

EDM0432 – Metodologia do Ensino de Química II

Planejamento do minicurso sobre

Biocombustíveis

Alunos:	Número USP
Cristina Sigari	148610
Daniela Colevati Ferreira	4951047
Júlio Massari Filho	4951068
Luiza Grecco e Marques	5122180
Tiago Paolini	4893727

Professor: Marcelo Giordan Santos

Índice

	Página
Problematização	2
Objetivos	4
Informações sobre o curso	4
Metodologia	5
Aula 1	5
Aula 2	14
Aula 3	21
Aula 4	26
Aula 5	32
Aula 6	35
Aulas 7 e 8	37

Problematização:

A energia é um dos fatores fundamentais no desenvolvimento das sociedades. O homem primitivo obtinha energia exclusivamente a partir dos alimentos. Com o domínio do fogo, o homem passou a utilizar também a energia liberada durante a combustão da madeira, que provia calor e afastava predadores. Isso melhorou a qualidade de vida, pois o cozimento eliminava muitos microorganismos nocivos à saúde. Estes são alguns dos fatores que promoveram aumento da expectativa de vida.

Após o domínio do fogo, o homem foi descobrindo as mais variadas fontes de energia, como a energia "animal", do vento, da água e posteriormente, da queima do carvão. Com o advento da revolução industrial, surgiu um número crescente de máquinas movidas a vapor (queima do carvão para produzir vapor de água). Com avanços mecânicos e tecnológicos, o trabalho do homem para desenvolver o que já existia e adaptá-la às novas necessidades, levou à procura de novas fontes de energia.

A descoberta do petróleo, bem como o desenvolvimento da sua destilação a partir de 1860, presenteou a humanidade com uma nova fonte de energia, que se expandiu de maneira avassaladora, fato que permanece até os dias atuais.

O petróleo é um combustível fóssil, ou seja, foi formado durante milhões de anos a partir de transformações químicas e físicas de matéria orgânica no leito da Terra. Sua combustão e de seus derivados libera, entre outros gases, o dióxido de carbono (CO_2), que não será reabsorvido *na formação de mais petróleo*, sendo assim chamado de não-renovável. A partir do séc. XX, principalmente após a popularização dos automóveis e de polímeros sintéticos, houve um grande aumento no consumo de petróleo e seus derivados, o que gerou um acúmulo de CO_2 na atmosfera. Sendo este um dos principais gases responsáveis pelo efeito estufa, sua presença em excesso na atmosfera intensifica este fenômeno, ocasionando o aquecimento global.

Além deste, outro problema relacionado ao petróleo é o esgotamento das fontes (ou seja, ele está acabando), o que pode culminar numa crise energética mundial. Esta crise não vem sozinha, mas acompanhada de

mudanças e crises econômicas, políticas e sociais que estão relacionadas entre si de forma indissociável.

A transição do século XX para o XXI está sendo marcada por diversas previsões de mudanças climáticas. Os meios de comunicação têm dado cada vez mais atenção aos assuntos relacionados ao meio ambiente e nos últimos três anos os biocombustíveis têm sido assunto muito aparente. As vantagens e desvantagens destes sobre os outros combustíveis e fontes de energia não são totalmente claras e resolvidas, pois há muitos fatores a se considerar. Novamente os aspectos sociais, políticos e econômicos, assim como os químicos e energéticos, devem ser considerados ao se fazer uma comparação entre as diversas fontes de energia.

Considerando todos estes aspectos, acreditamos ser importante e interessante abordar o tema "biocombustível" como forma de trabalhar alguns conceitos de química com uma sala do ensino médio. Além deste objetivo, pretendemos estimular uma visão crítica dos estudantes a respeito do tema e suas relações, visão esta, que pode até se manifestar no discurso e ações futuros destes jovens.

Para discutirmos a questão de combustíveis alternativos viáveis estudaremos a combustão, assunto que envolve questões de energia liberada de diferentes materiais, alguns conceitos de termoquímica e modelo atômico, como ligação química, energia de ligação, composição e interação da matéria, calor e energia. Relacionando estes tópicos com outros como o meio ambiente e vantagens/desvantagens sociais dos biocombustíveis, promoveremos debates e outras atividades.

Ao pensar nas outras fontes de energia, podemos retomar conceitos relacionados à transformação da energia (química-mecânica; mecânica-elétrica; eletromagnética-elétrica).

Portanto, considerando que há a possibilidade de trabalhar todos estes assuntos relacionados de forma direta ou não ao conteúdo de química do ensino médio, levantamos uma questão acerca da melhor escolha da fonte de energia nos dias atuais: *"Será que é possível uma escolha? Quais fatores devem ser considerados?"*

Objetivos:

Este minicurso tem por objetivo desenvolver os conceitos de reação química, ligação química, energia de ligação e modelos atômicos, a partir do tema Biocombustíveis. Também se pretende abordar os aspectos sociais, políticos e econômicos relacionados a este tema de maneira a evidenciar as correlações entre a química e o cotidiano buscando desenvolver a visão crítica dos alunos.

Informações sobre o Curso:

O mini-curso será ministrado no Laboratório Didático para o Ensino de Química da Faculdade de Educação (FE) da Universidade de São Paulo (USP) no horário das 14:00 às 17:40 hs nos dias 18 e 25 de setembro e 02 e 09 de outubro de 2007. Cada aula terá duração de 100 minutos com um intervalo entre aulas de 20 minutos. Sendo assim, o mini-curso compreenderá de oito aulas.

Ele será ministrado para alunos do segundo ano do Ensino Médio da escola estadual Zuleika de Barros localizada no bairro da Pompéia na cidade de São Paulo. O modelo da autorização a ser assinada pelos pais para que os alunos participassem do mini-curso é mostrado no Anexo 1.

A aplicação do projeto se dará por meio de aulas teóricas e experimentais, ministradas pelos cinco alunos proponentes e supervisionadas pelo professor da FEUSP responsável por esta disciplina, Marcelo Giordan Santos.

Para que possam ser realizadas análises das aulas ministradas, todas as aulas serão filmadas.

Metodologia:

Aula 1:

- **Atividade 1: Abertura e apresentação**

1- Propósitos:

Deixar claro quais serão as atividades a serem realizadas no decorrer do minicurso e iniciar uma relação amigável e propícia ao trabalho com os alunos.

2- Conceitos Envolvidos:

Não há.

3- Materiais:

O material necessário para o desenvolvimento desta atividade será o cronograma do minicurso, que é apresentado na Atividade 1. Cada aluno deverá receber uma folha contendo estas informações.

4- Meios mediacionais:

Os meios mediacionais são as ferramentas a serem empregadas durante a atividade, tanto pelo professor quanto pelos alunos para que ocorra a interação com o conteúdo ensinado. Nesta atividade, os meios mediacionais são: cronograma e a fala.

5- Padrões comunicativos:

Os padrões comunicativos a serem utilizados são: não-interativo e de autoridade, pois os professores apenas passarão aos alunos as informações a respeito do curso, não havendo interação com as idéias dos alunos.

6- Tempo estimado:

15 minutos.

7- Descrição:

O professor responsável por esta atividade deverá se apresentar e apresentar os colegas. Deverá informar aos alunos que este minicurso faz parte de uma disciplina da Faculdade de Educação para alunos da licenciatura. Ele deverá entregar, a cada um dos alunos, uma folha contendo o cronograma do curso. Após a entrega, ele deverá passar juntamente com os alunos cada atividade que será desenvolvida tentando dar uma visão geral do que será realizado e dos objetivos do minicurso.

• **Atividade 2: Contextualização**

1- Propósitos:

Contextualizar o tema a ser desenvolvido no minicurso, identificar as concepções prévias dos alunos a respeito dos temas efeito estufa, gases do efeito estufa, impactos ambientais causados pela emissão de gases poluentes.

2- Conceitos Envolvidos:

Efeito estufa, tipos de combustíveis, fontes de energia, interpretação de dados e gráficos e estabelecimento de relações.

3- Materiais:

Os materiais necessários para o desenvolvimento desta atividade serão:

- ⇒ Apresentação no programa Microsoft Power Point do assunto a ser trabalhado (ver slides a serem empregados no Anexo 2);
- ⇒ Retroprojektor e computador;

4- Meios mediacionais:

Os meios mediacionais utilizados nesta atividade serão imagens, gráficos, apresentação no Microsoft Power Point e fala.

5- Padrões comunicativos:

Os padrões comunicativos a serem utilizados são: interativo e dialógico, pois para investigar as idéias dos alunos e possíveis concepções alternativas a respeito do tema a ser desenvolvido, os professores deverão proceder de forma dialógica (com participação direta dos alunos) estruturada em tríades I-R-F (interação, resposta e *feedback*).

6- Tempo estimado:

30 minutos.

