

Caro(a) aluno(a),

Neste Caderno você irá estudar temas importantes relacionados ao modo de viver das pessoas. É difícil pensar em nossa vida sem o uso de combustíveis; por isso, conhecer mais profundamente esse assunto abrirá portas para compreender questões que perturbam o mundo atualmente, como a necessidade de obter energia por processos cada vez mais limpos e de controlar as emissões de carbono.

Também estudaremos neste volume as relações que ocorrem entre os materiais durante as transformações, e você verá que a frase de Lavoisier – “na natureza nada se cria, tudo se transforma” – tem tudo a ver com o estudo da Química.

Por que o efeito estufa e a chuva ácida são problemas enfrentados pelo homem contemporâneo? Por que esses fenômenos não ocorreram na época das cruzadas ou das grandes navegações? Esses são realmente problemas de difícil solução? Ao estudar as implicações socioambientais da produção e do uso de combustíveis, você poderá ter uma compreensão mais ampla do complexo desafio que esse processo apresenta, além de poder refletir sobre seu enfrentamento urgente.

De que forma explicar algo que não podemos ver, como os átomos? O último assunto estudado neste Caderno irá permitir que você conheça a maneira que os cientistas encontraram para explicar, no século XIX, como todos os materiais eram formados. Você perceberá como as ideias de um cientista podem ser utilizadas por outros e como essas ideias vão sofrendo modificações com o passar do tempo. Essa visão será importante para perceber que a Ciência é um conjunto de conhecimentos elaborados por homens e que, portanto, poderá ser modificada e aperfeiçoada. Os modelos explicativos mostram que, além de esforço e estudo, a Ciência demanda criatividade.

Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas – CENP
Secretaria da Educação do Estado de São Paulo
Equipe Técnica de Ciências da Natureza





SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 1 COMBUSTÍVEIS E COMBUSTÃO NO DIA A DIA E NO SISTEMA PRODUTIVO

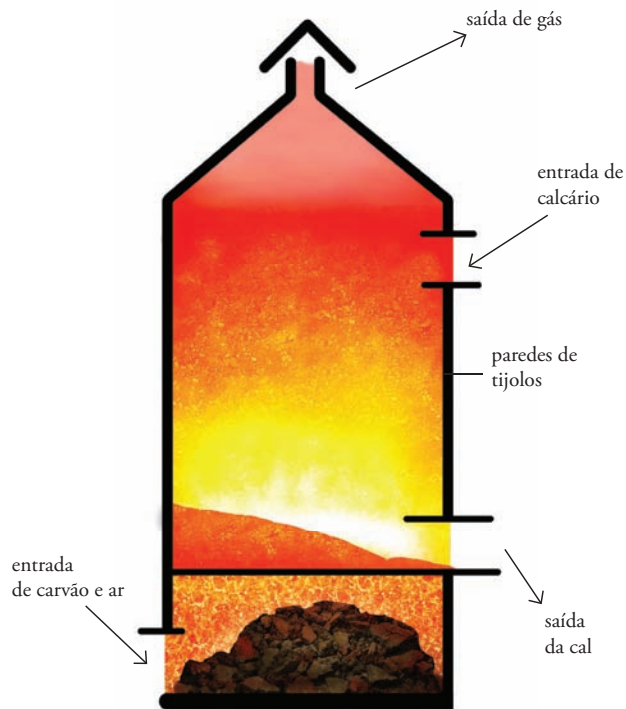
A combustão é um tipo de transformação química muito importante para a humanidade. Há tempos queimamos madeira, carvão e óleos para obter energia térmica e luminosa para as mais diversas tarefas. Usamos a combustão para preparar alimentos, aquecer e iluminar ambientes e também nos motores dos automóveis.

Atividade 1 – Combustão do carvão na produção da cal e do ferro

Se você parar para pensar um instante em quais atividades do dia a dia queimamos combustíveis, perceberá a importância das combustões. Além dessas aplicações mais comuns, podemos considerar também a importância da combustão na indústria. Um exemplo disso foi visto no volume anterior quando estudamos a produção da cal pelo aquecimento do calcário.

Questões para a sala de aula

1. A partir das discussões feitas em sala de aula, elabore um pequeno resumo explicando para que serve o carvão usado na produção de cal e na produção de ferro.



Esboço de um forno de calcinação de calcário.

2. Analise a tabela e responda à questão a seguir.

Massa de carvão consumida	
Na produção de 1000 g (1 kg) de cal	Na produção de 1000 g (1 kg) de ferro
312 g	910 g

Segundo a Associação Brasileira de Produtores de Cal (ABPC), a produção de cal no Brasil, em 2006, foi de 7,0 milhões de toneladas. A partir desse dado e das informações da tabela acima:

- a) Expresse a massa, em gramas, de cal produzida em 2006, levando em conta que $1 \text{ t} = 10^6 \text{ g} = 1\ 000\ 000 \text{ g}$.

- b) Calcule a quantidade de carvão, em toneladas, consumido no Brasil apenas na produção de cal durante o ano de 2006.

- c) Observando a tabela, responda: O que consome mais carvão, a produção de 1 kg de cal ou de 1 kg de ferro?

Atividade 2 – O poder calorífico dos combustíveis

Um dos fatores que deve ser considerado na escolha de um combustível é o seu poder calorífico. A tabela a seguir apresenta o poder calorífico de diversos combustíveis.

Combustível	Energia térmica liberada na combustão de 1,0 kg de combustível	
	Em kJ/kg	Em kcal/kg
Gás de cozinha (GLP)*	49 030	11 730
Gasolina (sem álcool)	46 900	11 220
Gasolina (com 20% de álcool)	40 546	9 700
Óleo diesel	44 851	10 730
Carvão	28 424	6 800
Lenha	10 550	2 524
Etanol	29 636	7 090
Álcool combustível	27 200	6 507
Biogás	25 000	6 000
Gás natural	37 800	9 054

* GLP – Gás liquefeito de petróleo.

Tabela baseada em: GEPEQ – Grupo de Pesquisa em Educação Química (Org.). *Interações e transformações*. Química para o Ensino Médio. Livro do Aluno. Elaborando conceitos sobre transformações químicas. São Paulo: Edusp, 2005, v. I, p. 218.

Esses dados representam valores médios, já que a maioria dos combustíveis é formada por misturas de substâncias e pode haver variações na composição das amostras de um mesmo material. Um exemplo disso é o carvão mineral. A tabela a seguir apresenta dados referentes à composição e à quantidade de energia térmica liberada na queima de 1 kg de diferentes tipos de carvão mineral.

Tipos de carvão	Turfa	Linhito	Hulha	Antracito
Teor de carbono (%)	50-60	60-75	75-90	90-95
Poder calorífico (kJ/g)	25	25-30	30-35	35-38

Questões para a sala de aula

1. Analise a tabela de poder calorífico de diversos combustíveis e responda:

a) Qual dos combustíveis apresenta maior poder calorífico?

b) Qual dos combustíveis apresenta menor poder calorífico?

2. Que quantidade de energia térmica pode ser liberada na combustão de 5,0 kg de lenha?

3. Que massa de carvão é necessário queimar para liberar 17 000 kcal?

4. A queima de 1,0 kg de gás natural gera em torno de $9,1 \cdot 10^3$ kcal de energia. Responda:

a) Que quantidade de energia térmica pode ser liberada na queima de 30 kg de gás natural?

b) Que massa de biogás deve ser queimada para gerar a mesma quantidade de energia que 1,0 kg de gás natural?



LIÇÃO DE CASA



1. Em qual das situações há maior liberação de energia térmica: na combustão de 30 kg de gasolina com 20% de álcool ou na combustão de 40 kg de álcool combustível? Justifique sua resposta mostrando os cálculos e as conclusões.

2. Um alto-forno produz, em média, $4,0 \cdot 10^4$ kg de ferro de uma vez, consumindo cerca de 0,91 kg de carvão para cada 1,0 kg de ferro produzido. Nessas condições, que quantidade de energia pode ser liberada no alto-forno por meio da queima do carvão?



PESQUISA INDIVIDUAL

Pesquise informações que auxiliem a responder às questões apresentadas a seguir. Elabore um pequeno texto com cerca de dez linhas supondo que você vai expor sua pesquisa aos colegas de classe.

