-se cada ano na horizontal e o total de Gb na vertical. O gráfico será construído com a ajuda do programa Excel. Para os espaços em branco preencha de acordo com a tabela de escala de 5 em 5 anos (já marcados) e nos outros intermediários coloque os valores estimados.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Atividade 6 – Leitura e discussão de um artigo de divulgação científica sobre o fim do petróleo

Nesta atividade far-se-á a leitura de um artigo de divulgação científica, e após a leitura, cada aluno fará uma crítica ao artigo em seu caderno. Esta será comentada para os demais colegas.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Sobe a demanda por petróleo, mas a produção chega a seu limite.

Conta-gotas

POR PAUL ROBERTS

De uma plataforma ao largo da Terra Nova a um posto de gasolina em Lianyungang, na China, a dependência de petróleo está nos levando a prospectar novas reservas.

NO ANO 2000, um especialista saudita em petróleo, o geólogo Sadad I. Al Husseini, fez uma descoberta surpreendente. Na época, ele era chefe do departamento de exploração e produção da companhia petroleira estatal, a Saudi Aramco, e havia muito desconfiava das previsões otimistas que se faziam no setor a respeito dos níveis de produção futuros. Desde a década de 90 Husseini vinha estudando dados oriundos dos cerca de 250 principais campos petrolíferos, aqueles que produzem a maior parte do petróleo mundial. Em cada um deles, ele levou em conta o nível das reservas e a rapidez com que estas estavam sendo exauridas. Em seguida, acrescentou todos os novos campos que as empresas petroleiras esperavam colocar em atividade nas décadas seguintes. Ao examinar os números, Husseini percebeu então que muitos especialistas do setor estavam "ou equivocados na interpretação dos dados sobre as reservas globais e extração efetiva, ou então agindo de má-fé".

Embora as previsões mais aceitas indicassem um aumento constante da produção ano após ano, de acordo com uma grande curva ascendente que acompanhava a demanda global, os cálculos de Husseini mostravam que a produção iria se estabilizar e isso começaria a ocorrer já em 2004. Esse patamar de produção iria durar, na melhor das hipóteses, apenas 15 anos, depois dos quais a extração de petróleo convencional entraria em "gradativo mas inexorável declínio".

Esse está longe de ser o tipo de cenário que esperaríamos da Saudi Aramco, companhia que controla as maiores reservas do combustível do mundo – cerca de 260 bilhões de barris, ou seja, um quinto de todo o petróleo cru conhecido – e que rotineiramente alega que haverá abundância ainda por décadas. Na verdade, Ali al-Naimi, o ministro do Petróleo saudita, deu pouco crédito

RANDY OLSON (NO ALTO); WANG CHUN, CHINA PHOTO PRESS/GETTY IMAGES

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

às conclusões do relatório de Husseini. Em 2004, ele demitiu-se da Aramco para ser consultor independente. Contudo, se Husseini estiver correto em suas colocações, uma mudança dramática é iminente em um mundo cujos sistemas essenciais, dos transportes à produção de alimentos, dependem do combustível abundante e barato.

Husseini não é o primeiro a alertar para um pico na produção global de petróleo. Por décadas, geólogos postularam que, quando tivermos esgotado metade das reservas originais do planeta, o uso da outra metade vai se tornar a cada ano mais difícil – até se tornar impossível. Ou seja, a produção global vai parar de crescer. Estejamos preparados ou não, teremos de enfrentar um futuro sem petróleo – um futuro que poderia ser marcado pela recessão e pela guerra.

Os prognósticos relativos a esse momento de inversão da tendência de crescimento são controversos – não porque alguém acredite que o petróleo vai durar para sempre, mas porque ninguém sabe de fato quanto combustível há no subsolo. Os chamados pessimistas do setor petroleiro argumentam que esse ponto é iminente, ou mesmo já ocorreu, e está mascarado pelas flutuações diárias na produção.

Por outro lado, os otimistas insistem em que o ponto de inflexão só vai ocorrer daqui a décadas, pois o mundo ainda tem muito petróleo a ser extraído ou achado, assim como imensas reservas de petróleo "não convencional", como os maciços depósitos de areia betuminosa no oeste do Canadá. Os otimistas frisam que, no passado, sempre que os catastrofistas anunciaram a "iminência" de um pico, a descoberta de um novo campo ou o aperfeiçoamento de técnicas extrativas permitiram que a produção continuasse a aumentar.

Muitos especialistas insistem em argumentar que os atuais preços elevados são temporários, conseqüência de gargalos técnicos, do crescimento abrupto da demanda asiática e da desvalorização do dólar em relação às outras moedas. "As pessoas vão chegar ao fim da demanda antes de acabar o petróleo", declarou, no início do ano, o economista-chefe da companhia petroleira BP. Outros otimistas, contudo, já começam a vacilar. Em condições normais, os preços mais altos levam as companhias do ramo a investir mais em novas tecnologias de extração e no aproveitamento de campos petrolíferos menos acessíveis. A elevação nos preços que se seguiu à guerra entre Irã e Iraque, na década de 80, por exemplo, acabou incentivando de tal modo a exploração que os mercados ficaram inundados de tanto combustível. Todavia, nos últimos anos, a despeito de um aumento sustentado nos preços, a produção mundial de petróleo convencional manteve-se em torno de 85 milhões de barris diários – exatamente o patamar no qual, segundo os cálculos de Husseini, ela começaria a se estabilizar.

O PICO
Não se sabe quanto petróleo resta na Terra. Mesmo os cenários otimistas supõem que logo alcançaremos o pico da produção, ou seja, o ponto em que metade de todas as reservas mundiais já terá sido extraída.

A mudança é tão nítida que o próprio setor petroleiro sofreu um abalo em sua confiança. No início do segundo semestre de 2007, depois que a Agência Internacional de Energia divulgou uma previsão segundo a qual a demanda global cresceria mais de um terço até 2030, chegando a 116 bilhões de barris diários, executivos de empresas do ramo manifestaram dúvidas quanto à viabilidade de aumentar a produção nesse ritmo. Em uma conferência em Londres, Christophe de Margerie, responsável pela gigante petroleira francesa Total, declarou que "a possibilidade otimista" era de produção máxima diária de 100 milhões de barris – ou seja, antes mesmo de 2020 a demanda global poderia ultrapassar a capacidade produtiva do setor. E, em janeiro, o principal executivo da Royal Dutch Shell, Jeroen van der Veer, estimou que "depois de 2015 os suprimentos de petróleo e gás de fácil acesso deixarão de crescer no mesmo ritmo que a demanda".