7- Descrição:

O professor deverá iniciar a atividade mostrando aos alunos imagens relacionadas ao efeito estufa. Ele deverá questionar os alunos se eles conhecem aquelas imagens e se sabem a quê estão relacionadas. As respostas poluição atmosférica, emissão de gases estufa, efeito estufa, aquecimento global e derretimento das geleiras devem aparecer rapidamente na fala dos alunos, uma vez que este assunto está muito presente na mídia atual. Após receber a resposta dos alunos, o professor deverá pedir a um aluno que indique qual figura está relacionada a cada uma das idéias levantadas por eles e que estabeleça uma relação de causa e consequência entre as idéias levantadas (esta discussão é apresentada juntamente às transparências no Anexo 2). Estabelecidas estas relações, o professor deverá iniciar uma discussão com os alunos a respeito do que é o efeito estufa e quais os seus causadores. Com isso, pretende-se desenvolver os conceitos de que efeito estufa é o processo de aquecimento do planeta Terra e que ele é causado pelos gases estufa: dióxido de carbono, monóxido de carbono, metano, dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio e água, entre outros. À medida que os alunos vão citando os gases responsáveis pelo efeito estufa, o professor deverá anotá-los na lousa, para que todos tenham acesso às informações levantadas (é interessante que, ao anotar as sugestões dadas pelos alunos, o professor indique tanto a fórmula do gás quanto o seu nome por escrito; desta forma, os alunos vão se acostumando com a linguagem científica da química).

A água não deve surgir como um gás estufa, pois os alunos, normalmente, não têm esta informação e ela, geralmente, traz surpresa. Para explorar este elemento surpresa, antes de dar a informação, o professor pode transportar os alunos para uma estufa de plantas perguntando se alguém já esteve neste ambiente. Caso algum aluno diga que sim, pergunte a ele qual a sensação de estar dentro de uma estufa e, muito provavelmente, ele vai responder que é quente e úmido. O professor deve perguntar o que é a umidade. Os alunos deverão relacioná-la com água ou vapor de água. Esta informação deve ser utilizada para concluir que o vapor de água é um dos gases estufa. Desta forma, o professor torna significativo para o aluno o conceito de que o vapor de água é um gás estufa, ancorando-o em um conhecimento prévio e promovendo a ampliação do conceito de água.

Após se ter chegado a estas idéias, o professor deverá perguntar aos alunos se o efeito estufa é algo novo, se ele só começou a existir nos últimos anos, pois antes não se falava em efeito estufa. Pode-se pedir aos alunos que dêem sugestões de evidências de que havia gás carbônico na atmosfera antes do efeito estufa. Eles podem sugerir a respiração, ou outras fontes de gás carbônico, como as queimadas. Ao fazer estas perguntas aos alunos, é interessante que o professor chame a atenção dos outros alunos para a fala dos colegas; isso pode ser feito revozeando o aluno, mas indicando quem deu determinada resposta ou pedindo para um aluno estabelecer relação ou discutir as respostas dadas pelos outros alunos. Desta maneira, estimula-se que os alunos passem a respeitar e valorizar a fala do colega (o que não é muito comum entre eles) e verifiquem que as informações que eles possuem são importantes e estão de acordo com o planejado para aquela aula. A partir dessa discussão, o professor deve reforçar a informação de que o efeito estufa sempre existiu e que é graças a ele que há condições para a vida no planeta Terra.

Para trabalhar a importância do efeito estufa na manutenção da temperatura média do planeta e das condições para a manutenção da vida, o professor deverá trabalhar com a transparência 4 do Anexo 2. Uma imagem do planeta Terra é apresentada aos alunos, que devem reconhecê-la prontamente. Em seguida, informações a respeito da composição da

atmosfera terrestre são dadas. Peça aos alunos que descrevam a influência desta composição na temperatura média da Terra, se haverá variações bruscas de temperatura do dia para noite. Após a discussão, o professor mostrará que, devido às informações discutidas (que os gases da atmosfera da Terra absorvem o calor vindo do Sol e evitam que todo ele volte para o Espaço), pode-se considerar que a temperatura média da Terra não possui muitas variações e pode ser considerada próxima a 22°C. Na seqüência é mostrada a foto de Mercúrio, mas não deve ser dito qual planeta é este, e dadas algumas informações a respeito da composição da atmosfera desse planeta. Peça aos alunos que a partir destas informações prevejam como deve ser o comportamento térmico deste planeta, se ele vai apresentar um comportamento parecido com o da Terra. Após esta discussão, o professor deverá mostrar aos alunos que este planeta é Mercúrio e que durante o dia, devido à proximidade com o Sol, a face iluminada possui uma temperatura média de 407°C e que a face não iluminada tem uma temperatura média de -183°C, pois como não há gases estufa na atmosfera do planeta, todo o calor que entra na atmosfera do planeta é devolvido para o Espaço.

Para evidenciar a existência de CO₂ na atmosfera desde os primórdios do planeta Terra, o professor deverá mostrar aos alunos um gráfico da concentração de CO₂ na atmosfera desde 400 mil anos atrás até os dias de hoje. Ao apresentar o gráfico, o professor deve chamar a atenção para os eixos, evidenciando que o gráfico traz informações da concentração de gás carbônico na atmosfera ao longo dos anos. O professor pode falar sobre como se obtém este tipo de gráfico, afinal a concentração de CO₂ na atmosfera de 400 mil anos atrás não foi medida efetivamente. A discussão sobre a construção deste gráfico é feita no Anexo 2, juntamente à transparência. O professor também pode discutir com os alunos o conceito de ppm (partes por milhão, que é a unidade de concentração, na qual é expressa a concentração do CO₂).

Após discutir os eixos e o tipo de informação que o gráfico nos fornece, o professor deve iniciar a interpretação do gráfico. Ele deve chamar a atenção dos alunos para o fato de que a concentração está aumentando e diminuindo e que esta variação ocorre para períodos de tempo mais ou

menos constantes, portanto, há ciclos de variação da concentração de CO₂. O conceito de ciclo (algo que se repete em intervalos fixos de tempo) deve ficar bastante claro para os alunos; para isto, o professor deve discutir passo a passo o gráfico.

Depois de discutir os ciclos, o professor deve chamar a atenção dos alunos para o fato de que a partir do século XX a concentração de CO₂ começa a aumentar muito. Se analisarmos a escala de tempo, pode-se ver que o intervalo de tempo poderia indicar que neste século estaríamos entrando em um novo ciclo. O professor pode perguntar aos alunos se, então, não poderíamos pensar que este aumento de concentração do CO₂ que estamos observando é mais um ciclo. Os alunos devem refutar esta informação, dizendo que a concentração de CO₂ está muito maior que nos outros ciclos. O professor deve lembrar aos alunos que eles haviam dito que havia vários gases estufa, mas que os meios de comunicação citam principalmente o CO₂. Ele deve pedir para que a partir dos dados observados no gráfico os alunos expliquem o porquê da mídia pôr tanta "culpa" no dióxido de carbono. Os alunos deverão associar o apelo da mídia ao grande aumento de dióxido de carbono na atmosfera.

Para estudar melhor este aumento de concentração, o professor deverá mostrar aos alunos um novo gráfico, com as mesmas informações, porém em uma escala de tempo menor e mais recente. Ao apresentar este gráfico, o professor deve discutir com os alunos a construção deste novo gráfico (que seria uma ampliação de um pedaço do gráfico anterior, como se tivéssemos dado um zoom na escala de tempo – é importante reforçar esta informação utilizando o recurso do Microsoft Power Point de trocar de transparências).

Este gráfico traz uma nova informação, que é uma segunda escala de temperatura. O mesmo cuidado de explicitar as escalas, os eixos e a leitura das informações, tomado com o primeiro gráfico deve ser repetido. O professor deve retomar a explicação dada pelos alunos a respeito do funcionamento do efeito estufa e pedir aos alunos que interpretem as duas curvas sobrepostas neste gráfico: à medida que a concentração do gás carbônico aumenta, a variação da temperatura também aumenta de forma

muito similar, pois o gás carbônico, um dos gases estufa, prende o calor oriundo do Sol causando um aumento da temperatura. Para analisar o gráfico da concentração, o professor deverá chamar a atenção dos alunos para o fato da inclinação da curva não ser a mesma no início e no final da curva e, para se observar esta mudança de inclinação, pode-se utilizar um recurso que é traçar retas paralelas ao início e ao final da curva. Neste momento o professor estará utilizando um conceito matemático bastante complexo que é o da derivada e que, portanto, não é muito trivial para os alunos do Ensino Médio. Então, é interessante que o professor proceda de forma bastante lenta, evidenciando no gráfico a leitura que está sendo feita. Deixe claro que a mudança da inclinação ocorre na intersecção das retas paralelas à curva.

Após esta discussão matemática, o professor deve perguntar o porquê da inclinação da curva se tornar mais acentuada após a década de 1960. Os alunos devem associar esta informação ao consumo de combustíveis fósseis (carvão, petróleo, gás natural).