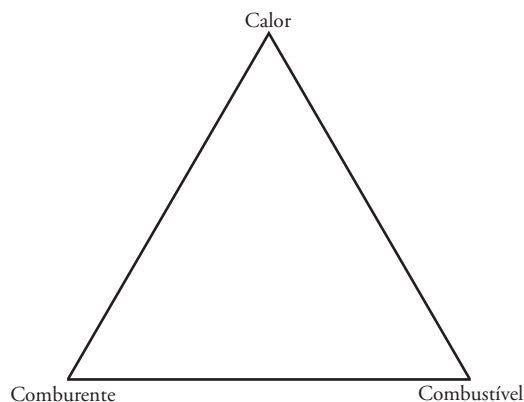
1. Além do preço, da disponibilidade e do poder calorífico, que outros fatores podem ser considerados na escolha de um combustível?

2. Por que a gasolina comercializada no Brasil apresenta cerca de 20% de etanol, se a gasolina isenta de álcool tem poder calorífico maior?

Atividade 3 – A combustão

Além dos aspectos quantitativos (relação entre massa de combustível queimado e energia liberada), é preciso entender também como ocorre o processo de combustão, quais são os materiais envolvidos e as condições necessárias para que ela ocorra.

A partir das discussões feitas em sala de aula e de seus conhecimentos anteriores, explique o que significa o “triângulo da combustão” apresentado ao lado.



Questões para a sala de aula

1. Considere as combustões a seguir e complete o quadro abaixo:

I – queima de carvão (C) para churrasco;

II – queima de etanol (C_2H_5OH);

III – queima de palha de aço (constituída basicamente de ferro, Fe) com formação apenas de óxido de ferro III (Fe_2O_3).

Combustão	Reagentes	Produtos	Manifestações de energia	Apresenta chama?
I				
II				
III				

2. Interprete por extenso as três combustões apresentadas na questão anterior e proponha equações químicas que as representem.

I: _____

II: _____

III: _____

3. Um estudante definiu combustão da seguinte forma: “Combustão é uma reação química que forma gás carbônico e água”. Analise a definição do estudante e diga o que está correto e o que está errado nela. Proponha outra definição para o termo “combustão”.



LIÇÃO DE CASA



1. O enxofre (S) é um sólido amarelo que pode ser queimado facilmente, formando dióxido de enxofre gasoso (SO₂). Proponha uma equação química que represente essa combustão.

2. A tabela a seguir mostra as temperaturas de ebulição e de fulgor de alguns combustíveis.

Combustível	Temperatura de ebulição (°C)	Temperatura de fulgor (°C)
Etanol	78	13
Gasolina	40-200	- 43
Querosene	175-320	45

Responda:

- a) Explique por que a gasolina e o querosene apresentam uma faixa de temperatura de ebulição, enquanto o etanol apresenta temperatura de ebulição bem determinada.

- b) Qual é a temperatura mínima da gasolina para que ocorra combustão quando uma chama se aproxima dela? E a do querosene?

- c) A partir desses dados, proponha uma explicação para o fato dos carros a álcool mais antigos apresentarem problema para dar partida em dias frios.



APRENDENDO A APRENDER

A adulteração de combustíveis é um crime grave, mas, infelizmente, muito comum. Quando passar por um posto de gasolina, converse sobre esse assunto com um dos frentistas ou, se possível, com o gerente. Pergunte a eles quais são as formas de adulteração mais comuns e como a gasolina é testada no posto para comprovar que é de boa qualidade.

**Desafio!**

Pesquise as seguintes informações a respeito da gasolina comercial e do álcool combustível:

- custo médio por litro de combustível em sua região;
- densidade desses combustíveis (massa de 1,0 L de combustível);
- poder calorífico desses combustíveis.

Com base nessas informações, compare qual dos combustíveis é economicamente mais vantajoso: o álcool ou a gasolina. Atenção: o fato de 1,0 L de álcool custar menos do que 1,0 L de gasolina não significa necessariamente que ele é mais econômico. Devemos lembrar que o poder calorífico da gasolina é maior do que o poder calorífico do álcool e que isso dificulta a comparação dos custos ligados ao consumo desses combustíveis. Assim, para saber qual deles é economicamente melhor, você deve calcular o custo, em reais, para cada 1000 kcal de energia produzida a partir desses combustíveis.

O que eu aprendi...

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 2

RELAÇÕES EM MASSA NAS TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS: CONSERVAÇÃO E PROPORÇÃO EM MASSA

Nesta Situação de Aprendizagem, estudaremos as relações entre as massas de reagentes e produtos envolvidas nas transformações químicas. Vamos analisar um experimento no qual será realizada a combustão do papel e da palha de aço.

Atividade 1 – Experimento da queima do papel e da palha de aço

Leia o roteiro do experimento a seguir, que será demonstrado pelo seu professor, e responda às questões nos espaços correspondentes após a realização de cada um dos procedimentos.



ROTEIRO DE EXPERIMENTAÇÃO

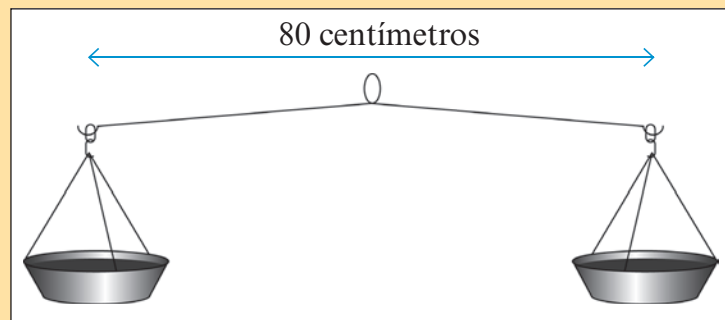
Queima do papel e da palha de aço

Materiais e reagentes

- balança de pratos feita de arame e embalagens de papel-alumínio (tipo marmite);
- duas folhas de papel sulfite;
- duas palhas de aço;
- fósforos ou isqueiro.

Procedimento experimental

1. Construa uma balança de pratos usando arame e embalagens de papel-alumínio, como mostrado na figura a seguir.



Balança feita de arame e pratos de papel-alumínio.

2. Segure a balança pelo ponto central de sua haste. Você pode utilizar um clipe metálico para segurá-la. Isso diminui o atrito entre a mão e a balança, aumentando sua sensibilidade.
3. Coloque uma folha de papel ligeiramente amassada em cada prato da balança, de maneira que ambos fiquem no mesmo nível.

Escreva o que você acha que acontecerá com o nível dos pratos se o papel que está em um deles for queimado.

4. Queime a folha de papel de um dos pratos da balança e observe.
Suas previsões sobre o nível dos pratos após a queima de um dos papéis foram confirmadas?

5. Limpe a balança e coloque um pedaço de palha de aço em cada prato, de maneira que ambos fiquem no mesmo nível.

Escreva o que você acha que acontecerá com o nível dos pratos se a palha de aço que está em um deles for queimada.

6. Queime a palha de aço de um dos pratos da balança e observe.

a) Preencha a tabela a seguir após as observações.

	Papel	Palha de aço
Após a combustão, a massa aumentou ou diminuiu?		

- b) Como você explica as observações relacionadas às mudanças de massa ocorridas após a queima do papel e da palha de aço?

Experimento adaptado de: BELTRAN, N. O. Combustão: duas interpretações diferentes. In: *Revista de Ensino de Ciências*. Funbec, n. 19, out. 1987.



LIÇÃO DE CASA



- Os estudantes de uma sala de aula, ao observarem o que ocorreu no experimento anterior, explicaram a queima do papel e da palha de aço da seguinte maneira:
 - Queima do papel:** a massa do papel diminuiu porque algum material produzido foi liberado do sistema.
 - Queima da palha de aço:** a massa da palha de aço aumentou porque algum material produzido passou a fazer parte do sistema.

Você acha que essas ideias são coerentes? Explique.

- Se a queima do papel e a queima da palha de aço fossem realizadas em um sistema fechado, isto é, que não permite troca de materiais com o meio, o que você acha que teria ocorrido com o nível da balança?

Atividade 2 – Conservação da massa e proporção em massa entre as espécies participantes da transformação química

Três experimentos de combustão do carvão foram realizados em recipiente fechado. As massas foram medidas e anotadas na tabela a seguir. Analise a tabela e responda às questões propostas.

Amostra	Massas iniciais dos reagentes (valores em gramas)		Massas finais dos produtos (valores em gramas)		Energia liberada (kcal)
	Carvão (C(s))	Gás oxigênio (O ₂ (g))	Dióxido de carbono (CO ₂ (g))	Cinzas	
I	150	320	442	31	1020
II	60	128	172	12	410
III	23	48	66	5	156

Tabela baseada em: GEPEQ – Grupo de Pesquisa em Educação Química (Org.). *Interações e transformações*. Química para o Ensino Médio. Livro do Aluno. Elaborando conceitos sobre transformações químicas. São Paulo: Edusp, 2005, v. I, p. 59.