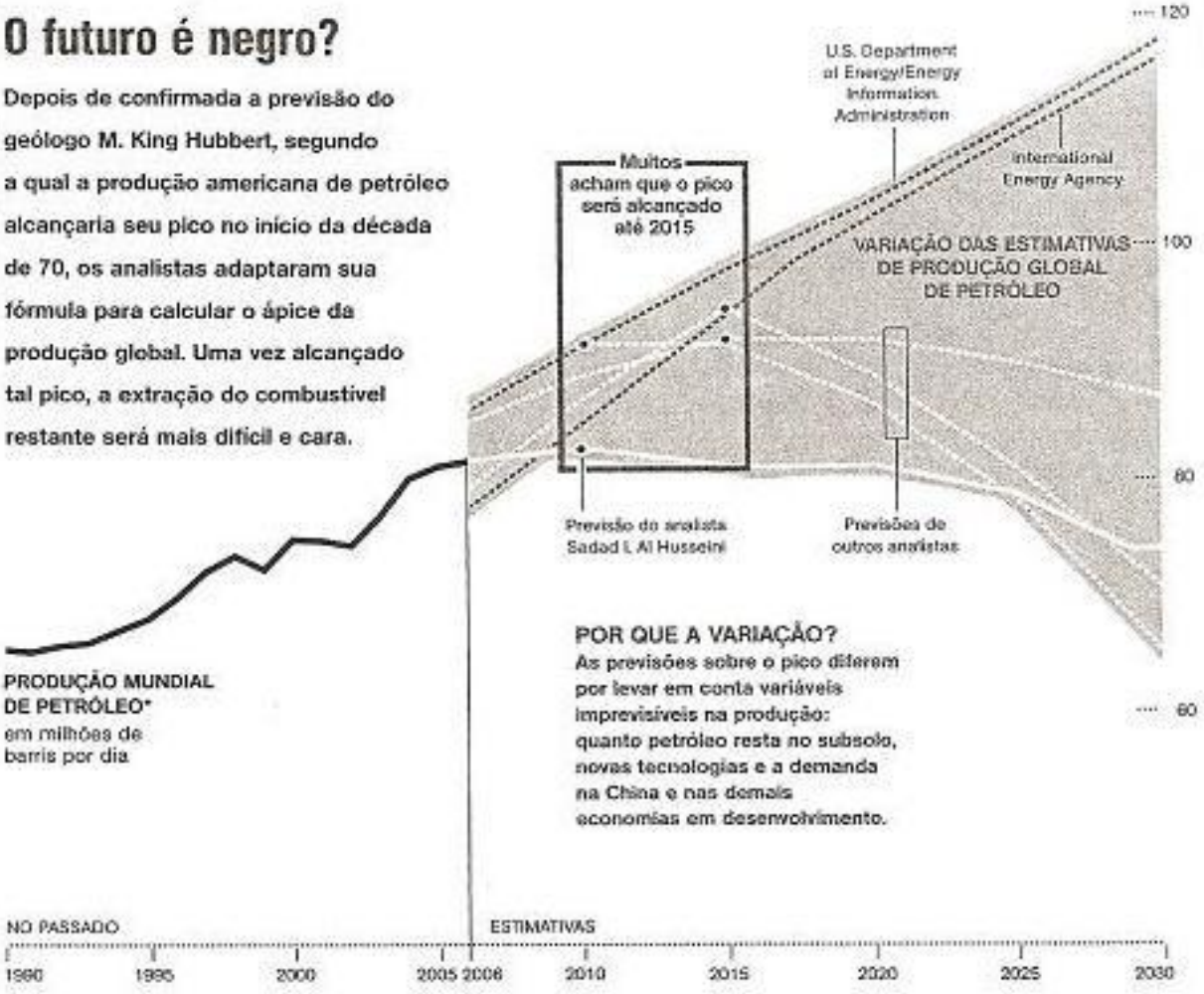
Na concepção dos petroleiros veteranos, fatores políticos e econômicos no nível do solo, e

Paul Roberts é o autor de The End of Oil, *publicado em 2004. Seu novo livro,* The End of Food, *sairá este ano pela editora Houghton Mifflin Harcourt.*

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

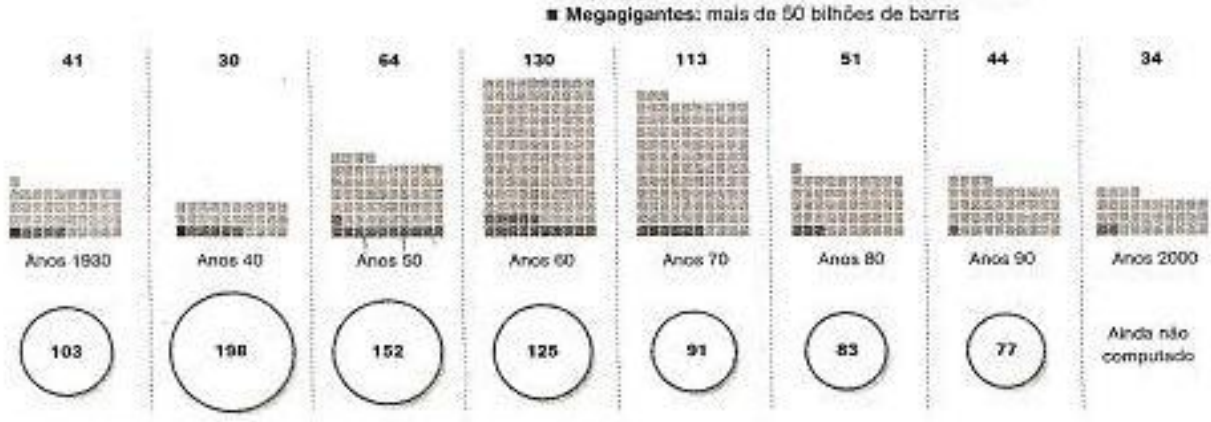
O futuro é negro?

Depois de confirmada a previsão do geólogo M. King Hubbert, segundo a qual a produção americana de petróleo alcançaria seu pico no início da década de 70, os analistas adaptaram sua fórmula para calcular o ápice da produção global. Uma vez alcançado tal pico, a extração do combustível restante será mais difícil e cara.



O limite dos gigantes

Mais de um terço do petróleo mundial vem de campos enormes e de fácil exploração. Mas o ritmo em que são descobertos novos campos similares, assim como a produção de cada um deles, vem caindo há décadas. O maior campo ativo continua sendo uma área descoberta na Arábia Saudita em 1948.



ATUAL PRODUÇÃO MÉDIA POR CAMPO em milhares de barris por dia

*PRODUÇÃO MUNDIAL INCLUI PETRÓLEO CRU, DERIVADOS LÍQUIDOS DE GÁS NATURAL, OUTROS DERIVADOS LÍQUIDOS E GANHOS OU PERDAS DE PROCESSOS DE REFINO.