A partir deste momento, o professor deve fazer uma discussão a respeito dos combustíveis fósseis: o que são, quais são, por que precisamos deles e quais os problemas causados pelo uso indiscriminado deles. Na seqüência, o professor deve discutir com os alunos que precisamos da energia oriunda dos combustíveis e não podemos continuar poluindo o ar, então se deve questioná-los sobre quais medidas tomar. Muito provavelmente, a sugestão para o uso dos biocombustíveis deve aparecer. O professor deve fazer uma discussão sobre a viabilidade do uso das diferentes medidas sugeridas pelos alunos, que deve ficar em torno do uso de carros elétricos, movidos a hidrogênio, energia nuclear e biocombustíveis. Para a nossa realidade, o uso os biocombustíveis é a alternativa mais próxima. O professor pode perguntar aos alunos quais parâmetros podem ser utilizados para comparar os dois tipos de combustíveis: fósseis x biológicos. O professor deve guiar a resposta para as duas frentes envolvidas pela problematização deste minicurso: energia e quantidade de material liberado.

O professor deve informar aos alunos que, antes de comparar os combustíveis fósseis e os biocombustíveis, nós precisamos compreender

como a energia é obtida dos combustíveis em geral. O professor deve perguntar aos alunos como obtemos energia dos combustíveis, e a resposta deve ser “queima”. O professor deverá propor aos alunos a investigação da reação química envolvida na queima dos combustíveis que é a combustão, próxima atividade. Aqui está sendo feita uma distinção entre queima e combustão; a discussão a respeito desta distinção é feita no Anexo 2.

- **Atividade 3: Experimento demonstrativo sobre combustão**

1- Propósitos:

Discutir o conceito de combustão como uma transformação química; abordar os conceitos de reagentes e produtos e de interação com energia; trabalhar a capacidade de levantamento de hipóteses enfocando o processo de combustão da vela. O desenvolvimento destes conteúdos será importante para garantir que os alunos compreendam os conceitos de calor de reação e energia de ligação que serão tratados em momentos mais adiante no minicurso.

2- Conceitos Envolvidos:

Reagentes, produtos, transformações químicas, energias envolvidas em reações químicas, equações químicas, capacidade observacional, capacidade de elaboração de hipóteses.

3- Materiais:

Os materiais necessários para a realização desta atividade:

- ⇒ Roteiro para o experimento (ver roteiro na Atividade 2);
- ⇒ Vela;
- ⇒ Palitos de fósforo;
- ⇒ Garrafa de refrigerante (2L) sem o fundo e com tampa;
- ⇒ Béquer;
- ⇒ Solução de hidróxido de cálcio;
- ⇒ Canudo;
- ⇒ Pinça de madeira;

⇒ Vidro de relógio;

⇒ Lousa.

4- Meios mediacionais:

Os meios mediacionais serão: o roteiro, materiais do experimento, observações realizadas, fala e lousa.

5- Padrões comunicativos:

Os padrões comunicativos a serem utilizados são: interativo e dialógico, durante a realização dos experimentos, em que o professor deve recolher as previsões dos alunos sobre o que poderá acontecer nos experimentos e suas explicações sobre os resultados observados. Quando o professor for explicar os fenômenos observados e fizer o fechamento do experimento, ele atuará de maneira não interativa, porém dialógica, pois estará retomando os dados coletados no experimento.

6- Tempo estimado:

55 minutos.

7- Descrição:

Na atividade anterior de contextualização, o professor chegará à idéia de que para obter a energia de que precisa o homem queima os combustíveis. Nesta atividade, o professor deverá discutir a transformação química de combustão. Para desenvolver este assunto, será realizado um experimento sobre a queima da vela. O professor deverá distribuir para cada aluno um roteiro do experimento a ser realizado de forma demonstrativa, explicando a dinâmica da aula.

Em primeiro lugar, o professor deverá fazer, com os alunos, uma discussão sobre do que a vela é feita e cada um de seus componentes. Depois ele descreverá o experimento a ser realizado e pedirá aos alunos que digam o que acham que irá acontecer e o porquê. Em seguida, realizará o experimento e fará um confronto entre as hipóteses levantadas pelos alunos e os resultados obtidos. Uma explicação sobre os resultados será

feita para se chegar ao produto ou reagente que se pretende estudar com aquele experimento. Para a realização de alguns experimentos, será solicitado o auxílio de um aluno apenas para tornar a aula um pouco mais dinâmica. No Anexo 3 são apresentadas as respostas a serem dadas às perguntas do procedimento e servem de guia para a discussão a ser realizada com os alunos.

Ao final do experimento, o professor realizará uma discussão com a sala sobre as transformações químicas que ocorrem na combustão da vela e sobre a função dos seus diversos constituintes (quem são os reagentes e produtos da combustão). Ele também deve fazer uma discussão a respeito de combustão completa e incompleta de acordo com a quantidade de oxigênio disponível para a combustão, o que justifica a presença de outros produtos além do dióxido de carbono. O professor fará o fechamento do tema combustão, na lousa, definindo-a como sendo a interação entre um material no estado gasoso (combustível) e o gás oxigênio produzindo gás carbônico e liberando energia. Ele também deverá chamar a atenção dos alunos para os conceitos de reagentes e produtos e para as transformações que ocorrem na vela.

Durante a aplicação deste minicurso surgiu a dúvida sobre quem havia inventado a vela; esta informação é apresentada no Anexo 4.

Aula 2:

- **Atividade 1: Experimento velas e garrafas**

1- Propósitos:

Discutir o processo de combustão como sendo dependente da razão concentração do oxigênio/concentração de gás carbônico presentes no meio reacional. Discutir particularidades do método científico, como a necessidade de réplicas, a formulação de hipóteses e os motivos que levam às diferenças nos dados obtidos.

2- Conceitos envolvidos:

Reagente limitante, concentração de gases, mistura de gases, levantamento de hipóteses, controle de variáveis, análise e interpretação de dados, elaboração de gráficos.

3- Materiais:

Os materiais necessários para a realização do experimento são:

- ⇒ Apresentação no programa Microsoft Power Point (este material é apresentado no Anexo 5).
- ⇒ Roteiro do experimento (Atividade 3);
- ⇒ Velas;
- ⇒ Palitos de fósforo;
- ⇒ Garrafas de refrigerante com diferentes volumes;
- ⇒ Suporte;
- ⇒ Papel Milimetrado;
- ⇒ Cronômetro;

4- Meios Mediacionais:

Os meios mediacionais são: o roteiro, os materiais do experimento, as observações realizadas, os dados obtidos, a fala, as tabelas e os gráficos.

5- Padrões Comunicativos:

Os padrões comunicativos utilizados nesta atividade serão: interativo e dialógico durante a realização do experimento e discussão dos resultados e não interativo e de autoridade durante a explicação do experimento.

6- Tempo estimado:

50 minutos.

7- Descrição:

Nesta aula o professor deverá retomar com os alunos a definição de combustão assim como, a equação da combustão da vela. O professor deverá lembrar com os alunos o que acontece quando a vela era tampada com uma garrafa fechada (experimento i da Atividade 2). Será colocada a

seguinte questão: Por que a vela se apaga? Para responder a esta pergunta o professor deverá propor o experimento que é apresentado na Atividade 3. Após entregar o roteiro para os alunos o professor deve chamar a atenção dos alunos de que o roteiro possui quatro partes distintas:

- ⇒ A primeira referente aos materiais que serão utilizados;
- ⇒ A segunda que é a descrição do procedimento a ser utilizado;
- ⇒ A terceira, uma tabela para tomada de dados;
- ⇒ A quarta, uma atividade onde eles deverão construir um gráfico.

Depois, o professor deverá pedir a um aluno que leia os materiais que serão utilizados. Outro aluno deverá ler o procedimento. Durante a leitura do procedimento o professor discutirá com os alunos como realizar cada uma das etapas, chamando a atenção para quando acionar o cronômetro e quando pará-lo, a fim de diminuir as fontes de erro.

O professor deverá perguntar aos alunos quando se deve considerar que a vela se apagou. Muito provavelmente, os alunos responderão que é quando o fogo se apaga. O professor deverá retomar o experimento iv da Atividade 2. Neste experimento foi visto que quando uma vela era apagada se observava uma fumaça branca que era a parafina e o pavio na forma gasosa que não haviam queimado porque a vela havia sido apagada. O professor informará aos alunos que então, a liberação de fumaça branca é uma evidência melhor, uma vez que antes de se extinguir o fogo fica muito pequeno e muitas vezes imperceptível aos nossos olhos.

O professor lerá a tabela, chamando a atenção dos alunos para os volumes das garrafas. Ele também explicará que eles trabalharão em grupo e que cada grupo cronometrará o tempo que a vela leva para apagar em duas garrafas de volumes diferentes e que dois grupos cronometrarão o tempo da mesma garrafa, por isso, há o espaço para dois tempos para cada garrafa.

Após esta primeira discussão os alunos serão divididos em grupos e antes deles irem para as bancadas de trabalho ou que recebam o material para trabalho, algumas informações sobre segurança deverão ser apresentadas

aos alunos: cabelos compridos deverão estar presos; os alunos deverão tomar muito cuidado, pois trabalharão com fogo e por isso não devem se debruçar ou sentar sobre as mesas ou bancadas; eles deverão trabalhar com seriedade e brincadeiras não serão aceitas no laboratório.