1. Some as massas dos reagentes da amostra I. Some as massas dos produtos da amostra I. Comparando os dois resultados, é possível dizer que a massa do sistema inicial permaneceu a mesma depois da combustão do carvão? Se não, a que pode ser atribuída essa diferença?

2. Compare a soma das massas dos reagentes com a soma das massas dos produtos na amostra II. Compare também as massas de reagentes e de produtos na amostra III. É possível dizer que a massa se conservou após a combustão das amostras II e III? Justifique sua resposta.

Será que em outras transformações químicas a massa também se conserva? Vamos analisar mais duas transformações químicas realizando um experimento.



ROTEIRO DE EXPERIMENTAÇÃO

Transformações químicas e conservação de massa

Materiais e reagentes

- garrafa de plástico incolor de 600 mL com tampa (seca);
- cerca de 50 mL de solução aquosa de ácido clorídrico (quantidade equivalente ao volume de um copo descartável de café);
- 1 tubo de ensaio de 15 mm × 100 mm;
- 2 g de hidrogenocarbonato de sódio (bicarbonato de sódio) ou carbonato de cálcio;
- estante para tubos de ensaio;
- balança;
- 2 tubos de ensaio de 15 mm × 150 mm;
- espátula ou palito de sorvete;
- cerca de 5 mL de solução de sulfato de cobre II;
- cerca de 5 mL de solução de hidróxido de sódio. (Obs.: evite contato direto com a pele ao manusear hidróxido de sódio. Siga as orientações de seu professor ao agitar o tubo de ensaio.)

Registre os dados nas tabelas apresentadas no final de cada experimento.

Procedimento experimental

Interação entre ácido clorídrico e hidrogenocarbonato de sódio

1. Coloque cuidadosamente 50 mL da solução de ácido clorídrico na garrafa.
2. Usando a espátula, adicione cerca de 2 g de hidrogenocarbonato de sódio ou de carbonato de cálcio ao tubo de ensaio pequeno.
3. Transfira com cuidado o tubo de ensaio para dentro da garrafa, conforme a figura a seguir. Não deixe que a solução de ácido entre em contato com o hidrogenocarbonato de sódio nesse momento.



Montagem do experimento usando garrafa de plástico ou frasco de boca larga.

4. Pese todo o conjunto na balança: a garrafa com a solução de ácido, o tubo de ensaio contendo hidrogenocarbonato ou carbonato e a tampa da garrafa (não se esqueça de pesar a tampa). Anote a massa de todo o sistema.
5. Assegure-se de que a garrafa esteja bem fechada.
6. Vire a garrafa para que o ácido entre em contato com o hidrogenocarbonato ou o carbonato. Deixe ocorrer a reação até cessar a efervescência.
7. Com a garrafa ainda tampada, meça a massa do conjunto novamente. Anote o valor.

8. Destampe a garrafa e meça a massa do conjunto sem se esquecer de medir também a massa da tampa da garrafa. Anote o valor.

Sistema no estado inicial		Sistema no estado final		
Descrição (aspecto visual)	Massa	Descrição (aspecto visual)	Massa	
			Fechado	Aberto

Interação entre sulfato de cobre II e hidróxido de sódio

1. Coloque cerca de 5 mL de solução aquosa de sulfato de cobre II em um dos tubos de ensaio maiores e cerca de 5 mL de solução aquosa de hidróxido de sódio no outro tubo.
2. Coloque os tubos com as soluções na estante para tubos de ensaio. Pese todo esse sistema (os tubos com as soluções e a estante). Anote o valor da massa na tabela a seguir.
3. Transfira a solução de sulfato de cobre II para o tubo de ensaio que contém a solução de hidróxido de sódio.

Você acha que a massa do sistema vai variar?

4. Pese todo o sistema novamente, incluindo o tubo de ensaio que continha a solução de sulfato de cobre II. Anote na tabela o valor da massa.

O valor de massa encontrado corresponde às suas previsões?

Sistema no estado inicial		Sistema no estado final	
Descrição (aspecto visual)	Massa	Descrição (aspecto visual)	Massa

Experimento adaptado de: GEPEQ – Grupo de Pesquisa em Educação Química (Org.). *Interações e transformações*. Química para o Ensino Médio. Livro do Aluno. Elaborando conceitos sobre transformações químicas. São Paulo: Edusp, 2005, v. I, pp. 47-50.

Questões para análise do experimento

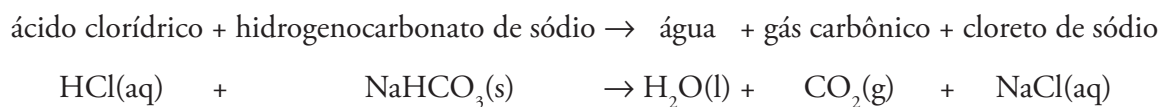
1. Você considera que os dois fenômenos observados neste experimento são transformações químicas? Por quê?

2. Em relação ao sistema ácido clorídrico e hidrogenocarbonato de sódio, calcule a diferença de massa entre:

- a) a massa inicial e a massa final com a garrafa fechada. Houve diferença entre as massas? Como você explica esse resultado?

- b) a massa inicial e a massa final com a garrafa aberta. Houve diferença entre as massas? Como você explica esse resultado?

3. Caso tenha sido usado hidrogenocarbonato de sódio nessa experiência, o fenômeno observado pode ser representado pela equação química:



O termo (aq) indica que o material está dissolvido em água, formando o que se chama de solução aquosa. Os termos (s), (l) e (g) representam os estados físicos sólido, líquido e gasoso, respectivamente. Qual é a relação existente entre os estados físicos dos materiais envolvidos nesse fenômeno e as diferenças de massa calculadas na questão 2?

4. É possível dizer que as massas inicial e final na interação entre o ácido clorídrico e o hidrogenocarbonato de sódio foram iguais? Justifique sua resposta com base nos dados experimentais.

5. Compare as massas inicial e final na interação entre a solução de sulfato de cobre II e a solução de hidróxido de sódio. Houve conservação da massa nessa interação? Explique.

Como escolher as quantidades de reagentes para que não haja desperdício?

Nas transformações químicas, para que não haja desperdício, é necessário que os reagentes sejam adicionados em uma proporção ideal. Vamos aprender, nesta atividade, como calcular as massas de reagentes que podem ser empregadas sem que haja perdas de material.

Questões para a sala de aula

Analise novamente a tabela a seguir e responda às questões propostas.

Amostra	Massas iniciais dos reagentes (valores em gramas)		Massas finais dos produtos (valores em gramas)		Energia liberada (kcal)
	Carvão (C(s))	Gás oxigênio (O ₂ (g))	Dióxido de carbono (CO ₂ (g))	Cinzas	
I	150	320	442	31	1020
II	60	128	172	12	410
III	23	48	66	5	156

Tabela baseada em: GEPEQ – Grupo de Pesquisa em Educação Química (Org.). *Interações e transformações*. Química para o Ensino Médio. Livro do Aluno. Elaborando conceitos sobre transformações químicas. São Paulo: Edusp, 2005, v. I, p. 59.

1. Calcule a razão entre a massa de carvão que reagiu e a massa de cinzas formada para cada uma das três amostras. Quantas vezes a massa de carvão é maior do que a massa de cinzas em cada amostra? Os valores encontrados são próximos?

2. Analise novamente a tabela. Considerando as três amostras, responda às questões a seguir.

a) Aproximadamente, quantas vezes a massa de oxigênio é maior do que a massa de carvão?

b) Aproximadamente, quantas vezes a massa de oxigênio é maior do que a massa de cinzas?

3. Para cada um dos materiais, calcule a razão entre as massas da amostra I e as massas da amostra II. O que você pode concluir?

$\frac{\text{Amostra I}}{\text{Amostra II}} \rightarrow$	Carvão	Oxigênio	Dióxido de carbono	Cinzas
--	--------	----------	--------------------	--------

4. Para cada uma das amostras, calcule a razão entre a massa do carvão que reagiu e a quantidade de energia liberada nessa combustão. O que você pode dizer sobre o valor obtido? Consulte a tabela da página 19.



LIÇÃO DE CASA



1. Sabendo-se que a combustão de 60 g de carvão requer 128 g de gás oxigênio e produz 12 g de cinzas, que massa de cinzas é formada quando se queimam 90 g de carvão? Que massa de oxigênio será consumida na combustão dessa massa de carvão?