HIRAN HENRIQUEZ
FONTES: BP; M.K. HORN; NATIONAL PETROLEUM COUNCIL; PEAK OIL NETHERLANDS FOUNDATION

não fatores geológicos no subsolo, constituem os principais obstáculos para o incremento da produção. Sabe-se que o Iraque conta com imensas reservas. No entanto, ele produz apenas um quinto do alcançado pela vizinha Arábia Saudita. E, em países como a Venezuela e a Rússia, as companhias estrangeiras têm de enfrentar uma legislação que restringe sua capacidade de explorar novos poços e realizar obras de infra-estrutura.

Todavia, até os otimistas admitem que os limites físicos já são visíveis no horizonte. Basta levar em conta o ritmo de novas descobertas. O volume descoberto a cada ano vem se reduzindo desde o início da década de 60 – a despeito de assombrosos avanços tecnológicos, entre os quais sistemas digitais de levantamento sísmico que permitem aos técnicos distinguir os depósitos de petróleo muito abaixo da superfície da Terra. Outro motivo para o declínio é estritamente aritmético: a maioria dos campos grandes e fáceis de localizar – os chamados "elefantes" – foi descoberta décadas atrás, e os remanescentes tendem a ser bem menores. Estes não apenas são mais difíceis de ser encontrados do que os campos maiores como também precisam ser descobertos em maior número para que se extraia a mesma quantidade de petróleo. Em novembro de 2007, por exemplo, executivos do setor ficaram entusiasmados com o anúncio da existência, ao largo da costa brasileira, de um campo que foi batizado de Tupi, a maior descoberta nos últimos sete anos. Embora se estime que contenha cerca de 8 bilhões de barris, o campo de Tupi tem cerca de 1/15 do tamanho do lendário campo saudita de Ghawar, que continha 120 bilhões de barris na época de sua descoberta, em 1948.

Além disso, é mais dispendioso manter em funcionamento os campos menores. Tal variação de custo é um dos motivos pelos quais o setor prefere depender de campos enormes – além do fato de estes fornecerem mais de um terço da produção mundial. Como a maioria dessas grandes descobertas foi feita há várias décadas, boa parte do petróleo que consumimos vem de campos maduros que agora estão se aproximando de seu pico de produção ou já começaram a declinar. Por exemplo: a produção está caindo nas antes prolíficas regiões do mar do Norte e da North Slope ("Encosta Norte"), no Alasca.

Em termos globais, a produção dos campos em operação está caindo até 8% ao ano, o que significa que as companhias petroleiras precisam criar uma capacidade adicional de até 7 milhões de barris diários apenas para manter os níveis atuais – além de vários outros milhões de barris para atender ao crescimento da demanda, em torno de 1,5% por ano. Mas, com custos crescentes e obstáculos políticos, a descoberta desses novos barris está cada vez mais difícil. Muitas grandes empresas petroleiras, como a Shell e a estatal mexicana Pelmex, estão na verdade encontrando a cada ano menos petróleo do que vendem.

Outras opções

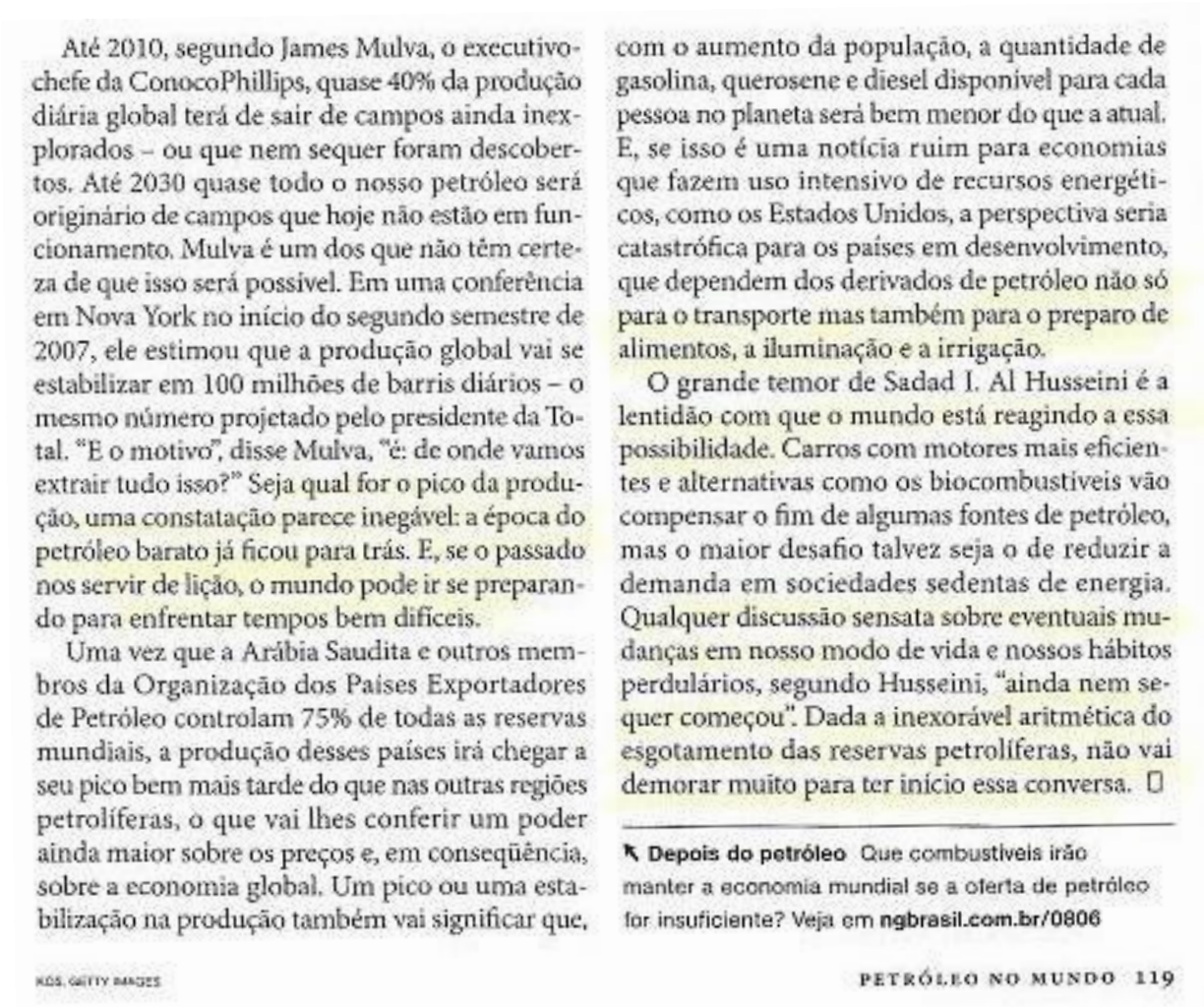
À medida que o petróleo líquido fica mais caro e de localização difícil, cientistas e empresários buscam maneiras de obter combustível de fontes alternativas.