Para treinarem a determinação do final da combustão da vela e utilizar o cronômetro, os alunos receberão algumas garrafas de refrigerante extra. Durante este treino, o professor pode pedir aos grupos que olhem a diferença de tempo que existe entre o momento em que o fogo desaparece e a observação da fumaça branca, e também será o momento para ele tirar dúvidas dos alunos a respeito da execução do experimento.

Os alunos deverão colocar seus dados em uma tabela na lousa e caso haja disponibilidade de projetor na aula, o professor pode projetar a tabela do procedimento e os alunos acrescentam seus dados no computador. Após todos os dados estarem disponíveis para todos os alunos, o professor deve fazer uma discussão a respeito de possíveis discrepâncias entre os resultados, pedindo eles levantem as possíveis causas para as diferenças de valores. Também se deverá discutir sobre qual valor considerar: o valor médio das duas duplicatas (para os casos onde os dois valores são próximos) ou desconsiderar um dos valores quando as duplicatas estão muito distintas. Se esta última opção for escolhida, o problema a ser colocado aos alunos é qual o valor desconsiderar, também poderá ser aceito a sugestão de refazer o experimento (lembre-se de que neste caso, o ideal é utilizar uma nova garrafa para não ter influência do gás carbônico do experimento anterior, caso não haja outra garrafa arrumar uma forma de ventilar bem a garrafa). Para determinar a escolha de valores o professor pode utilizar uma comparação com os valores obtidos previamente como os apresentados na Tabela 1, ou fazer uma relação de proporcionalidade entre as diferenças de valores das garrafas anteriores e das garrafas posteriores, mas lembre-se a relação tempo para apagar x volume da garrafa não é linear como pode ser visto na Figura 1.

Tabela 1: Tempo médio que a vela leva para apagar no interior de garrafas tampadas e de diferentes volumes.

Volume (mL)	Tempo (s)
260	10,52
390	14,97
620	20,93
1070	30,84
1580	43,78
2040	47,23
2330	53,75
2580	59,97

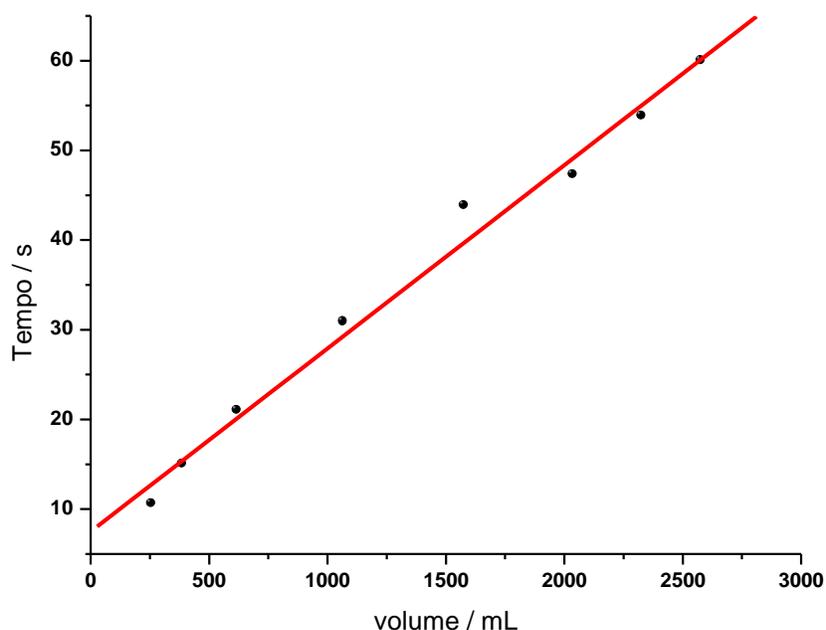


Gráfico 1: Gráfico referente aos dados apresentados na Tabela 1.

Uma explicação sobre como foi determinado os volumes das garrafas e dos resultados apresentados na Tabela 1 é dada no Anexo 5.

Após a discussão sobre quais resultados considerar os alunos deverão utilizar os dados da tabela para construir um gráfico. O professor deverá perguntar aos alunos quais informações eles deverão colocar no eixo das abscissas e das ordenadas. Esta discussão é interessante, pois normalmente, o tempo é colocado no eixo das abscissas, mas neste caso

ele é a ordenada já que ele é a variável desconhecida. Esta discussão sobre qual tipo de informação é colocada em cada um dos eixos está de acordo com as indicações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) que indica como competência a ser desenvolvida na disciplina de química a construção de gráficos e leitura deste tipo de linguagem.

A partir dos gráficos elaborados pelos alunos, o professor deverá perguntar a eles o que acontece com o tempo que a vela leva para apagar conforme o volume da garrafa aumenta, se esta relação é linear, ou seja, o tempo para uma garrafa de 3L é três vezes maior que o tempo para uma garrafa de 1L. Os alunos verão que isto não é verdade, e que, portanto, deve haver algo mais complicado que o simples consumo do oxigênio para determinar o tempo para vela se apagar.

- **Atividade 3: Elaboração de modelos**

1- Propósitos:

Trabalhar a confecção de modelos e a discussão de modelos, além de preparar o caminho para que os professores possam abordar conceitos de rearranjo de átomos e energia de ligação.

2- Conceitos envolvidos:

Partículas, concentração, representação, reagentes, produtos, gases, participação de gases em reações químicas.

3- Padrões comunicativos:

Os padrões de interação a serem utilizados serão: interativo e dialógico no auxílio da elaboração dos desenhos e interativo e de autoridade, na apresentação do modelo esperado.

4- Meios mediacionais:

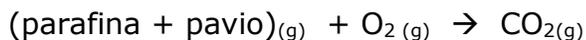
Atividade 4, lápis, borracha, lousa, giz, desenhos, linguagem, (retroprojeter).

5- Tempo:

30 minutos

6- Descrição:

O professor deverá voltar à equação da combustão. Ele deverá lembrar aos alunos que os produtos da combustão eram: dióxido de carbono, vapor de água, monóxido de carbono e carvão, sendo que os dois últimos só se formavam quando a combustão não ocorria totalmente. O professor deverá informar aos alunos que para facilitar a interpretação dos dados, irá considerar que durante a combustão, somente gás carbônico se forma e que, portanto a reação considerada na discussão será:



O professor deverá construir com os alunos, a partir do modelo de partículas, o modelo de que as moléculas de gases estão se movendo dentro da garrafa e que a medida que a reação está ocorrendo a quantidade de oxigênio dentro da garrafa está diminuindo e a quantidade de moléculas de gás carbônico está aumentando, portanto, quanto maior a garrafa, maior a quantidade de gás carbônico formado e maior as distâncias a serem percorridas dentro da garrafa. Considerando que as moléculas do combustível (pavio+parafina) ficam apenas nas proximidades da chama, quanto maior a garrafa mais difícil será para as moléculas de oxigênio para chegar à região onde estão as moléculas de combustível. Então, apesar de ter mais oxigênio na garrafa de três litros, a vela não demora três vezes mais tempo para a vela se apagar que na garrafa de um litro, pois nela também é mais difícil de ocorrer as interações necessárias para ocorrer a reação química da combustão. Com isso, pode-se concluir que quando a vela se apaga ainda há oxigênio no interior da garrafa.

Os alunos deverão fazer uma representação do modelo discutido na Atividade 4, o modelo que se espera é mostrado no Anexo 6.

Aula 3:

- **Atividade 1: Retomada da aula anterior**

1- Propósitos:

Fazer com que os alunos exercitem a memória, verificar se houve aprendizado na aula anterior e contextualizar o experimento que virá na seqüência.

2- Conceitos Envolvidos:

Combustão, reação química, produtos e reagentes, mistura gasosa e energia.

3- Materiais:

Não há.

4- Meios mediacionais:

O meio mediacional utilizado nessa atividade será a fala.

5- Padrões comunicativos:

Os padrões comunicativos a serem utilizados são interativo e dialógico, no que diz respeito a levantar os conceitos previamente recebidos pelos alunos. Os padrões serão não interativo e de autoridade, no que diz respeito a sumarizar os conceitos envolvidos para se concluir a contextualização para o experimento que será realizado na atividade seguinte.

6- Tempo estimado:

20 minutos.

7- Descrição:

O professor começará a aula questionando os alunos a respeito de quais experimentos foram realizados na aula passada. Então será chamada a atenção para o primeiro experimento, que foi o demonstrativo sobre a

combustão da vela, e relembrará as etapas do experimento. Após brevemente se falar de uma etapa, o professor perguntará o que foi observado nela e, em seguida, qual a conclusão se tirou a respeito. Então o professor vai sumarizar as conclusões dos alunos, dando a definição de combustão a partir delas: combustão é a interação entre um material no estado gasoso (combustível) e o gás oxigênio produzindo gás carbônico e liberando energia.