2. O responsável técnico de um forno de calcinação de calcário elaborou um relatório sobre as três últimas tiragens da produção de cal. O relatório apresenta a seguinte tabela:

Amostras	Massa de calcário (t) (CaCO ₃)	Massa de cal (t) (CaO)	Massa de dióxido de carbono (t) (CO ₂)
12/7	10,0	5,6	4,4
15/7		11,2	
18/7	12,0	6,7	

Como se pode perceber, faltaram dados da massa de calcário usada no dia 15/7 e da massa de dióxido de carbono formada nos dias 15 e 18/7.

- a) Identifique quais são os reagentes e produtos nesse processo.
-
- b) Sabendo que a calcinação do calcário envolve o consumo de energia, proponha uma equação química que represente a calcinação do calcário e inclua o termo “energia” na equação.
-
- c) Determine os valores que faltam na tabela e complete-a. Mostre todos os cálculos realizados.
-
-
-
-

3. A combustão do etanol foi estudada em laboratório e as massas de reagentes e produtos da combustão de duas amostras desse material foram registradas em uma tabela.

Massas no estado inicial (g)		Massas no estado final (g)			
Etanol adicionado	Oxigênio adicionado	Gás carbônico produzido	Água produzida	Etanol em excesso	Oxigênio em excesso
50	96	88	54	4	
23	50				

- a) Analise a tabela e mostre que a massa se conservou na combustão da primeira amostra de etanol. Apresente os cálculos e as conclusões.

- b) Há excesso de oxigênio na combustão da segunda amostra de etanol? Mostre os cálculos e as conclusões.

- c) Calcule a massa de gás carbônico (CO_2) e água formada na combustão da segunda amostra de etanol.

4. Sabemos que 0,50 g de magnésio metálico (Mg) e 0,33 g de oxigênio (O_2) reagem completamente, formando exclusivamente óxido de magnésio (MgO).

- a) Que massa de MgO espera-se nesta experiência?

- b) Que massa de O_2 é necessária para reagir totalmente com 1,0 g de Mg?

- c) O que se espera que aconteça se 2,0 g de Mg reagirem com 2,0 g de O_2 ?

Atividade 3 – Releitura do problema inicial

Retome o experimento da queima do papel e da palha de aço e preencha a tabela a seguir, com ajuda de seu professor.

Combustão	Reagentes	Produtos
Papel		
Palha de aço		

Questões para a sala de aula

1. Explique por que a massa diminui na queima do papel e aumenta na queima da palha de aço.

2. A massa se conservou nas duas combustões? Explique sua resposta.



APRENDENDO A APRENDER

Observe, na escola ou em outros locais, alguns extintores de incêndio. Anote a classe do extintor e para que tipo de material inflamável ele pode ser usado. Procure saber:

- qual é a substância contida em cada tipo de extintor;
- a que material inflamável cada tipo de extintor é adequado e como se apaga a chama produzida por esse material.



O que eu aprendi...

Lined writing area for student reflection, consisting of 20 horizontal lines. On the right side, there are two sets of three binder rings, one set near the top and one set near the bottom.





SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 3 IMPLICAÇÕES SOCIOAMBIENTAIS DA PRODUÇÃO E DO USO DE COMBUSTÍVEIS

Nesta Situação de Aprendizagem serão discutidos problemas sociais e ambientais ligados à produção e ao uso de combustíveis, principalmente os relacionados à produção de carvão vegetal, à extração de carvão mineral e à emissão de gases provenientes da combustão (tais como CO_2 e SO_2).

Atividade 1 – Produção e uso de carvão vegetal e carvão mineral e seus impactos ambientais

Nesta atividade, vamos conhecer como são obtidos o carvão mineral e o carvão vegetal e alguns problemas relacionados a essa obtenção. Para isso, leia o texto a seguir e, conforme orientação de seu professor, tente responder às perguntas propostas.



Leitura e Análise de Texto

Carvão vegetal e carvão mineral

Adaptado por Fabio Luiz de Souza e Luciane Hiromi Akahoshi

Existem basicamente dois tipos de carvão, o vegetal e o mineral. Embora ambos sejam formados a partir da madeira, o carvão mineral só se forma por processo de fossilização da madeira ao longo de milhares de anos.

O carvão vegetal, usado no Brasil como combustível na calcinação do calcário e na produção de ferro, além de muitas outras aplicações, pode ser obtido por meio da carbonização da madeira. Nesse processo, a madeira é queimada parcialmente, de forma controlada e na presença de pouco oxigênio, ocorrendo um processo de decomposição térmica de substâncias, como celulose, lignina¹, sais minerais, água e outras. Como resultado, obtém-se carvão vegetal e uma mistura de gases e vapores. Parte desses vapores pode ser condensada obtendo-se metanol (CH_3OH), ácido acético ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$) e alcatrão². A fração gasosa restante é formada por monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2), hidrogênio (H_2) e hidrocarbonetos³, principalmente metano (CH_4).

O carvão vegetal, por ser obtido a partir da carbonização da madeira, pode ser considerado um recurso renovável, pois, por meio do replantio da madeira, pode-se obtê-lo facilmente. O inconveniente é que muitas carvoarias não são fiscalizadas e acabam utilizando madeira de regiões de mata nativa, degradando o meio ambiente.

¹ Lignina: polímero tridimensional de estrutura complexa e semelhante à celulose. Ela confere maior resistência à madeira, na qual está misturada à celulose.

² Alcatrão: líquido escuro, espesso e oleoso formado por dezenas de substâncias orgânicas (compostos de carbono). É obtido na destilação de vários materiais, tais como hulha (tipo de carvão) e madeira.

³ Hidrocarbonetos: substâncias formadas por carbono (C) e hidrogênio (H).

A carbonização da madeira ocorre por meio de seu aquecimento a elevadas temperaturas na presença de pouco oxigênio, resultando na produção de carvão e compostos voláteis, que podem ser separados por destilação. As quantidades médias desses materiais obtidos a partir da destilação seca de uma tonelada de madeira são as seguintes: gases: 210 kg; água: 350 kg; ácido acético: 60 kg; metanol: 120 kg; alcatrão: 90 kg; e carvão: 270 kg. A soma das massas dos produtos obtidos a partir da combustão incompleta da madeira é 1100 kg, pois nesses produtos foram incorporados átomos de oxigênio provenientes do ar, que é introduzido no sistema de forma controlada para que haja uma combustão incompleta da madeira. Assim, a soma da massa de madeira e de oxigênio do ar equivale à soma das massas dos produtos obtidos nesse processo.

No Brasil, o uso industrial do carvão vegetal continua sendo largamente praticado, o que o torna o maior produtor mundial desse insumo energético. No setor industrial, que utiliza cerca de 85% do carvão, o ferro e o aço são os principais consumidores, uma vez que o carvão participa como reagente e como fonte de energia. O setor residencial consome cerca de 9%; a geração de energia em termelétricas, 4,5%; e o setor comercial (pizzarias, padarias e churrascarias), 1,5%.

A carbonização de lenha é praticada de forma tradicional em fornos de alvenaria com ciclos de aquecimento e resfriamento que duram até vários dias. Os fornos retangulares equipados com sistemas de condensação de vapores e recuperadores de alcatrão são os mais avançados em uso atualmente no país. Os fornos cilíndricos com pequena capacidade de produção, sem mecanização e sem sistemas de recuperação de alcatrão, continuam sendo os mais usados nas carvoarias. A temperatura máxima média de carbonização é de 500 °C.

Não raras vezes, a atividade de produção do carvão vegetal tem sido associada a condições de trabalho de baixa remuneração, falta de segurança (risco de contaminação por gases tóxicos, queimaduras e explosões) e falta de preparo técnico e de equipamentos apropriados. Geralmente, os trabalhadores não têm registro em carteira e é comum o emprego de crianças e adolescentes.

Além do carvão proveniente da queima da madeira, há também o carvão mineral, proveniente da fossilização de troncos, raízes, galhos e folhas de árvores gigantes que cresceram há 250 milhões de anos em pântanos rasos. Essas partes vegetais, após morrerem, ficaram depositadas no fundo lodoso e permaneceram encobertas. O tempo e a pressão da terra sobre esse material transformaram-no em uma massa negra – as jazidas de carvão.

Dependendo do teor de carbono, resultado do tempo de fossilização, têm-se diversos tipos de carvão: turfa, linhito, hulha e antracito.