BIOCOMBUSTÍVEIS
Combustíveis renováveis produzidos com sementes, caules e plantas oleaginosas podem ajudar. O etanol de cana-de-açúcar já é comum nos tanques de gasolina no Brasil.

CARVÃO
Submetido a pressão e temperatura elevadas, o abundante carvão mineral pode virar combustível líquido. Mas o custo da liquefação é alto e resulta em grande emissão de dióxido de carbono.

AREIA BETUMINOSA
O alcatrão pode ser extraído dessa areia achada no oeste do Canadá e transformado em petróleo cru. O processo, porém, requer água e energia, às vezes gerada por gás natural.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)



Até 2010, segundo James Mulva, o executivo-chefe da ConocoPhillips, quase 40% da produção diária global terá de sair de campos ainda inexplorados – ou que nem sequer foram descobertos. Até 2030 quase todo o nosso petróleo será originário de campos que hoje não estão em funcionamento. Mulva é um dos que não têm certeza de que isso será possível. Em uma conferência em Nova York no início do segundo semestre de 2007, ele estimou que a produção global vai se estabilizar em 100 milhões de barris diários – o mesmo número projetado pelo presidente da Total. "E o motivo", disse Mulva, "é: de onde vamos extrair tudo isso?" Seja qual for o pico da produção, uma constatação parece inegável: a época do petróleo barato já ficou para trás. E, se o passado nos servir de lição, o mundo pode ir se preparando para enfrentar tempos bem difíceis.

Uma vez que a Arábia Saudita e outros membros da Organização dos Países Exportadores de Petróleo controlam 75% de todas as reservas mundiais, a produção desses países irá chegar a seu pico bem mais tarde do que nas outras regiões petrolíferas, o que vai lhes conferir um poder ainda maior sobre os preços e, em conseqüência, sobre a economia global. Um pico ou uma estabilização na produção também vai significar que, com o aumento da população, a quantidade de gasolina, querosene e diesel disponível para cada pessoa no planeta será bem menor do que a atual. E, se isso é uma notícia ruim para economias que fazem uso intensivo de recursos energéticos, como os Estados Unidos, a perspectiva seria catastrófica para os países em desenvolvimento, que dependem dos derivados de petróleo não só para o transporte mas também para o preparo de alimentos, a iluminação e a irrigação.

O grande temor de Sadad I. Al Husseini é a lentidão com que o mundo está reagindo a essa possibilidade. Carros com motores mais eficientes e alternativas como os biocombustíveis vão compensar o fim de algumas fontes de petróleo, mas o maior desafio talvez seja o de reduzir a demanda em sociedades sedentas de energia. Qualquer discussão sensata sobre eventuais mudanças em nosso modo de vida e nossos hábitos perdulários, segundo Husseini, "ainda nem sequer começou". Dada a inexorável aritmética do esgotamento das reservas petrolíferas, não vai demorar muito para ter início essa conversa. □

↖ **Depois do petróleo** Que combustíveis irão manter a economia mundial se a oferta de petróleo for insuficiente? Veja em **ngbrasil.com.br/0806**

KOS, GETTY IMAGES

PETRÓLEO NO MUNDO 119

Atividade 7 – Pesquisa dos alunos e exposição de notícias atuais sobre o tema através de um painel

Cada grupo fará uma pesquisa bibliográfica, pesquisando em diferentes fontes como internet, revistas, livros, jornais entre outros, sobre o petróleo destacando os seguintes aspectos:

- Como ele se forma e onde é encontrado;
- Quais são os países produtores, exportadores, consumidores e importadores de petróleo;
- Oriente Médio;
- Petróleo no Brasil e tipos de petróleo;
- O uso do petróleo e seus derivados;
- Destilação do petróleo;
- Indústrias petrolíferas;
- OPEP;

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

- Quais e quantas são as reservas conhecidas;
- Preço do barril atualmente.

Após a pesquisa, montar-se-á um painel informativo com os dados encontrados e expor-se-á este painel no corredor na escola.

Atividade 8 – Aula expositiva com informações sobre o fim do petróleo barato

Nesta atividade apresentar-se-ão lâminas sobre o fim do petróleo barato.

Petróleo

Andréia Spessatto De Maman

Centro Universitário UNIVATES

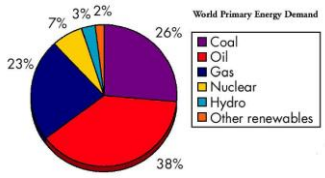
Junho, 2009

Questões para discussão:

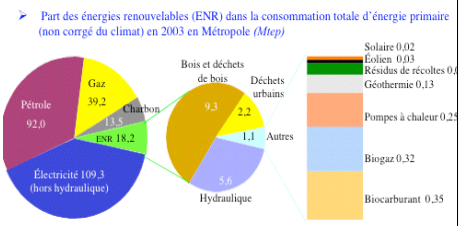
1 - O petróleo vai acabar um dia?
2 - É possível viver sem petróleo?
3 - Existe outra alternativa em larga escala?
4 - Pode haver crescimento sem fim?

2 - É possível viver sem petróleo?

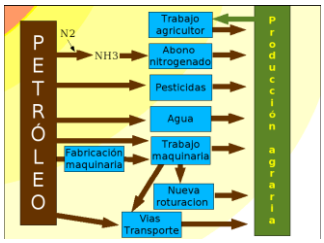
Matriz Energética Mundial em 2000
(Boletim da AIE, 2002, p.59)



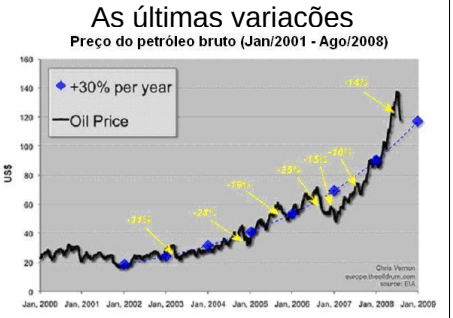
Matriz Enérgica da França em 2003
(La Herrere, 2005)



O "financiador" invisível
("A dependência energética da agricultura",
F. Ballenilla, 2004)



As últimas variacões

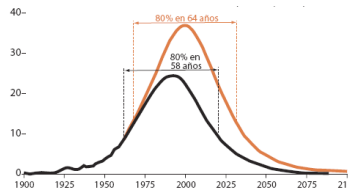


BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

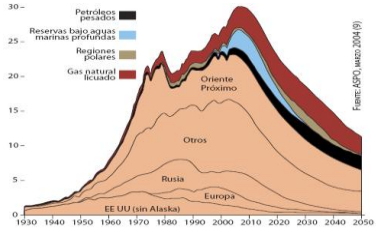
3 - O petróleo vai acabar um dia?