Depois, a fim de se dirigir o assunto ao experimento que será realizado logo em seguida, o professor chamará a atenção para diferentes veículos movidos por combustão (como carro, caminhão, ou avião), e questionará os alunos a respeito de que se é a mesma coisa mover cada um deles, e quais as diferenças. Espera-se chegar à resposta de que é preciso uma diferente quantidade de energia para promover o funcionamento de cada um deles, e então o professor concluirá que certos combustíveis precisam fornecer uma maior quantidade de energia do que outros, e de que assim é importante conhecer o quanto cada um libera. Desse modo, os alunos já começam a perceber que não há um "combustível ideal", ou seja, começam a se aproximar da resposta à pergunta problematizadora. Daí surgirá a questão (retórica) "Como medir o quanto de energia um combustível libera?", e estará aberto o caminho para introduzir o experimento.

- **Atividade 2: Experimento – calorímetro**

1- Propósitos:

Através desta atividade pretende-se desenvolver os conceitos de poder calorífico, calor de combustão e reações exotérmicas. Utilizando-se experimento espera-se que os alunos desenvolvam capacidades motoras de manuseio de vidrarias, desenvolvam a capacidade de observação, de controle de variáveis e de cooperação em trabalhos em grupo.

2- Conceitos Envolvidos:

Combustão, reação química, produtos, reagentes, quantidade de calor e energia, leitura de roteiro de experimento.

3- Materiais:

Os materiais necessários para a realização desta atividade:

- ⇒ Roteiro para o experimento (Atividade 5);
- ⇒ Lápis e borracha
- ⇒ Etanol (puro, e em concentrações de 90% e 80% em água);
- ⇒ Água;
- ⇒ Lamparina, e fósforos;
- ⇒ Proveta;
- ⇒ Béquer;
- ⇒ Termômetro e barbante;
- ⇒ A metade de baixo de uma latinha de alumínio;
- ⇒ Suporte universal, e garras.

4- Meios mediacionais:

O meio mediacional utilizado nessa atividade será a fala, o roteiro do experimento, e os materiais do mesmo.

5- Padrões comunicativos:

Os padrões comunicativos a serem utilizados são interativo e dialógico (ao longo de toda a experimentação) e não-interativo e de autoridade (durante a explicação dos experimentos).

6- Tempo estimado:

60 minutos.

7- Descrição:

Da atividade de contextualização anterior, o professor terá chegado à conclusão de que é importante conhecer o quanto de energia um combustível pode liberar. O professor iniciará com a seguinte questão (não retórica) "Para aquecer algo é necessário energia, não é?". Espera-se obter uma resposta positiva, e daí o professor lançará a questão de que se é necessária energia para aquecer algo, e um combustível fornece energia, então um que libere mais energia não vai conseguir aquecer algo

consumindo menos combustível? Também se espera uma resposta positiva, e daí o professor afirmará que então deve ser possível verificar o quanto de energia um combustível libera, verificando o quanto certa quantidade dele consegue aquecer alguma coisa. Em seguida será definido o conceito de poder calorífico de um combustível. Então começar-se-á a explicação do experimento, propriamente dita.

O professor entregará o roteiro do experimento, e começará a leitura dele com os alunos. Será chamada a atenção de que o roteiro em questão consiste de quatro partes: uma pergunta inicial que resume o problema que o experimento busca solucionar, os materiais que serão usados no experimento, os passos do experimento, e uma tabela onde serão anotados os valores coletados.

O professor lerá a pergunta inicial do roteiro e explicará que o objetivo do experimento a ser realizado é verificar a quantidade de energia que um combustível libera, medindo o quanto dele é necessário para se aquecer a água. Nesse momento, o professor explicará que era desejado que se realizasse o experimento usando diversos tipos de combustíveis, mas que isso não foi possível, pois a maior parte deles liberava muita fuligem e deixava um cheiro forte, e o laboratório não dispõe de capela. O professor então acenderá brevemente uma lamparina com gasolina, para demonstrar a fumaça preta liberada. Daí será explicado que o experimento será realizado com diversas misturas de etanol, uma vez que ele não exibe os problemas mencionados; e explicará as normas de segurança, como será realizado o experimento e como serão coletados os dados. Para isso ele lerá cada item do roteiro, o explicando em seguida, e fará uma demonstração na frente de como se tomar as medidas quando ele estiver explicando essa parte. O professor dirá que os dados com os outros combustíveis foram obtidos da mesma forma com que os alunos farão com o etanol, e que esses dados serão fornecidos mais adiante.

Então os alunos se dividirão em 6 grupos, para a realização do experimento de calorimetria. Cada grupo trabalhará com uma amostra de etanol, e serão usadas duas amostras de etanol puro, duas de etanol 90% em água, e duas de 80% em água. Os professores circularam pelos grupos para auxiliar,

tirar dúvidas, e checar se tudo está sendo feito corretamente. Os alunos deverão inicialmente anotar os dados obtidos na tabela do roteiro do experimento, calcular e anotar a variação de massa e temperatura. Ao término da experimentação um de cada grupo será chamado para anotar, em uma tabela na lousa, os resultados que o seu grupo obteve. Uma vez terminado isso, o professor acrescentará à tabela os dados das medições com outros combustíveis, e pedirá que os alunos copiem os valores na tabela da lousa para a de seus respectivos roteiros, o que conduzirá para a atividade seguinte.

- **Atividade 3: Discussão dos dados obtidos no experimento**

1- Propósitos:

Obter dados experimentais para o desenvolvimento do conceito de poder calorífico que será tratado na aula 4. Desenvolver a análise crítica de resultados obtidos utilizando-se o método científico. Desenvolver as habilidades motoras e de observação.

2- Conceitos Envolvidos:

Levantamento de hipóteses e identificação de variáveis.

3- Materiais:

Os materiais necessários para o desenvolvimento desta atividade serão: giz, lousa, lápis, borracha e o roteiro do experimento.

4- Meios mediacionais:

Os meios mediacionais utilizados nesta atividade serão as tabelas e a fala.

5- Padrões comunicativos:

Os padrões comunicativos a serem utilizados são interativo e dialógico, ao se pedir que os alunos formulem hipóteses; e interativo e de autoridade ao se selecionar, no término da discussão, quais delas estão corretas.

6- Tempo estimado:

20 minutos.

7- Descrição:

O professor começará uma discussão em cima dos dados obtidos. Inicialmente o professor questionará os alunos de por que os resultados para uma mesma amostra foram diferentes entre uma vez e outra, e pedirá aos alunos que levantem hipóteses para isso; se os alunos tiverem dificuldades de fazer isso, o professor tentará perguntar o que pode ter ocorrido de diferente entre um experimento e outro, e então serão comentados erros e diferenças que podem ter ocorrido entre as medidas. Depois disso, o professor começará a discussão entre os valores de diferentes amostras, e ele perguntará aos alunos quais amostras eles acham que liberam mais ou menos energia, apenas observando os valores obtidos (no caso, a massa de combustível consumida para elevar a temperatura da água), e em seguida por que eles acham isso. Após a discussão, o professor dirá que na aula seguinte será visto como se chegar à quantidade de energia liberada de uma forma mais exata.

Aula 4:

- **Atividade 1: Cálculo do poder calorífico dos combustíveis estudados**

1- Propósitos:

Calcular os valores de poder calorífico dos diferentes combustíveis.

2- Conceitos Envolvidos:

Transformação química, combustão, energia e poder calorífico.

3- Materiais:

Os materiais necessários para o desenvolvimento desta atividade serão: giz, lousa, lápis, borracha, papel, o roteiro do experimento (Atividade 5) e a folha na qual será feito o cálculo (Atividade 6).

4- Meios mediacionais:

Os meios mediacionais utilizados nesta atividade serão as tabelas, a fórmula de cálculo do poder calorífico, e a fala.

5- Padrões comunicativos:

Inicialmente os padrões comunicativos a serem utilizados são iterativo e de autoridade, ao se explicar aos alunos o cálculo do poder calorífico, pois os conceitos envolvidos são definições e assim não há muito o que se argumentar a respeito; e depois interativo e dialógico ao se discutir os valores que cada grupo obteve.

6- Tempo estimado:

50 minutos.

7- Descrição:

O professor começará a aula dizendo que a partir dos dados obtidos, o próximo passo é saber o quanto de energia foi gasta para aquecer a água, então ele inferirá dizendo que é necessário uma forma para se obter um valor que represente isso. O professor dirá que a simples massa de combustível gasta pode dizer qual combustível libera mais calor, se a variação da temperatura for a mesma. Então será dito que isso só vale para esse caso, e que será necessária uma forma absoluta de se comparar diferentes combustíveis em diferentes casos, que pode ser o quanto de energia um combustível libera por massa consumida.

Daí o professor explicará que medir não é nada mais do que comparar o que se deseja medir com um padrão conhecido, será citado como exemplo a origem da escala Celsius de temperatura, e também do conceito de grama.