No Brasil, a hulha ocorre nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul e sua extração é de cerca de 10 milhões de toneladas por ano (a produção não é maior em virtude do alto teor de cinzas e de enxofre que possui). É usada como combustível em usinas termelétricas nas próprias regiões de onde é extraída e nos altos-fornos siderúrgicos, após aquecimento prévio para eliminar material orgânico (gases e alcatrão).

A exploração das jazidas de minério de carvão gera impactos ambientais causados pela degradação da fauna, da flora, do solo e de cursos d'água. Além disso, são muitos os riscos à saúde dos

operários das minas de carvão. Incêndios, desmoronamentos, inundações e exposição a agentes cancerígenos (gases tóxicos e material particulado) e a elevadas temperaturas são alguns desses problemas.

Embora o uso de carvão mineral apresente a conveniência de se extrair um combustível diretamente da natureza, é problemático o fato de ser um recurso não renovável, portanto, esgotável.

Atualmente, o principal uso da combustão do carvão vegetal ou mineral no mundo é para a geração de eletricidade, em usinas termelétricas. Os impactos ambientais das usinas a carvão são grandes, não só pelas emissões atmosféricas que agravam o problema da chuva ácida e do efeito estufa, mas também pelo descarte de resíduos sólidos e pela poluição térmica. A melhoria no processo de combustão e o uso de carvão com baixo teor de enxofre poderiam reduzir as emissões de poluentes, como o dióxido de enxofre (SO_2), um dos causadores da chuva ácida. Na usina, a energia térmica residual proveniente desse processo também poderia ser aproveitada no próprio local para o aquecimento de caldeiras, movimentação de motores etc., minimizando as perdas energéticas.

Até a II Guerra Mundial, o carvão ainda era o combustível mais utilizado no mundo. Mas, a partir do início do século XX, com o desenvolvimento dos motores a explosão, houve o crescente aumento do consumo de combustíveis derivados do petróleo e a consequente diminuição do uso de carvão como combustível. Com o uso da energia nuclear para a geração de energia elétrica, a partir da segunda metade do século XX, diminuiu ainda mais o uso de carvão. No entanto, a disponibilidade de grandes jazidas de carvão mineral e o baixo custo do carvão vegetal ainda conferem a esse combustível um certo grau de importância no cenário energético mundial.

Texto adaptado de: CENBIO – Centro Nacional de Referência em Biomassa. Disponível em: <http://infoener.iec.usp.br/script/biomassa/br_carvao.asp> e CEPA – Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada. Disponível em: <<http://www.cepa.if.usp.br/energia1999/Grupo1A/carvao.html>>. Acessos em: 25 nov. 2009.

Questões para análise do texto

1. Como é produzido o carvão vegetal?

2. Quais são os problemas ambientais e sociais que podem ser causados por essa produção?



3. Como é extraído o carvão mineral?

4. Quais são os problemas ambientais e sociais que podem ser causados por essa extração?

5. Quais são os tipos de indústria que utilizam o carvão como combustível?

6. Quais são os problemas ambientais causados pela queima do carvão?

7. Quais são as vantagens na utilização de cada tipo de carvão? E quais são as desvantagens?





VOCÊ APRENDEU?



Complete a tabela a seguir com as informações obtidas no texto, na discussão em sala ou em outras fontes de consulta, para obter uma síntese sobre os dois tipos de carvão, o vegetal e o mineral.

	Carvão vegetal	Carvão mineral
Forma de obtenção		
Problemas ambientais relacionados à produção/extração		
Problemas sociais relacionados à produção/extração		
Vantagens		
Desvantagens		
Onde é utilizado		
Problemas relacionados ao uso		



LIÇÃO DE CASA



Utilizando as informações obtidas nos textos a seguir ou em outras fontes de consulta, procure responder às questões propostas.



Leitura e Análise de Texto

Efeito estufa

Fabio Luiz de Souza e Luciane Hiromi Akahoshi

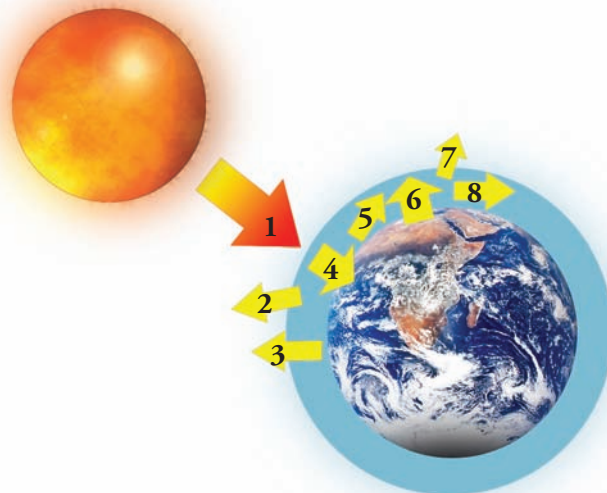
Efeito estufa é o aquecimento da camada gasosa (atmosfera) que envolve a Terra em razão da absorção de radiações eletromagnéticas. Os gases que compõem a atmosfera têm diferentes capacidades de absorção. Apesar do gás carbônico estar presente em pequena quantidade (0,033% em volume), possui uma grande capacidade de absorver essas radiações, sendo responsável por cerca de 60% do efeito estufa.

A retenção de calor provocada pelo efeito estufa é um fenômeno natural responsável por manter uma temperatura média de 15 °C na Terra, proporcionando condições ideais para a manutenção da vida no planeta. Entretanto, o aumento do efeito estufa devido à crescente emissão de gases estufa pode contribuir para o aquecimento global, considerado um dos maiores problemas ambientais da atualidade.

A figura a seguir representa os processos de absorção e emissão de radiações eletromagnéticas.

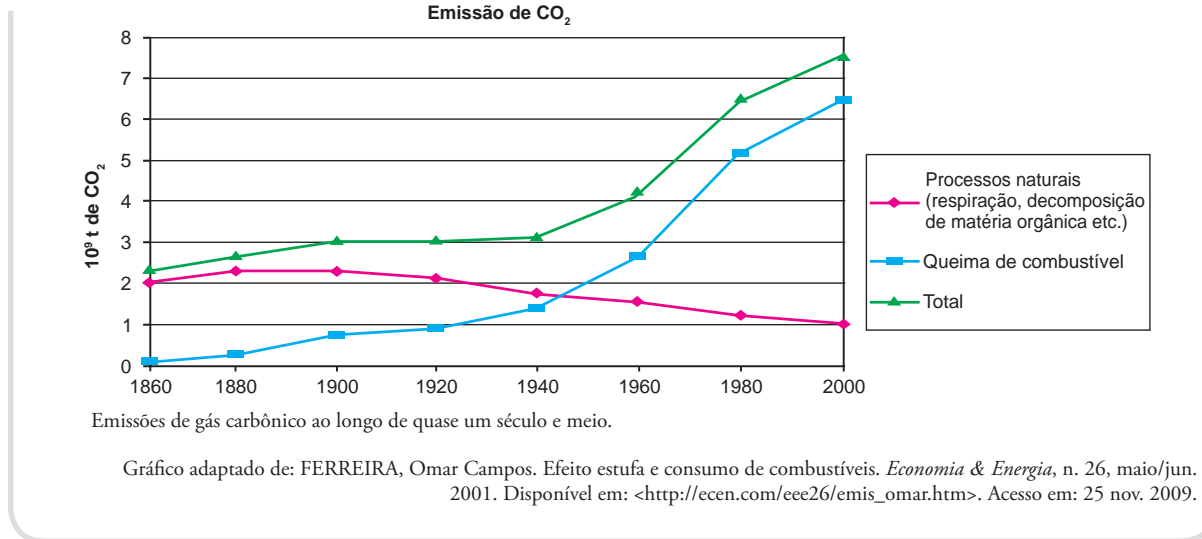
Elaborado especialmente para o *São Paulo faz escola*.

© Jairo Souza Design



Efeito estufa.

- 1 – 100% da radiação solar que atinge a Terra.
- 2 – Cerca de 25% da radiação solar recebida é refletida pelas nuvens e se perde no espaço.
- 3 – Cerca de 5% da radiação solar que atinge a Terra é refletida por sua superfície e se perde no espaço.
- 4 – Cerca de 45% da radiação solar que chega à Terra (solo e oceanos) é absorvida, aquecendo-a.
- 5 – Cerca de 25% da radiação solar é absorvida pela atmosfera, provocando seu aquecimento (efeito estufa).
- 6 – Parte da radiação absorvida pela superfície da Terra é convertida em radiação infravermelha, que aquece o solo e a água, e o restante é emitido.
- 7 – Parte da radiação infravermelha emitida pela Terra se perde no espaço.
- 8 – Parte da radiação infravermelha emitida pela Terra é absorvida pela atmosfera (efeito estufa).