Projeção do esgotamento das reservas mundiais de petróleo
(King Hubber, Scientific American,1971)

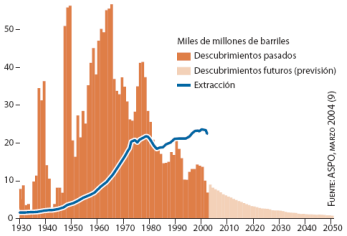


Previsão do pico de extração

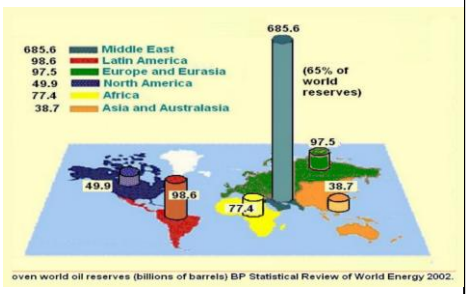
(em bilhões de barris por ano)



Um déficit de crescimento



E onde estão as reservas?



Descobertas de grandes campos e produção média

(National Geographic, jun. 2008)

Década	Gigantes (de 500 milhões a 5 bilhões)	Super gigantes (de 5 a 50 bilhões)	Mega gigantes (mais de 50 bilhões)	Total de campos	Produção média por campo (mb/dia)
30	36	4	1	41	103
40	24	5	1 (maior)	30	198
50	53	11	0	64	152
60	115	15	0	130	125
70	108	5	0	113	91
80	48	3	0	51	83
90	43	1	0	44	77
2000	32	2 + Brasil ??	0	34	?

Agencia Internacional de Energia

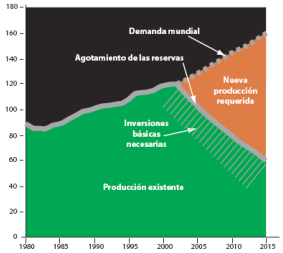
(El tiempo, Colômbia, nov./07)

'En el 2015 escaseará el petróleo'

La AIE presentó un panorama caótico de la demanda de energía mundial para los próximos años.

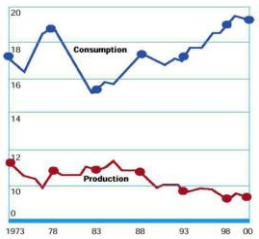
Previsão de demanda de petróleo e gás em uma economia mundial em crescimento

(em Gb, Exxon Mobil, 2004)



Dependência Americana da Importação do Petróleo

(em Gb, Depto. de Energia USA)



BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

A mãe de todas as crises de energia
(Robert Hirsh, consultor em energia)

- Relatório Hirsch: a percentagem de declínio na oferta mundial de petróleo e a percentagem de declínio no PIB mundial foi estimada em aproximadamente 1:1
- Isto é, um declínio de 1% na produção mundial de petróleo criaria uma redução de 1% no PIB mundial.
- Qual seria o impacto da escassez mundial de petróleo a crescer a 2% a 5% ao ano ao longo de um longo período?

O embargo de 1973 chegou de surpresa... (1)

- Alguns especialistas previram uma crise, mas não com a dimensão vista...
- Compras de pânico provocaram demanda extra e mais aumento de preço...
- No Japão o papel higiênico quadruplicou de preço (tal como o do petróleo).
- As privações, a escassez e a amargura dos anos do pós-guerra voltaram...
- O crescimento econômico dos anos 50 e 60 se mostraram precários...

O embargo de 1973 (2)

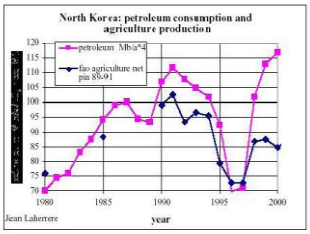
- Na Inglaterra: dificuldade de substituição pelo carvão nas usinas → falta de eletricidade → semana de trabalho de 3 dias na indústria → casas sem aquecimento → paralisação total da economia.
- Na Europa Ocidental: estradas vazias → bicicletas e cavalos por todo lado
- Nos Estados Unidos: gasolina subiu "de cara" 40% → depois: aumentos diários → filas de carros por desabastecimentos e falta de U$ para abastecer
- Resumindo: Hiperinflação, desemprego, recessão...

Fonte: Armando Paez en "La dimensión sociopolítica del fin del petróleo: Desafíos a la sostenibilidad", México) (Ballenilla, 2004)

Outro aviso: Coréia do Norte em 1990

- Transporte, produção de ferro e cimento caíram 40%
- Residências, hospitais e saneamento básico sem energia
- Na agricultura não havia fertilizantes, energia para tratores, produção de máquinas, transporte aos mercados, eletricidade para bombas d'água, etc.
- No meio rural mais consumo de carvão e lenha: doenças, desmatamento, erosão, colheitas menores, etc.
- Mais trabalho braçal, mais animais de tração e menos alimentos: 60% das crianças com mal nutrição crônica e peso muito abaixo do normal.
- Mais doenças, menos preparo aos desastres naturais, infra-estrutura danificada e sem reparar.

O colapso da agricultura pela falta de petróleo



Tomado de " Simulando la futura producción de petróleo, la población y la economía" (Modeling future oil production, population and the economy, fichero PDF, 2,91 MB)

E se não for de surpresa?

- Se o declive real do petróleo for de 3% ao ano, a extração em 2020 será a mesma de 1990.
- Aparentemente insignificante, na realidade, é um fato devastador porque implica que a economia baseada no petróleo estará em um declive permanente e terminal
- Acabará a confiança no crescimento permanente do qual depende o sistema financeiro.
- Sem a expectativa de um crescimento contínuo, acabará a concessão e a obtenção de financiamentos.
- **Haverão poucas coisas fiáveis nas quais investir....**

Dois princípios básicos

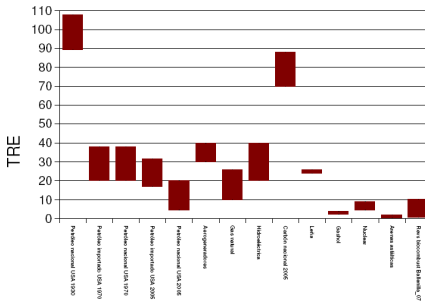
1º "Produzir" (extrair) energia fóssil consome energia: Se a energia que gastamos em "produzir" energia é superior à energia obtida, ***por mais que o mercado suba seu preço, deixar-se-á de "produzir"(extrair);***

2º Usar, transportar ou armazenar energia também consome energia: Por mais que o petróleo nos encante (devido a sua versatilidade como combustível e porque, de repente, deixarão de funcionar uma porção de máquinas: tratores, carros, aviões, locomotivas, barcos, bombas...) quando disparar o seu preço, **não fabricaremos petróleo**

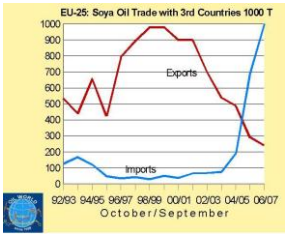
5 - Existe outra alternativa em larga escala?