Em seguida, o professor introduzirá o conceito de capacidade calorífica. Para iniciar, o professor perguntará aos alunos o que eles acham que vai esquentar mais rápido entre diferentes materiais, por exemplo, um pedaço de metal ou água. Em seguida o professor dirá que diferentes matérias necessitam de diferentes quantidades de energia para aumentar a sua temperatura, e que a partir disso é possível criar um padrão para medir a quantidade de energia. Depois será apresentada a definição de caloria, que será apresentada como a quantidade de energia necessária para se elevar a temperatura de 1g de água em 1°C, e daí será definida a capacidade calorífica da água como 1cal/g°C (deixando claro que diferentes materiais possuem diferentes capacidades caloríficas, ligando isso com a discussão anterior sobre diferentes materiais). A fim de se ilustrar o conceito, será projetada brevemente uma tabela com as capacidades caloríficas de diferentes materiais, e se perguntará quais os alunos acham que pode ser aquecido mais facilmente.

Após isso, então serão feitas algumas perguntas sobre como a quantidade de energia absorvida por uma certa quantidade de água para se chegar a uma certa temperatura, o que tem por objetivo ilustrar a idéia de proporcionalidade da quantidade de calor gasta para aquecer uma amostra: "Quantas calorias são necessárias para elevar a temperatura de 1g de água em 10°C?", "E quantas calorias para elevar em 1°C 10g?", "E quantas calorias para elevar em 10°C 10g?", ou qualquer outra que julgar conveniente. O professor conduzirá a discussão de tal forma que se chegue à conclusão de que é necessário multiplicar-se a massa de água, por quanto aumentou a sua temperatura, pela sua capacidade calorífica. Então o professor afirmará que uma vez já se sabendo como calcular o quanto de energia uma certa quantidade de água recebeu, é necessário agora ver o quanto de combustível foi gasto para se fornecer essa energia; e ele dirá que para isso basta ver qual foi a variação da massa da lamparina. O professor então definirá o poder calorífico: que é a quantidade de energia liberada por um combustível por massa dele consumida. E então o professor deixará claro que para se ver isso, basta dividir a energia liberada

pela massa absorvida, e assim teremos a fórmula para o cálculo do poder calorífico (que será posta na lousa):

$$PC = \frac{m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot C_P \cdot \Delta T}{\Delta m_{\text{etanol}}}$$

Onde PC é o poder calorífico do etanol, $m_{\text{H}_2\text{O}}$ é a massa de água, Δm_{etanol} é a variação da massa de etanol, C_P é a capacidade calorífica da água a pressão constante, e ΔT é a variação da temperatura. PC é expresso em unidade de energia por unidade de massa de etanol.

Em seguida será solicitado para que cada aluno calcule a capacidade calorífica da amostra que o seu grupo trabalhou, e que comparem entre o seu grupo para ver se estão calculando corretamente. Os professores circularão entre os grupos para tirar dúvidas e dar explicações caso os alunos encontrem dificuldades nos cálculos. A folha que será fornecida para que façam os cálculos encontra-se na Atividade 6.

Terminados os cálculos, será pedido para que um de cada grupo vá por em uma tabela na lousa o resultado da amostra que o seu respectivo grupo trabalhou e o professor completará a tabela com os resultados dos cálculos com os demais combustíveis, e também que os alunos anotem os valores da lousa em suas respectivas tabelas dos roteiros. Então, será fornecido aos alunos os valores oficiais do poder calorífico de cada um dos combustíveis, e se questionará os alunos de por que os obtidos por eles são menores que os valores aceitos, e que levantem hipóteses para isso. Então o professor explicará que nem toda a energia liberada foi usada para aquecer a água (parte foi perdida ao ambiente), e por isso foram obtidos valores menores.

Então será feito um questionamento a respeito de qual é o melhor combustível, se apenas for considerado o poder calorífico. Será feita uma comparação entre a gasolina e o etanol: a gasolina possui um poder calorífico maior enquanto polui mais, enquanto que o etanol polui menos mas é necessária uma massa maior para liberar o mesmo de energia do que a gasolina (isso pode ser ilustrado pelo professor na lousa calculando a massa de etanol necessária para liberar a mesma quantidade de energia

que uma certa massa de gasolina). Daí o professor chamará a atenção de que há vários outros fatores (além do poder calorífico) a serem considerados na escolha de um combustível, e que isso será abordado em aulas futuras.

- **Atividade 2: Explicando as transformações químicas através de modelos**

1- Propósitos:

Desenvolver o conceito de transformação química como rearranjo de átomos. Retomar os conceitos de reagente, produto e combustão completa e incompleta trabalhados na aula 2. Desenvolver o conceito de estequiometria de reação. Explicitar que em uma transformação química ocorrem a quebra e formação de ligações químicas, conceito que será necessário na aula 5.

2- Conceitos Envolvidos:

Transformação química, combustão, reagentes, produtos, rearranjos de átomos, estequiometria de reação e modelização de moléculas como bolas e varetas.

3- Materiais:

Os materiais necessários para o desenvolvimento desta atividade serão giz, lousa, os modelos atômicos de bolas e varetas e a Atividade 7.

4- Meios mediacionais:

Os meios mediacionais utilizados nesta atividade serão as tabelas, a fala, os modelos atômicos, e as reações químicas envolvidas.

5- Padrões comunicativos:

Inicialmente os padrões comunicativos a serem utilizados são interativo e dialógico.

6- Tempo estimado:

50 minutos.

7- Descrição:

O professor iniciará essa parte da aula dizendo que uma vez que já estava evidenciado que diferentes combustíveis podem fornecer diferentes quantidades de energia, então já se está pronto para começar a entender de onde vem essa energia, e que para isso é necessário olhar mais a fundo o que ocorre nas reações de combustão, e explicará que para isso os alunos irão trabalhar com os modelos atômicos.

Então o professor lembrará os alunos do conceito do que é uma reação de combustão, que foi vista nas duas primeiras aulas. Ele então ilustrará a forma com que pretende que os alunos trabalhem com os modelos com uma reação bem simples de combustão: metano reagindo com oxigênio, resultando em gás carbônico e água. Ele então montará com os modelos atômicos uma molécula de metano e uma de oxigênio, e explicará que agora é necessário reorganizá-las a fim de se montar moléculas de água e de gás carbônico. Em determinado momento da montagem, ficará claro de que apenas uma molécula de oxigênio não basta para montar moléculas inteiras dos produtos, e que é necessário mais uma de oxigênio. Com uma molécula de metano e duas de oxigênio, será possível montar uma de gás carbônico e duas de água, e então o professor pegará um modelo de molécula de metano e dois de oxigênio (previamente montados), e contará quantos átomos de cada tipo há em cada, e fará o mesmo para as moléculas dos produtos. Daí ele evidenciará aos alunos que a quantidade de átomos de cada elemento nos reagentes e nos produtos é a mesma, e então escreverá na lousa a reação indicando quantas moléculas de cada está envolvida.

Em seguida o professor passará aos alunos a tarefa de cada um dos seis grupos da aula passada fazer, para a combustão do etanol, o mesmo trabalho de desmontagem dos reagentes e montagem dos produtos com os modelos. Para auxiliar, ele desenhará na lousa a fórmula molecular do etanol, e explicará quais cores de esferas os alunos devem usar para

representar quais átomos. O professor também pedirá para que, após a montagem, os alunos escrevam a reação de combustão (balanceada) na folha própria para tal (atividade 7). Durante o trabalho com os modelos, os professores circularão entre os grupos para sanar as dúvidas e ajudar os alunos.

Após o término do trabalho com os modelos, o professor solicitará um voluntário dentre os alunos para escrever a reação na lousa. O professor então fará de novo a contagem de átomos nos reagentes e nos produtos. Em seguida, o professor questionará os alunos a respeito do que mudou entre os reagentes e os produtos, e conduzirá a discussão de tal forma que se conclua que as ligações químicas em um e em outro são diferentes. Daí, com um modelo, o professor mostrará que para se romper ou se formar uma ligação foi necessário liberar ou gastar energia, respectivamente. Então ele afirmará que se para se romper ou formar uma ligação foi necessário energia, e as ligações químicas nos produtos e nos reagentes são diferentes, então deve acabar sobrando ou faltando energia entre um e outro, e daí a energia que pode ser liberada (ou absorvida). E o professor fechará a aula dizendo que esse é já um assunto que será abordado em mais detalhes na aula seguinte (assim já fazendo a ligação com o que virá na semana seguinte).

Aula 5:

- **Atividade 1: Energia de ligação, calor de reação e classificação de reações como endo ou exotérmicas.**

1- Propósitos:

Desenvolver os conceitos de energia de ligação, calor de reação, classificação de reações como endo ou exotérmicas e energia de ativação.

2- Conceitos Envolvidos:

Transformação química, combustão, reagentes, produtos, rearranjos de átomos, estequiometria de reação, transposição da modelização de moléculas com bolas e varetas para a ilustração gráfica, calor de reação,

energia de ligação, variação de entalpia de um sistema, reações endo e exotérmicas e energia de ativação.