Questões para análise do texto

Após ler o texto, analise o gráfico e a figura e responda às seguintes questões:

- a) Explique as alterações nas emissões de gás carbônico provenientes de processos naturais.

- b) De que forma o homem contribui para o aumento das emissões de gás carbônico? E por que esse aumento se deu a partir do final do século XIX?

- c) Qual é a relação entre a emissão de gás carbônico e o efeito estufa?

- d) Por que o aumento do efeito estufa é um problema ambiental?



Leitura e Análise de Texto

Chuva ácida

Fabio Luiz de Souza e Luciane Hiromi Akahoshi

A chuva é naturalmente ácida, mesmo em locais não poluídos. Isso ocorre por causa da presença do dióxido de carbono (CO_2), que reage com o vapor de água da atmosfera formando o ácido carbônico (H_2CO_3), conferindo um pH* de 5,6 para essa chuva.

Entretanto, quando aumenta a quantidade de certos poluentes atmosféricos (dióxido de enxofre, SO_2 e óxidos de nitrogênio), a chuva pode tornar-se excessivamente ácida em razão da interação desses gases com a água, produzindo principalmente ácido sulfúrico (H_2SO_4) e ácido nítrico (HNO_3). Nesse caso, usa-se a expressão “chuva ácida”.

Esses poluentes são liberados principalmente na queima de combustíveis de origem fóssil – carvão e petróleo. O dióxido de enxofre pode ser produzido, por exemplo, na queima de carvão mineral, pois compostos de enxofre são encontrados como impurezas nesse combustível. Os óxidos de nitrogênio, porém, podem ser produzidos em combustões a altas temperaturas, como a que ocorre nos motores a explosão de veículos e em processos industriais. Nessas combustões, o próprio nitrogênio (N_2) e o oxigênio (O_2) do ar reagem

para formar os óxidos de nitrogênio.



A chuva ácida é considerada um problema de grande impacto ambiental, pois pode provocar a devastação de florestas, acidificando solos e matando plantas. Ela afeta também os ambientes aquáticos, provocando a morte de peixes e outros animais. Outros problemas que ela causa são a transformação da superfície do mármore (carbonato de cálcio – CaCO_3) de monumentos em gesso (sulfato de cálcio – CaSO_4), provocando sua erosão, e a corrosão de materiais metálicos de edifícios e construções.

Elaborado especialmente para o São Paulo faz escola.

* pH: escala utilizada para indicar o grau de acidez ou de basicidade de um material. Essa escala varia de 0 a 14. A 25 °C, o valor de pH = 7 indica materiais de caráter neutro; abaixo desse valor, os materiais têm caráter ácido; e acima desse valor, têm caráter básico ou alcalino.

Questões para análise do texto

Após ler o texto, analise a figura e responda às seguintes questões:

1. Qual é a origem dos compostos que produzem a chuva ácida?

2. Quais são os efeitos da chuva ácida para o ambiente? E para o ser humano?

3. A chuva ácida cai sempre na região onde se formam os poluentes? Explique sua resposta.

Atividade 2 – Produção de carvão vegetal

Nesta atividade, vamos aprofundar o estudo sobre a produção de carvão vegetal.



ROTEIRO DE EXPERIMENTAÇÃO

Carbonização da madeira – produção de carvão vegetal

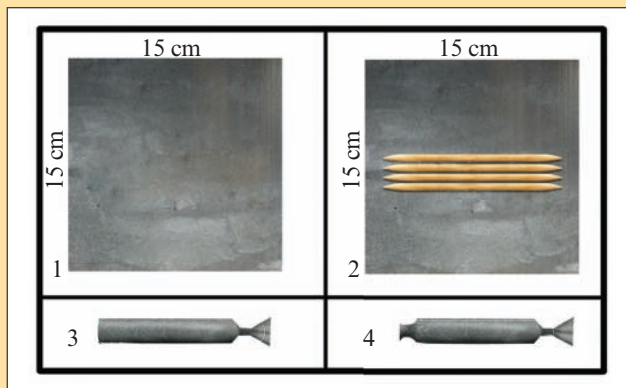
Neste experimento, você vai simular a produção de carvão vegetal.

Materiais e reagentes

- 1 pedaço de papel-alumínio (15 cm × 15 cm);
- 5 a 10 palitos de dente;
- pinça metálica;
- 1 lamparina a álcool;
- 1 tripé metálico;
- fósforos ou isqueiro;
- água;
- 1 tira de papel de tornassol azul ou 1 tira de cerca de 2,5 cm de comprimento de papel de filtro umedecido com alaranjado de metila (papel indicador).

Procedimento experimental

1. Embrulhe os palitos no papel-alumínio e feche uma das pontas, enrolando-a, para evitar a saída dos gases. A outra ponta, ainda aberta, deve ser parcialmente fechada, de forma a deixar um orifício para a saída dos gases, conforme mostra a sequência de figuras a seguir.



© Conexão Editorial

2. Coloque o conjunto no tripé. Aqueça a região próxima à ponta fechada, conforme a figura a seguir.



© Conexão Editorial

3. Com a pinça metálica, prenda a tira de papel indicador e umedeça-a com água. Assim que começar a aparecer uma fumaça branca, tente aproximar cuidadosamente a pinça (com o papel umedecido) dos gases que escapam pelo lado aberto. Retire o papel dessa posição quando observar alguma mudança e anote suas observações.
4. Se ainda houver fumaça branca, tente atear fogo nos gases que escapam pelo lado aberto.
5. Quando o aquecimento não produzir mais gases, interrompa-o.
6. Deixe esfriar e abra o embrulho para observar o resíduo do aquecimento, anotando suas características.

Experimento adaptado de: CISCATO, Carlos A. M. Carvão vegetal. In: *Revista de Ensino de Ciências*. Funbec, n. 18, ago. 1987, p. 38-41.

Questões para análise do experimento

1. O que acontece com a cor do papel indicador?

2. Quais gases poderiam ser formados nesse experimento? E o resíduo? Retorne ao texto “Carvão vegetal e carvão mineral” e tente localizar informações que o auxiliem a responder à questão.

3. Por que os gases puderam ser queimados?

4. Por que os gases modificaram a cor do papel indicador ao entrar em contato com ele?



ROTEIRO DE EXPERIMENTAÇÃO

Como reconhecer o caráter ácido, básico ou neutro de um material

Neste experimento, você vai reconhecer e identificar o caráter ácido, básico ou neutro de diversos materiais. Para isso, siga as instruções de seu professor.

Materiais e reagentes

- 2 tubos de ensaio;
- 2 vidros de relógio;
- 2 conta-gotas;
- 1 estante para tubos de ensaio;
- sabão;
- açúcar ($C_{12}H_{22}O_{11}$);

- leite;
- soda cáustica ou hidróxido de sódio (NaOH) em pastilhas;
- sal de cozinha (NaCl);
- cal de construção (CaO);
- água;
- vinagre branco;
- água sanitária;
- ácido clorídrico diluído (HCl);
- carbonato de cálcio (CaCO₃);
- tiras de papel de tornassol azul e vermelho.

**Atenção!**

- Se o material for líquido, utilize dez gotas.
- Se o material for sólido, utilize uma quantidade equivalente a um grão de arroz.

Procedimento experimental

1. Identifique os tubos de ensaio, numerando-os como 1 e 2.
2. Coloque água nos tubos de ensaio até a altura de 2 cm, aproximadamente.
3. Ao tubo 1, adicione um dos seguintes materiais recebidos por seu grupo: sabão, leite, vinagre, água sanitária, açúcar, sal, cal, hidróxido de sódio ou ácido clorídrico. A diluição deve ser feita de acordo com as observações acima, isto é, considerando se o material é sólido ou líquido. Agite, anote suas observações e identifique o material utilizado.
4. Faça o mesmo no tubo 2, com o outro material. Se não houver outro material, os testes do experimento serão realizados com a água desse tubo.
5. Numere os vidros de relógio como 1 e 2. No vidro 1, coloque algumas gotas do líquido contido no tubo 1. No vidro 2, coloque algumas gotas do líquido contido no tubo 2. Ao fazer anotações sobre suas observações, cuidado para não confundir os materiais dos dois vidros de relógio.
6. Realize então os seguintes testes tanto no vidro de relógio 1 quanto no 2:
 - **Teste 1.** Coloque um pedaço de papel de tornassol azul em contato com o líquido, mantendo-o apoiado numa das bordas do vidro de relógio. Nesse mesmo vidro, repita a operação usando um pedaço de papel de tornassol vermelho. Anote suas observações.
 - **Teste 2.** Ao líquido contido no vidro de relógio, adicione carbonato de cálcio em quantidade equivalente a um grão de arroz, espere alguns segundos e anote suas observações.