- **Hidrogênio:** custo energético do processo: 1,3.
- **Fotovoltaica:** 120 km^2 de cobertura equivale a um posto de gasolina!
- **Eólica:** 50 milhões de geradores necessitam da produção de aço mundial de 15 anos.
- **Nuclear (urânio):** substituto só para 8 anos.
- **Carvão:** EUA: com petróleo, 200 anos; sem, 40anos.

Taxa de Retorno Energético
(Hall e Cleveland, 2006)



Parece que a “loucura” apenas começou...



Moral da história (1):
(Dale Allen Pfeiffer 2003, From The Wilderness Publications)

- As dolorosas experiências da RDC indicam que enfrentar uma crise de energia, não é só uma questão de encontrar modos alternativos de transporte, fontes alternativas de energia ou um retorno à agricultura orgânica.
- Estamos falando do colapso de um sistema complexo, e neste caso, de um sistema que evoluiu gradualmente de uma sociedade agrária intensiva em mão de obra, para outra, industrial e tecnológica, que se apóia em nos combustíveis fósseis.

Moral da história (2):

- É simplesmente impossível voltar a uma sociedade agrária de forma instantânea, ou dar um salto para frente em direção a uma desconhecida sociedade de alta tecnologia.
- Os sistemas complexos, mudam gradualmente, passo a passo. Ao enfrentarem-se a uma mudança brusca, os sistemas complexos tendem a colapsar.

O PROTOCOLO DE UPPSALA (2000)
Upsala Hydrocarbon Depletion Study Group
Universidade de Upsala (Suécia)

- Manter os preços de petróleo razoavelmente estáveis em relação aos custos de produção para evitar fluxos financeiros desestabilizadores para que os países pobres possam também o adquiri-lo e para que não ninguém se aproveite da escassez.
- Estimular o desenvolvimento de energias alternativas que possam ir suprindo o déficit energético e conscientizar a população da necessidade de evitar o desperdício energético e de adequar nosso ritmo de vida à nova realidade energética.

Mais Informações

- Resistir.info
- www.crisisenergetica.org
- Site prof. Fernando Ballenilla (Espanha)
- www.911truthmadrid.org
- jbharres@univates.br

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Atividade 9 e 10 – Questionário de avaliação e autoavaliação

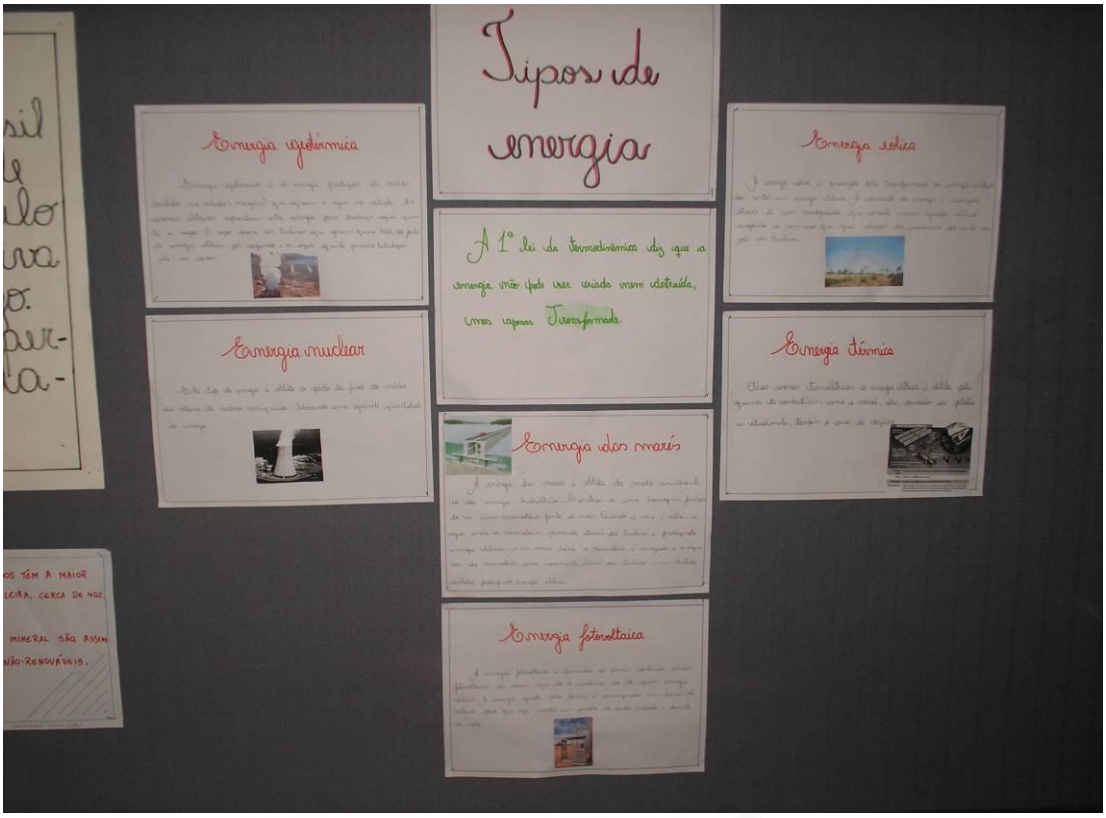
O questionário abaixo será respondido individualmente.