3- Materiais:

Os materiais necessários para a realização desta atividade encontram-se no roteiro experimental (Atividade 8), além de lousa e giz.

4- Meios mediacionais:

Lousa, modelos moleculares, tabelas, fala, imagens, roteiro do experimento, observações feitas no experimento.

5- Padrões comunicativos:

Interativo/ dialógico e não interativo/de autoridade.

6- Tempo estimado:

120 minutos.

7- Descrição:

Na aula 1, utilizaram-se as seguintes questões para problematizar o experimento de combustão: "A queima é uma transformação química? Por que eu posso utilizá-la para obter energia?" Retomando esta idéia, pode-se lançar uma nova pergunta: "De onde vem a energia da queima do combustível?". Para responder a esta questão o professor deverá utilizar as idéias já trabalhadas de poder calorífico, liberação de calor por uma reação e de transformação química como rearranjo de átomos (evidenciado pelo uso de modelos na atividade 2 da aula 4). Portanto, as ligações químicas possuem uma determinada quantidade de energia (mostrar tabelas com as energias das ligações que estão sendo quebradas e formadas na combustão: Atividade 9) e é esta a energia que é aproveitada pelos homens, quando utilizam a combustão como fonte de energia, por exemplo. Se para cada mol de ligação quebrada e formada, no estado gasoso, há o consumo e a liberação, respectivamente, de uma quantidade de energia, e se o valor destas quantidades é conhecido, é possível calcular o rendimento

energético da reação. É fundamental que o professor discuta com os alunos as limitações do modelo adotado, assim como as representações de ligação química compreendidas e os valores de energia de ligação para cada mol de ligações rompidas ou formadas. Também se faz muito pertinente apresentar as definições de entalpia de reação e de energia de ligação, discutindo-as e explicitando que uma das maneiras de se calcular entalpia de uma reação é através da energia de ligação, porém não a única. Para esta etapa da atividade, é importante se fazer um estudo de caso do etanol, escrevendo a equação química de sua combustão (retomando as aulas anteriores) e desenhando as estruturas dos compostos compreendidos na queima do etanol através do mesmo tipo de representação utilizada na aula 4 pelos alunos (modelos atômicos). A partir daí, balancear a equação e, com o auxílio da tabela, discutir o valor de energia de ligação por mol no estado gasoso para cada uma das ligações rompidas e formadas no processo, associando estes valores a cada "mol" de ligações representadas pela ilustração do modelo atômico (o professor deve explicitar a limitação da representação feita no sentido de se considerar cada ligação química do modelo atômico como um mol de ligação, associando a energia de ligação que é expressa por mol de cada molécula considerada em estado gasoso). Com isto, o professor deverá calcular o valor de energia liberada por mol de etanol no processo de sua queima no estado gasoso e discutir que esta é uma das maneiras de se calcular a variação de entalpia de um sistema (ΔH). Após esta atividade, vem outra pergunta: Será que toda reação química libera calor? Como funcionam as outras reações, como, por exemplo, as iônicas? A partir daí, os alunos farão um experimento qualitativo descrito na Atividade 8, no qual presenciarão uma reação que não é de combustão, mas que libera energia, e outra que a consome.

Terminada esta etapa experimental, os alunos deverão responder as questões apresentadas no roteiro experimental (Atividade 8). Neste momento, o professor deverá organizar as hipóteses dos alunos sobre o experimento, com o intuito de gerar consenso de que a quebra e a formação de ligações químicas envolvem o consumo e a liberação de

energia, na forma de calor, respectivamente. Retomando as idéias trabalhadas (tabela de energia de ligação e rendimento energético), no início da aula, definir-se-á que o rendimento energético é o calor de reação e que a partir deste balanço de calor é possível classificar as reações como endo ou exotérmicas, discutindo assim os resultados observados nos experimentos. É importante deixar claro para os alunos que todos estes valores são valores relativos a um valor tomado como referência. Através dos experimentos, também será discutida a energia de ativação de um processo, abordando o que é necessário para que uma determinada reação química ocorra, tomando como exemplo o fato de termos etanol e oxigênio presentes em um meio, mas que para acender a lamparina necessitou-se de uma faísca de fogo para a ocorrência do início da ignição. Para esta etapa da discussão, o professor deve retomar também os experimentos realizados, e desenhar, com o auxílio dos alunos, os gráficos de energia pelo caminho da reação para ambos os casos, explicitando assim energia de produtos, do complexo ativado, e dos reagentes, e efetuar o gráfico da variação de entalpia através destes gráficos, assim como da energia do complexo ativado.

Nesta etapa, é importante discutir as limitações do modelo escolhido (representação gráfica e a representação por equação química) para o processo macroscópico observado, deixando claro que aquele modelo só funciona na escala das partículas (corresponde a uma única partícula) e não ao que é visto em um processo macroscópico, como no experimento, mas que é válido para estudar as reações químicas do ponto de vista das partículas. Também deve ser discutida a probabilidade de que uma reação ocorra (orientação no choque) e a energia de ativação do processo, nos dois casos estudados (exotérmico e endotérmico).

Aula 6:

- **Atividade 1: Balanço energético do uso de combustíveis fósseis e biocombustíveis como fontes de energia.**

1- Propósitos:

Conceituar o balanço energético de um biocombustível, a sua importância na avaliação de um biocombustível e desenvolver a capacidade de reflexão sobre uma questão social de presente na mídia atual, estabelecendo relações e extrapolando os conteúdos teóricos de química.

2- Conceitos Envolvidos:

Balanço energético de biocombustíveis.

3- Materiais:

Os materiais necessários para a realização desta atividade são: lousa, giz, texto sobre balanço energético (Atividade 10) e questões sobre este mesmo texto (Atividade 11).

4- Meios mediacionais:

Texto e fala.

5- Padrões comunicativos:

Interativo/dialógico.

6- Tempo estimado:

80 minutos.

7- Descrição:

Inicialmente, o professor deve perguntar aos alunos quais critérios devem ser considerados para avaliar a viabilidade ambiental dos biocombustíveis. Após esta discussão, os alunos deverão ler o texto sobre o balanço energético dos biocombustíveis, apresentado na Atividade 10. Para esta atividade, cada aluno receberá um exemplar do texto e um roteiro de interpretação do texto (Atividade 11). A sugestão é que os alunos grifem as palavras e unidades que não entenderam durante a leitura e posteriormente perguntem sobre as mesmas.

Na retomada das questões do texto, na outra semana, o professor deve discutir com os alunos suas respostas, dúvidas remanescentes. E indagar sobre o fato de que neste balanço energético só é considerada a energia de uma forma exata e não humana, não levando em conta o trabalho humano, as condições sociais da produção do biocombustível, que deverão ser retrabalhadas na próxima aula.

Aulas 7 e 8:

No último dia de curso, as duas aulas (7 e 8) serão unidas; ao invés de haver um intervalo, será oferecido um lanche aos alunos ao final das aulas, como forma de confraternização.

- **Atividade 1: Biocombustíveis e ciclo do carbono**

1- Propósitos:

Discutir com os alunos o que é um biocombustível e o ciclo do carbono no meio ambiente, mostrando os vários processos sofridos pelo carbono na natureza.

2- Conceitos Envolvidos:

Combustão, fotossíntese, decomposição da matéria orgânica, usos do carbono, equilíbrio entre fase gasosa e líquida.

3- Materiais:

Para o desenvolvimento desta atividade será utilizada apresentação no Microsoft Power Point, a qual é apresentada no Anexo 12.

4- Meios mediacionais:

Os meios mediacionais serão imagens e fala.

5- Padrões comunicativos:

Os padrões comunicativos a serem utilizados são interativo/dialógico (durante a discussão dos textos entregues na aula anterior) e interativo/de autoridade durante as explicações dos slides do Microsoft Power Point.

6- Tempo estimado:

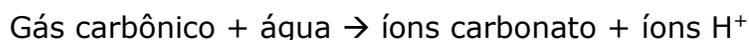
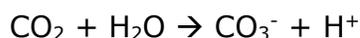
40 minutos.