Complete a tabela a seguir com os dados experimentais obtidos por seu grupo ou pelos outros grupos da sala.

Interações	Ocorre dissolução?	Teste 1		Teste 2	Outras observações
		Cor adquirida pelo papel de tornassol azul	Cor adquirida pelo papel de tornassol vermelho	Ação sobre o carbonato de cálcio	
Água					
Água e sabão					
Água e açúcar					
Água e água sanitária					
Água e leite					
Água e vinagre					
Água e sal de cozinha					
Água e cal de construção					
Água e soda cáustica					
Água e ácido clorídrico					

GEPEQ – Grupo de Pesquisa em Educação Química (Org.). *Interações e transformações*. Química para o Ensino Médio. Livro do Aluno. Elaborando conceitos sobre transformações químicas. São Paulo: Edusp, 2005, v. 1, p. 24.

Questões para análise do experimento

1. É possível classificar os materiais estudados em grupos diferentes? Em caso afirmativo, quais critérios você utilizou ao propor essa classificação?

2. Os gases que você observou no experimento da carbonização da madeira, ao interagirem com a água no papel indicador umedecido, indicaram seu caráter ácido (presença de ácido acético, principalmente), evidenciado pela mudança de cor. Entre os materiais estudados no experimento “Como reconhecer o caráter ácido, básico ou neutro de um material”, quais têm caráter ácido? Esses materiais apresentam outras propriedades em comum? Quais?

3. Os materiais que, ao interagirem com a água, fazem com que ela se torne ácida são denominados ácidos. Considerando essa informação e as respostas dadas às questões anteriores, defina o que é um ácido.

4. Além dos ácidos, há materiais que são classificados como neutros ou como básicos, usando-se como critério de classificação as propriedades que esses materiais conferem (ou não) à água, após interagirem com ela. Defina material neutro e material básico (alcalino).

Atividade 3 – Ciência e cidadania: aplicando as ideias estudadas para a tomada de decisões

Nesta Atividade, você e seus colegas vão participar de um debate no qual, conforme orientação de seu professor, cada aluno ou grupo de alunos vai defender o ponto de vista de um dos setores da sociedade com diferentes interesses na instalação ou não de uma siderúrgica na cidade. Os interessados nessa questão podem ser indígenas, políticos, industriais, ambientalistas, mineradores (extraem o minério de ferro), comerciantes (donos de carvoaria e pequenos comerciantes), fazendeiros, trabalhadores do ecoturismo (proprietários de pousadas e guias) etc. A intenção de promover esse debate é informar a população da cidade sobre a instalação da usina e suas consequências, para que todos os cidadãos se posicionem a favor ou contra por meio de um plebiscito*. Dessa maneira, será necessário criar argumentos que defendam o seu ponto de vista e divulgá-lo para a população. Para isso, elabore textos para distribuir entre a população, que tenham um dos seguintes formatos: carta aberta, cartaz, folheto, página da internet, informativo em diversos meios de comunicação (jornal, rádio ou TV) ou qualquer outra que você considere adequada.

Situação-problema

Numa cidade interiorana, próxima a uma reserva indígena, foi descoberta uma jazida de minério de ferro que tem grande potencial para ser economicamente explorada, mas a região possui uma paisagem exuberante (mata nativa, corredeiras, cachoeiras e fauna diversificada) que é apreciada por muitos turistas. Foi proposto um projeto para a instalação de uma grande siderúrgica na cidade, que deve ser aprovado pelos habitantes da região por meio de um plebiscito. Para esclarecimento da população, está sendo promovida uma ampla campanha de divulgação dos diversos pontos de vista de todos os interessados na instalação ou não dessa indústria.



LIÇÃO DE CASA



1. Faça um resumo das principais ideias que surgiram durante a discussão dos problemas ambientais causados pela produção e pelo uso de carvão como combustível.

* Voto popular, por sim ou não, sobre uma proposta que lhe seja apresentada.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 4

MODELO ATÔMICO DE JOHN DALTON: IDEIAS SOBRE A CONSTITUIÇÃO E A TRANSFORMAÇÃO DA MATÉRIA

Sabemos que, nas transformações químicas, as massas se conservam, mas como podemos explicar esse fato?

Atividade 1 – Modelos explicativos

Para explicar os fenômenos observados, o ser humano elabora teorias e constrói modelos explicativos.

Refleta sobre a atividade que realizou em sala de aula (“Cena de um crime” ou outra atividade) e comente a seguinte frase: “Uma teoria experimentalmente testada não é uma verdade”.

Atividade 2 – Modelo atômico de Dalton



Leitura e Análise de Texto

Modelo atômico de Dalton

Adaptado por Fabio Luiz de Souza e Luciane Hiromi Akahoshi

No fim do século XVIII, muitos conhecimentos sobre as transformações químicas tinham sido adquiridos, e cientistas buscavam explicações para os fenômenos que observavam, além de sentirem necessidade de representá-los.

John Dalton (1766-1844) foi um dos cientistas que buscou explicar os aspectos quantitativos relacionados às transformações químicas. O foco de seu estudo era a solubilidade de gases. Em suas pesquisas, ele decidiu aceitar a ideia defendida por Lavoisier de que os gases são formados por corpúsculos.

Dalton propôs, então, que, para diferenciar os corpúsculos dos gases, teria de ser levada em conta a massa, ou seja, que átomos de gases diferentes têm massas diferentes e átomos de gases iguais têm a mesma massa.

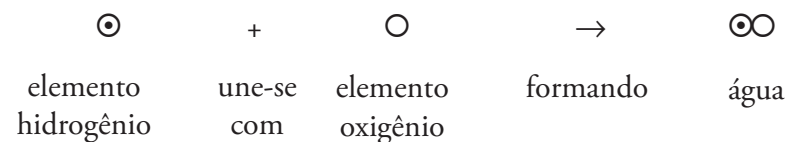
Assim, ele passou a estudar as quantidades envolvidas nas transformações químicas e usou a lei de Proust como base para sua hipótese atômica, formulada do seguinte modo:

- Toda matéria é formada por átomos, que são as menores partículas que a constituem.
- Os átomos são indestrutíveis e indivisíveis, mesmo quando participam de transformações químicas.
- As transformações da matéria são recombinações de átomos.
- Átomos de elementos iguais apresentam massas iguais e átomos de elementos diferentes apresentam massas diferentes.

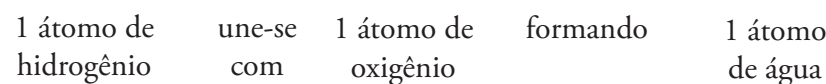
Por elemento, Dalton assume a definição proposta por Lavoisier: elemento é toda substância que atingiu sua última fase da análise, ou seja, que não mais se decompõe.

Dalton representava os átomos utilizando símbolos; para o hidrogênio, por exemplo, usava \odot . Nessa representação, o símbolo de um elemento indicava não só o elemento, mas também um átomo dele com massa característica. Esse tipo de representação dos elementos químicos se mostrou pouco prático; por isso, outros químicos sugeriram novas formas de representação. O químico sueco Berzelius (1779-1848) propôs usar a primeira letra em maiúscula do nome do elemento em latim; com isso, o hidrogênio passou a ser simbolizado por H. Essa representação é utilizada até hoje. Quando há elementos cujos nomes começam com a mesma letra, acrescenta-se uma segunda (em minúscula), como o nitrogênio (*nitrogen*), símbolo N, e o sódio (*natrium*), símbolo Na.

Para Dalton, as fórmulas e as representações das transformações químicas (equações químicas) também indicavam quantidades. Por exemplo, a representação a seguir indicava a formação da água e seria interpretada como:



ou



Um problema que se apresentava na época era a determinação das massas dos átomos. Como é impossível medir a massa de um átomo, Dalton analisou as relações entre as massas dos reagentes envolvidos na formação de substâncias hidrogenadas, ou seja, transformações químicas entre diferentes substâncias e o gás hidrogênio. Ele admitiu que o elemento hidrogênio tinha

massa atômica 1; com isso, pôde estimar as massas de outras substâncias. Por exemplo, na decomposição da água, Dalton obteve 98 partes de oxigênio para 14 de hidrogênio, dando uma proporção aproximada de 7 : 1. Dessa maneira, admitiu que a massa dos átomos de oxigênio era aproximadamente sete vezes maior do que a massa dos átomos de hidrogênio, e fez o mesmo para outros compostos hidrogenados.