1. Quanto ao tema desenvolvido.
a. Depois de toda reflexão desenvolvida no decorrer da unidade, o que você pensa sobre o esgotamento do petróleo? Vai acontecer ou não? Por quê?
b. Se acredita que sim, quando pensa que começaremos a perceber que ele está acabando?
c. E como acha que ficaremos sabendo dessa notícia, se é que ficaremos sabendo, ou perceberemos por nós mesmos? Explique
d. É possível viver sem petróleo? Como? Temos saídas? Quais?
e. O que nós podemos fazer hoje para nos "preparar" para uma possível crise do petróleo?
f. Você acredita que existe outra alternativa em larga escala que possa substituí-lo?
g. Pode-se acreditar em um crescimento sem fim eternamente?
2. Para as atividades desenvolvidas em dupla ou em grupo:
a. Você colaborou com a equipe para o desenvolvimento das mesmas? Como?
b. Da forma como foi trabalhado, foi possível sempre entrar em um acordo de opiniões? Por quê?
c. Você contribuiu para com a aprendizagem de seus colegas? Como?
3. Para as atividades desenvolvidas individualmente:
a. Você cumpriu todas as tarefas propostas pela professora e pelo seu grupo? Caso não tenha cumprido diga qual foi o motivo?
b. Você considera este tema importante para sua vida? Em que ou onde ele pode ser útil?
c. O que se poderia fazer de diferente nas aulas? Dê sua opinião.

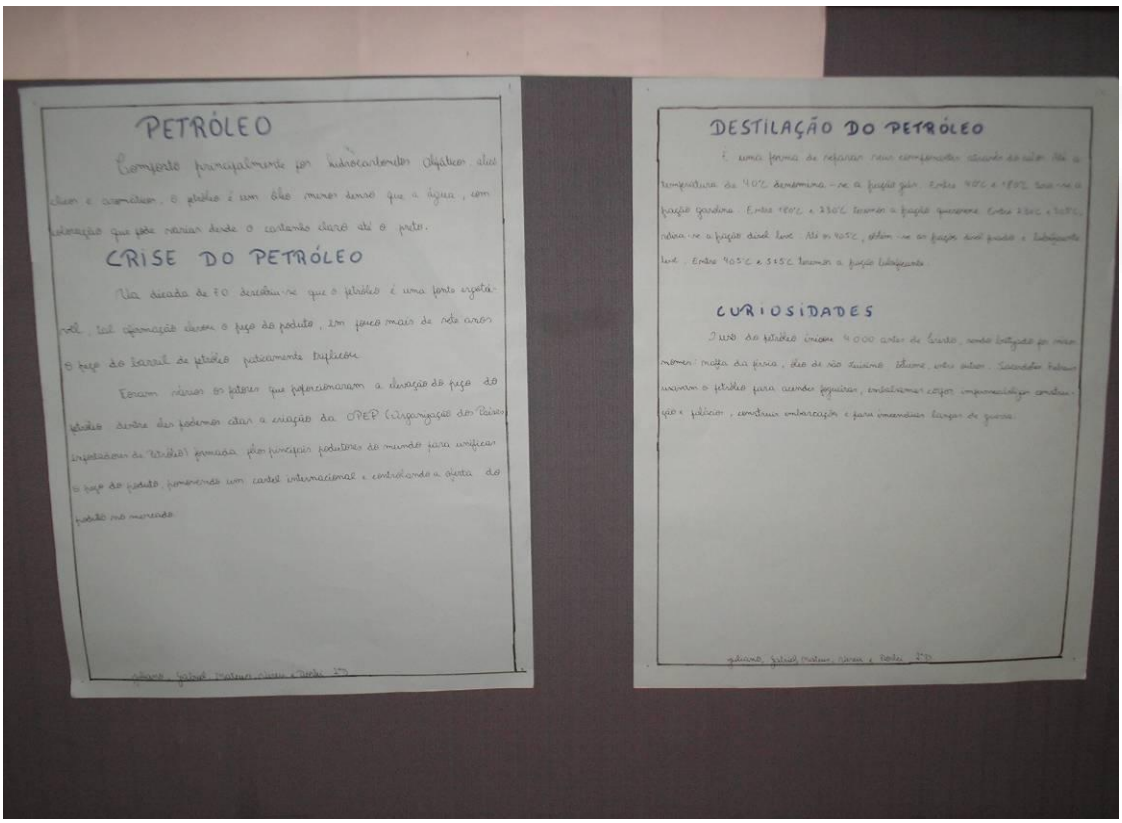
BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

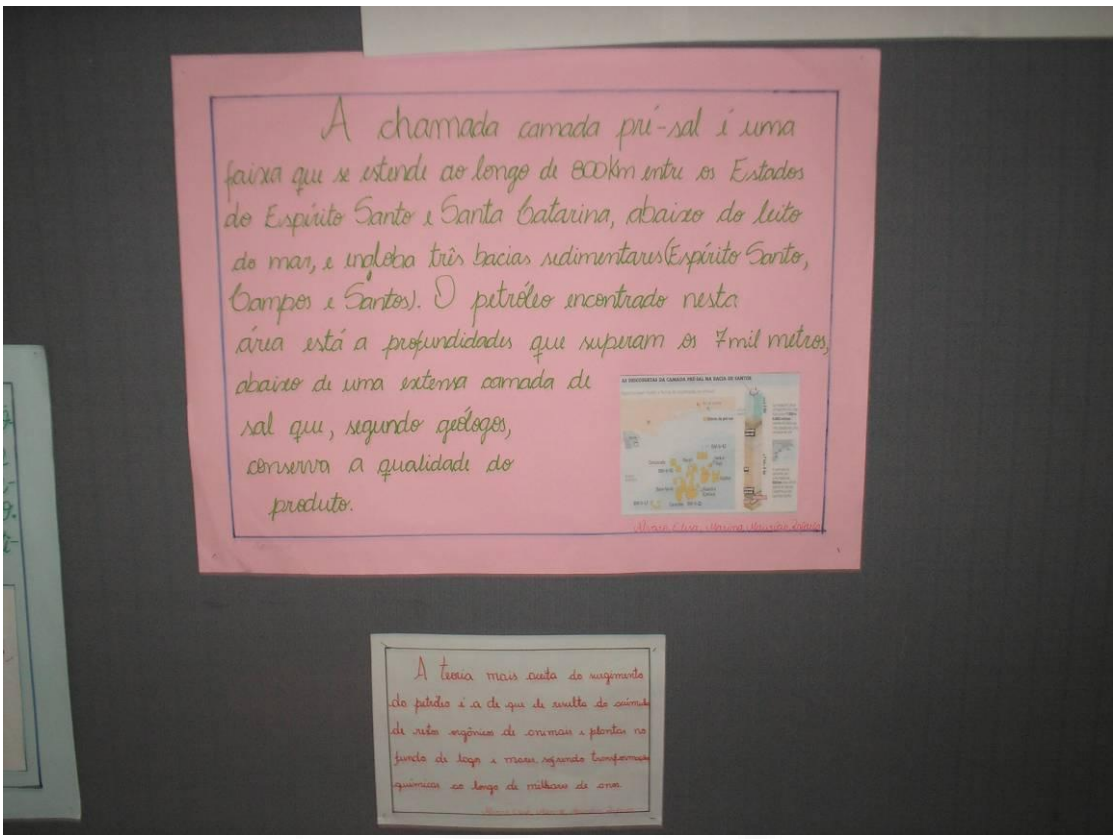
ANEXO C – Fotografias dos trabalhos dos alunos expostos no Painel Informativo