7- Descrição:

Primeiramente, perguntar-se-á aos alunos o que significa "biocombustível". Espera-se que as respostas sejam baseadas nos conceitos vistos nos textos dados nas aulas anteriores e nas próprias aulas; caso isso não aconteça, o docente deve dirigir a discussão para esse foco. A definição que se espera alcançar é que biocombustíveis são materiais de origem biológica que, quando em combustão, possuem a capacidade de gerar energia que pode ser utilizada para realizar trabalho. Após isso, perguntar-se-ão aos alunos quais são as vantagens em se utilizar os biocombustíveis. Com esta pergunta, pretende-se encaminhar a idéia de que biocombustíveis são melhores que os combustíveis comuns, pois liberam menor quantidade de dióxido de carbono (CO_2) na atmosfera, já que possuem cadeias carbônicas menores. Para ilustrar esse fato, pretende-se comparar as estruturas químicas dos principais compostos constituintes da gasolina e do diesel com aqueles que compõem o etanol e o biodiesel, respectivamente (tal comparação será feita com a projeção apresentada no Anexo 12). Neste momento, convém lembrar aos alunos que o tamanho da cadeia de biodiesel depende de seu material de origem, variando de 12 a 18 átomos de carbono. Se o tamanho das cadeias de biodiesel é aproximadamente o mesmo das cadeias de diesel, então porque ele é considerado um melhor combustível? Aqui deve ser levantada a idéia de que os biocombustíveis, ao contrário dos combustíveis derivados do petróleo, não possuem enxofre em sua composição; desse modo, não liberam compostos como o dióxido de enxofre ao queimar, minimizando a ocorrência de chuvas ácidas. Deve-se também frisar que os biocombustíveis apresentam queima mais completa

(menor geração de fuligem e monóxido de carbono) e que provêm de plantas, as quais realizam fotossíntese (ou seja, retiram CO₂ da atmosfera) durante seu ciclo de vida; dessa forma, o CO₂ emitido na queima dos biocombustíveis é rapidamente convertido em mais massa vegetal para a geração de mais combustível, o que não ocorre com os combustíveis de origem fóssil (o petróleo pode levar de um a quatrocentos milhões de anos para se formar). Deve-se também mostrar o processo químico pelo qual o biodiesel é formado, para mostrar aos alunos a utilização dos óleos vegetais citados.

Pensando neste processo de consumo e produção de biocombustíveis, pedir-se-á aos alunos que digam mais processos em que há emissão de CO₂ para a atmosfera, e espera-se que falem sobre os processos de respiração e decomposição de matéria orgânica (animal e vegetal). Nesse momento, será dito aos alunos que já foram falados todos os tópicos importantes, e o professor deverá listá-los na lousa, para que os alunos acompanhem o raciocínio. Deverá falar também que estes tópicos então serão colocados em um esquema; em seguida, será mostrado a eles a projeção que representa o ciclo do carbono etapa a etapa (vide Anexo 12). Nesse slide, aparece a interação dos CO₂ com a água dos oceanos, interação que não foi discutida até então. Deve-se, então, discutir o fato de que o gás CO₂ está em equilíbrio dentro e fora da água, dissolvendo-se e sendo expelido a todo momento. Esse gás carbônico pode ser proveniente da atmosfera ou da respiração de organismos submersos, e pode sofrer transformações químicas. A transformação química sofrida pelo gás carbônico na água deverá ser esquematizada na lousa como sendo:



Os produtos desta transformação são o íon H⁺, responsável pela acidificação da água, e o íon carbonato, que precipita (na forma, por exemplo, de carbonato de bário e de cálcio) no fundo do oceano. Esse íon carbonato pode também ter origem animal, na forma de conchas de

animais marinhos; ao morrerem, estes organismos deixam que suas carapaças depositam-se no fundo do mar.

Nesse momento de discussão do ciclo, é importante dizer aos alunos que o ciclo não é estático nem ocorre etapa a etapa, como mostrado na projeção; todos os processos ocorrem simultaneamente, em equilíbrio.

- **Atividade 2: Embasamento para o júri químico**

1- Propósitos:

Fornecer mais argumentos para ambos os lados do júri químico: a defesa e a promotoria.

2- Conceitos Envolvidos:

Fator social da utilização de biocombustíveis, o que é um biocombustível.

3- Materiais:

Para o desenvolvimento desta atividade serão mostrados dois vídeos do site Youtube (www.youtube.com). Um deles, intitulado "Biodiesel no Jornal Nacional", possui 5'42" de duração e encontra-se na URL <http://www.youtube.com/watch?v=6KPdnhxWE7E>. O outro, intitulado "Etanol na Amazônia", possui 10'00" de duração, mas terá apenas seus primeiros 1'26" utilizados, e encontra-se na URL http://www.youtube.com/watch?v=yUM_d2ozVuA.

4- Meios mediacionais:

Os meios mediacionais serão vídeos e fala.

5- Padrões comunicativos:

O padrão comunicativo a ser utilizado é interativo/de autoridade durante as exibições dos vídeos e interativo/dialógico durante as breves discussões sobre os vídeos.

6- Tempo estimado:

20 minutos.

7- Descrição:

Dois vídeos serão mostrados aos alunos. O primeiro é uma reportagem veiculada no Jornal Nacional, de Rede Globo, que faz parte de uma série especial de reportagens sobre combustíveis; já o segundo mostra uma entrevista com dois trabalhadores de uma área de plantio e corte de cana. Este último vídeo apresenta falas ruins de serem ouvidas, o que fez com que os professores transcrevessem as falas; o documento com a "legenda" encontra-se na Atividade 12. Com esses vídeos, espera-se que os alunos possam adicionar mais informação ao julgamento e possam refletir sobre a utilização de biocombustíveis como panacéia.

• **Atividade 3: Biocombustíveis e fatores sociais, econômicos e ambientais: um júri**

1- Propósitos:

Estimular que os alunos tenham a capacidade de analisar os fatores que realmente influenciam as escolhas, percebendo que só o balanço energético não dá as dimensões reais do problema energético mundial: há outros fatores a serem levados em consideração. Além disso, pretende-se trazer à sala de aula um fator mais lúdico, saindo do "cotidiano químico" de aulas e experimentações.

2- Conceitos Envolvidos:

Balanço energético e problemas sociais e econômicos ligados ao tema combustíveis.

3- Materiais:

O material necessário para o desenvolvimento desta atividade será: textos dados previamente aos alunos, papel e caneta (para que os professores

tomem nota de fatos que julgarem interessantes no decorrer do julgamento).

4- Meios mediacionais:

Os meios mediacionais serão textos dados previamente aos alunos para aquisição de dados e construção das personagens e a fala.

5- Padrões comunicativos:

Os padrões comunicativos a serem utilizados são interativo/dialógico (durante a maioria do tempo) e não-interativo/de autoridade (utilizado pelo júri ao comunicar a decisão tomada).

6- Tempo estimado:

O tempo que for necessário, com duração máxima de 140 minutos.

7- Descrição:

Nesta aula, ocorrerá um julgamento dos biocombustíveis: o que é de maior importância? Os males que podem trazer à sociedade, à economia e ao meio ambiente ou os benefícios decorrentes de sua utilização? Neste julgamento, os discentes serão divididos em dois grupos: um que atuará como a defesa e um atuando como a promotoria. Ambos os grupos receberão dos professores, previamente, textos relacionando o uso de biocombustíveis com suas consequências para a sociedade, a economia e o meio ambiente, e deverão ler os mesmos para melhor preparação. Em cada grupo, haverá dois alunos atuando como advogados, enquanto os outros atuarão como testemunhas – essas, sendo representantes de classes ou profissões que tenham algo a dizer a favor ou contra a utilização de biocombustíveis. O juiz do julgamento será o professor responsável pela aula, enquanto os outros professores comporão o júri.

Os grupos serão divididos no momento em que a atividade anterior for encerrada, e então os alunos terão 20min para discutir como comporão o grupo e quais serão os argumentos que utilizarão, dentre outros fatores que podem decidir. É importante estabelecer critérios de avaliação e deixá-

los claros para os alunos; por exemplo, “ganharão mais pontos” (ou qualquer sistema avaliativo utilizado), os argumentos que se basearem em pontos vistos nas aulas anteriores (como balanço energético), fazendo assim com que haja um resgate das aulas anteriores pelos discentes. Pode-se também criar um sistema de avaliação que contemple com diferentes valores as diferentes falas dos alunos, como um contra-argumento, uma exceção ao argumento, etc.. Seria interessante, também, estabelecer tais critérios em conjunto com os alunos.

Cada grupo terá 10min para explicar a situação através de seus advogados (o grupo pode dividir o tempo como preferir; entretanto, ambos advogados devem falar), começando pela promotoria; após estes 20min, as testemunhas começarão a ser interrogadas. Cada testemunha terá direito a apenas sua apresentação (quem é, porque está ali) e então será interrogada por até 5min por cada um dos grupos (defesa e promotoria). Haverá réplica após cada interrogatório, para permitir uma melhor interação dos alunos.

Ao final destes interrogatórios, os advogados de cada grupo terão mais 10min (por grupo) para expor ao júri a conclusão final. Então, o júri tomará sua decisão e o veredicto final será revelado. O veredicto deve, sim, levar em conta o fato de um grupo ter uma atuação destacada sobre outro, sem ficar estagnado na questão do “politicamente correto” (ou seja, fazer o veredicto ser um empate apenas para os alunos não se sentirem “perdedores”). Entretanto, após a revelação do veredicto, deve-se dizer que na realidade ainda não há uma decisão real, pois são muitos os fatores envolvidos na escolha de uma fonte energética.

Nos outros arquivos, encontra-se o material de aula utilizado para o minicurso; os anexos são material para o professor e as atividades são material entregue para os alunos.