Contudo, experimentos e estudos do químico francês Gay-Lussac (1778-1850), do físico italiano Avogadro (1776-1856) e de Berzelius mostraram que a partícula de água era constituída por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio; portanto, a massa atômica deste último não seria 7, como propôs Dalton. Assim, as determinações das massas atômicas foram revistas e, atualmente, esses valores são determinados utilizando-se o carbono como padrão.

Algumas massas atômicas de Dalton

Massa atômica	Nome atual em português	Massa atômica	Nome atual em português
1	Hidrogênio	56	Zinco
5	Nitrogênio	56	Cobre
5	Carbono	90	Chumbo
7	Oxigênio	157	Mercúrio
9	Fósforo	190	Ouro
13	Enxofre	190	Platina
50	Ferro	190	Prata

GEPEQ – Grupo de Pesquisa em Educação Química (Org.). *Interações e transformações*. Química para o Ensino Médio. Livro do Aluno. Elaborando conceitos sobre transformações químicas. São Paulo: Edusp, 2005, v. I, p. 112 (Tabela 7.1).

Questões para análise do texto

1. Para Dalton, o que era um átomo?

2. Segundo as ideias de Dalton, que característica diferenciava os átomos dos diversos elementos químicos?

3. Para Dalton, o que era um elemento químico?

4. Como Dalton representava os átomos? Como eles são representados atualmente?



LIÇÃO DE CASA



1. Como as ideias de Dalton a respeito das transformações químicas explicam:

- a) a conservação da massa?
- b) a proporção entre as substâncias participantes da reação?



VOCÊ APRENDEU?



1. A tabela a seguir contém dados relativos à queima de um pedaço de palha de aço.

Experi- mentos	Massa dos reagentes (g)		Massa dos produtos (g)	Massa que não reagiu (g)	
	Palhinha (ferro)	Oxigênio	Óxido de ferro	Palhinha (ferro)	Oxigênio
I	22,4	11,7	32,0	---	2,1
II	22,4	8,6	28,5	2,6	---
III	22,4	9,6	32,1	---	---

GEPEQ – Grupo de Pesquisa em Educação Química. *Interações e transformações*. Livro de Exercícios. Módulos I e II. São Paulo: Edusp, 2003, v. 1, p. 26.

a) Qual é a massa de oxigênio (O_2) que reage nos experimentos I, II e III? Explique.

b) Verifique se houve conservação de massa em cada um dos experimentos. Mostre os cálculos e conclusões.

2. Analise as seguintes afirmações.

I – Toda vez que ocorre uma transformação química em um sistema fechado e se forma um sólido, a massa final do sistema será maior do que sua massa inicial.

II – Na combustão da madeira, a massa inicial do sistema formado por madeira e gás oxigênio é igual à massa final do sistema formado por gás carbônico, vapor de água e cinzas.

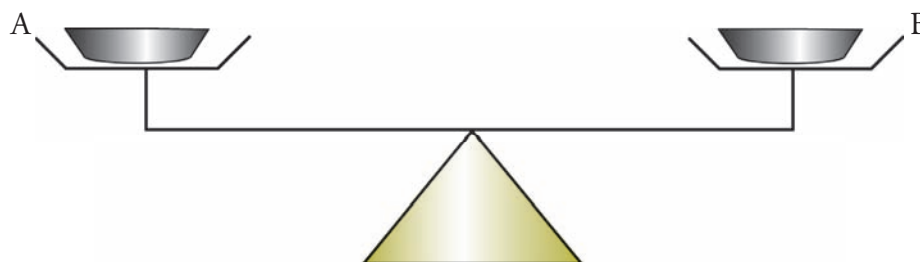
III – Quando uma transformação química processada em um sistema fechado produz gás, as massas inicial e final do sistema serão iguais, pois os gases não têm massa.

Está(ão) correta(s) a(s) afirmativa(s):

- a) I b) II c) III d) I e II e) II e III

3. (Fuvest – 1997) Os pratos A e B de uma balança foram equilibrados com um pedaço de papel em cada prato e efetuou-se a combustão apenas do material contido no prato A. Esse procedimento foi repetido com palha de aço em lugar de papel. Após cada combustão, observou-se:

	Com papel	Com palha de aço
a	A e B no mesmo nível	A e B no mesmo nível
b	A abaixo de B	A abaixo de B
c	A acima de B	A acima de B
d	A acima de B	A abaixo de B
e	A abaixo de B	A e B no mesmo nível



4. (Comvest/Vestibular Unicamp – 1990) Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), o iniciador da Química moderna, realizou, por volta de 1775, vários experimentos. Em um deles, aqueceu 100 g de mercúrio em presença de ar dentro de um recipiente de vidro fechado, obtendo 54 g de óxido vermelho de mercúrio, tendo ficado ainda sem reagir 50 g de mercúrio. Pergunta-se:

a) Qual é a razão entre a massa de oxigênio e a de mercúrio que reagiram?

b) Que massa de oxigênio seria necessária para reagir com todo o mercúrio inicial?

5. As ideias sobre a constituição da matéria propostas por John Dalton no início do século XIX podem explicar:

I – a produção de energia elétrica numa pilha;

II – o aumento de massa durante a queima da palha de aço;

III – o fato dos materiais se combinarem em proporções definidas nas transformações químicas.

A aplicação correta do modelo atômico de Dalton ocorre apenas em:

a) I b) II c) III d) I e II e) II e III

6. A corrosão de monumentos de mármore ou de metais e o derretimento das calotas polares causando a elevação dos níveis dos oceanos são duas consequências de quais problemas ambientais, respectivamente:

a) destruição da camada de ozônio e efeito estufa;

b) chuva ácida e efeito estufa;

c) efeito estufa e superaquecimento global;

d) chuva ácida e destruição da camada de ozônio;

e) superaquecimento global e chuva ácida.



PARA SABER MAIS

- BELL, M. S. *Lavoisier no ano um*. São Paulo: Companhia das Letras, 2007. Tendo a Revolução Francesa como pano de fundo, este livro narra a trajetória científica de Antoine Lavoisier, que estabeleceu algumas das bases do conhecimento químico, entre as quais a participação do oxigênio nas combustões e a Lei da Conservação da Massa nas transformações químicas.
- BRANCO, S. M. *Energia e meio ambiente*. São Paulo: Moderna, 1990. Neste livro são discutidas tanto as fontes de energia mais amplamente utilizadas pelo ser humano quanto as novas alternativas energéticas que têm se destacado a partir das décadas finais do século XX. O texto apresenta uma reflexão crítica sobre o consumo excessivo de energia e seus impactos socioambientais.
- CARDOSO, A. A.; MACHADO, C. M. D.; PEREIRA, E. A. Biocombustível, o mito do combustível limpo. *Química Nova na Escola*. São Paulo: SBQ, 28 maio 2008. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/>>. Acesso em: 1 dez. 2009. Neste artigo são discutidos aspectos ambientais referentes à produção e usos de álcool e outros biocombustíveis. Discute-se a pertinência do termo “combustível limpo” geralmente atribuído a eles.
- MOUVIER, G. *A poluição atmosférica*. São Paulo: Ática, 1997. Este livro trata de aspectos diversos da poluição do ar. Efeito estufa, chuva ácida, ozônio estratosférico e troposférico e smog fotoquímico são alguns dos assuntos nele discutidos.
- OLIVEIRA, F. C. C.; SUAREZ, P. A. Z.; SANTOS, W. L. P. Biodiesel: possibilidades e desafios. *Química Nova na Escola*. São Paulo: SBQ, 28 maio 2008. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/>>. Acesso em: 1 dez. 2009. Neste artigo são apresentadas informações sobre o processo tecnológico de produção de biodiesel, além de aspectos sociais, econômicos e ambientais relacionados.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. PROCLIMA (Programa Estadual de Mudanças Climáticas). *Efeito estufa*. Disponível em: <www.ambiente.sp.gov.br/proclima/default.asp>. Acesso em: 1 dez. 2009. O site apresenta textos sobre o efeito estufa e seu agravamento.
- ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis). Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 1 dez. 2009. Apresenta informações interessantes sobre a qualidade e adulteração de combustíveis.



O que eu aprendi...

Lined writing area for student reflection, consisting of 20 horizontal lines.