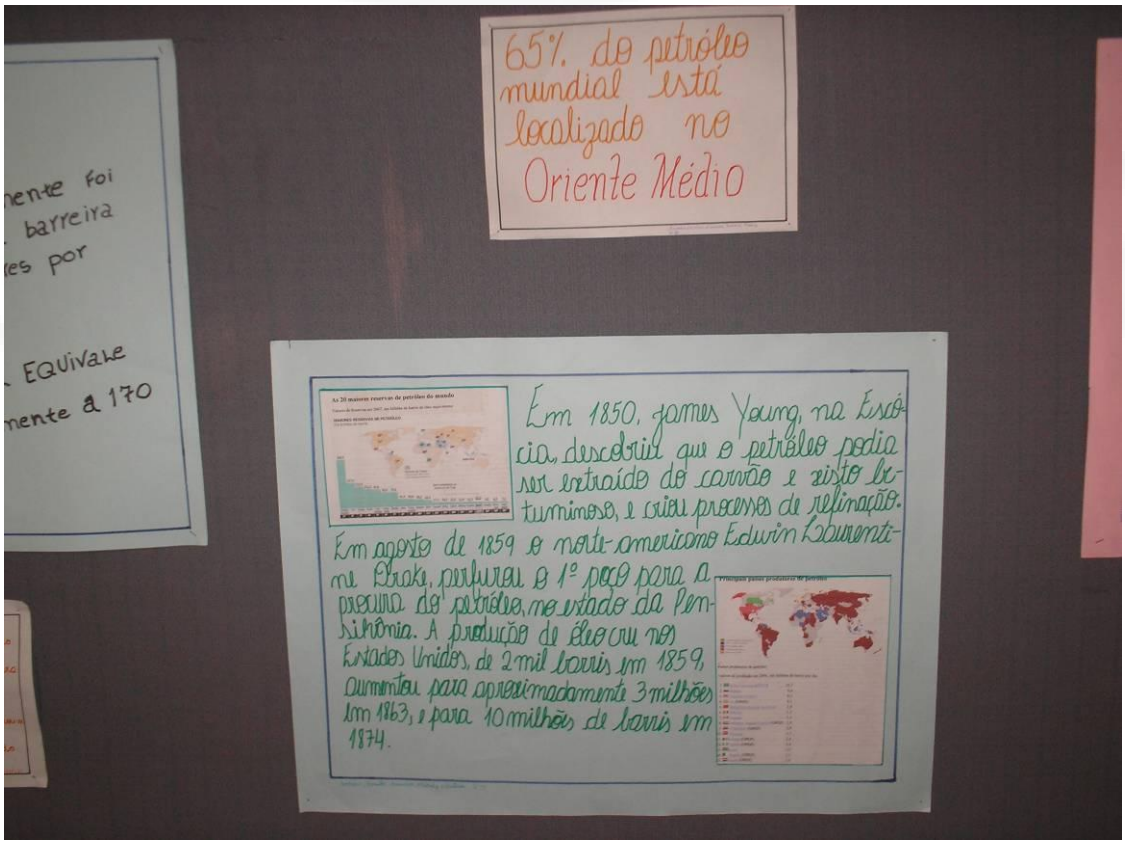
Tipos de energia



Crise do petróleo, destilação e curiosidades

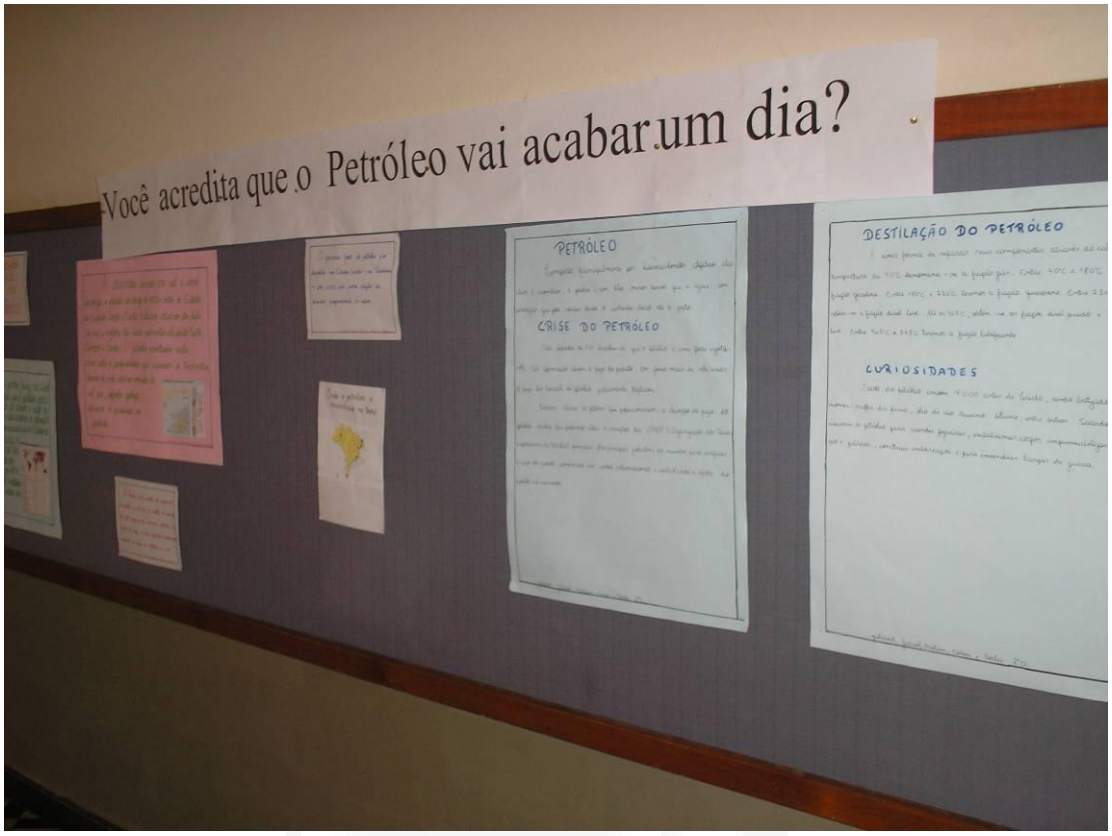


Camada pré-sal



Localização das maiores reservas

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)



Painel pronto

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)